

6-29-1978

## Acta carsologica, Volume VIII, June 29, 1978

Svetozar Ilešič

Follow this and additional works at: [https://digitalcommons.usf.edu/kip\\_articles](https://digitalcommons.usf.edu/kip_articles)

---

### Recommended Citation

Ilešič, Svetozar, "Acta carsologica, Volume VIII, June 29, 1978" (1978). *KIP Articles*. 60.  
[https://digitalcommons.usf.edu/kip\\_articles/60](https://digitalcommons.usf.edu/kip_articles/60)

This Article is brought to you for free and open access by the KIP Research Publications at Digital Commons @ University of South Florida. It has been accepted for inclusion in KIP Articles by an authorized administrator of Digital Commons @ University of South Florida. For more information, please contact [digitalcommons@usf.edu](mailto:digitalcommons@usf.edu).

SLOVENSKA AKADEMIJA ZNANOSTI IN UMETNOSTI  
ACADEMIA SCIENTIARUM ET ARTIUM SLOVENICA

RAZRED ZA PRIRODOSLOVNE VEDE  
CLASSIS IV: HISTORIA NATURALIS

INSTITUT ZA RAZISKOVANJE KRASA \* INSTITUTUM CARSOLOGICUM

# ACTA CARSOLOGICA

KRASOSLOVNI ZBORNIK

VIII

1978



LJUBLJANA

1979



SPREJETO NA SEJAH  
RAZREDA ZA PRIRODOSLOVNE VEDE  
SLOVENSKE AKADEMIJE ZNANOSTI IN UMETNOSTI  
DNE 10. JUNIJA, 19. OKTOBRA IN 21. DECEMBRA 1977  
TER 13. APRILA 1978  
IN NA SEJAH PREDSEDSTVA  
DNE 24. NOVBEMBRA 1977 IN 9. FEBRUARJA TER 29. JUNIJA 1978

UREDIL  
AKADEMIK SVETOZAR ILEŠIČ

ZAMENJAVA — EXCHANGE: BIBLIOTEKA SAZU  
NOVI TRG 5/I, 61001 LJUBLJANA, P. P. 323, JUGOSLAVIJA

Tiskano s subvencijo Raziskovalne skupnosti Slovenije

## VSEBINA — INDEX

Predgovor. O naravoslovnih raziskavah Cerknškega jezera . . . . .	5
<i>Gospodarič, Rado, Habič, Peter</i>	
Kraški pojavi Cerknškega polja (z 1 karto in 63 slikami) . . . . .	7
Karst Phenomena of Cerknško polje (with 1 Map and 63 Figures) . . . . .	150
<i>Ilijanič, Ljudevit</i>	
Die Vegetationsverhältnisse des Sees von Cerknica. Sumpf-, Moor- und Wiesen-Vegetation (mit 2 Abbildungen und 12 Tabellen) . . . . .	163
Vegetacijske razmere Cerknškega jezera. Močvirna, barjanska in travišna vegetacija (z 2 slikama in 12 tabelami) . . . . .	195
<i>Bole, Jože</i>	
Mehkužci Cerknškega jezera in okolice (z 10 slikami v besedilu) . . . . .	201
Mollusken aus dem Gebiet des Cerknško jezero (See von Cerknica) und seiner Umgebung (mit 10 Abbildungen im Text) . . . . .	232
<i>Drovenik, Božidar</i>	
Prispevek k poznavanju hroščev (Coleoptera) Cerknškega jezera in okolice . . . . .	237
Beitrag zur Kenntnis der Kolopterenfauna des Cerknško jezero (See von Cerknica) und Umgebung . . . . .	255
<i>Carnelutti, Jan</i>	
Metulji Cerknice in okolice. I. Macrolepidoptera, Rhopalocera . . . . .	257
Die Schmetterlinge von Cerknica und Umgebung. I. Macrolepidoptera, Rhopalocera . . . . .	271
<i>Vovk, Joža</i>	
Ihtiološke raziskave Cerknškega jezera (z 2 slikama) . . . . .	273
Ichthyological Researches of the Cerknško jezero (Cerknica Lake) (with 2 Figures) . . . . .	294
<i>Gregori, Janez</i>	
Prispevek k poznavanju ptičev Cerknškega jezera in bližnje okolice (s 6 slikami) . . . . .	301
Beitrag zur Kenntnis der Vögel am Cerknško jezero (See von Cerknica) und in seiner näheren Umgebung (mit 6 Abbildungen) . . . . .	328

*Istenič, Lili*

- Pomanjkanje kisika v Putickovem jezeru Planinske jame (z 1 sliko in 2 diagramoma) . . . . . 331
- The Oxygen Deficit in Putick Lake of Planinska jama (with 1 Figure and 2 Diagrams) . . . . . 349

*Us, Pětr A.*

- Drugi prispevek k poznavanju jamskih ortopterov Jugoslavije (Orthoptera — Tettigonioidae) . . . . . 363
- Zweiter Beitrag zur Kenntnis der Höhlenorthopteren Jugoslawiens (Orthoptera — Tettigonioidae) . . . . . 363

## PREDGOVOR

### O NARAVOSLOVNIH RAZISKAVAH CERKNIŠKEGA JEZERA

Uredniški odbor »Krasoslovnega zbornika« se je odločil, da v VIII. knjigi zbornika razen nekaterih drugih krajših prispevkov objavi glavne rezultate naravoslovnih raziskav Cerkniškega jezera, ki so bile izvršene v okviru raziskovalnega projekta SAZU. Vendar je uredniški odbor sodil, da ne gre dati knjigi značaja zaključenega, nekako monografičnega zbornika o Cerkniškem polju, ker raziskave iz razlogov, ki so razvidni iz spodaj orisanega njihovega historiata, niso mogle biti popolne in zaključene, pač pa lahko vzpodbujajo k nadaljnjim preučevanjem.

Preiskave je pred dobrimi desetimi leti sprožila pobuda skupine slovenskih naravoslovcev, ki so želeli čim bolj vsestransko raziskati nek zanimiv predel Slovenije. Zavzemali so se zlasti za vzorčno naravoslovno raziskovanje Rakovega Škocjana, svojevrstnega krajinskega kraškega parka. Ko pa je leta 1967 prišel v javnost projekt za trajnejšo ojezeritev Cerkniškega polja, se je v razpravah o njem pokazala praktična potreba po obsežnejših naravoslovnih raziskavah Cerkniškega jezera z okolico. Najprej naj bi ugotovili naravne razmere pred umetnimi posegi v zapleteni kraški vodni režim, nato pa spremljali potek poskusne ojezeritve in beležili posledice, da bi lahko na kraju strokovno ocenili učinke tega močnega posega v občutljivo naravno okolje. Na prvem sestanku predstavnikov različnih naravoslovnih ved, ki ga je sklicalo Slovensko geološko društvo decembra 1967, je bilo sklenjeno, da se prijavi triletni raziskovalni program. Raziskave naj bi vodil in vsklajeval poseben koordinacijski odbor, v katerem naj bi bili nosilci raziskovalnih nalog. Ta odbor je po več posvetih pripravil obširen program in aprila 1968 predlagal predsedstvu Slovenske akademije znanosti in umetnosti, naj postane SAZU nosilec raziskovalnega projekta »Naravoslovne raziskave Cerkniškega jezera«, pri katerem bi sodelovali geologi in petrografi, hidrologi in klimatologi, speleologi, geomorfologi in pedologi, botaniki in palinologi, ihtiologi in hidrobiologi, gozdarji in kmetijci, posebej pa bi obravnavali tudi naravovarstveno valorizacijo in bogato zgodovino raziskav Cerkniškega jezera. Predsedstvo SAZU je predlog sprejelo in imenovalo poseben strokovni odbor. Za predsednika odbora je bil izvoljen akademik prof. dr. Ivan Rakovec, za njegovega pomočnika pa višji znanstveni sodelavec dr. Rajko Pavlovce, ki je skrbel za organizacijo raziskav do začetka leta 1970, od tedaj dalje pa ga je nadomeščal znanstveni svetnik dr. Peter Habič.

Podrobnejša poročila o delu odbora so objavljena v Letopisih SAZU od 1968 do 1972. Izmed organizacijskih vprašanj naj omenimo zlasti težave s financiranjem, ki so bistveno vplivale na potek, obseg in vsebino dela. Po programu naj bi pretežni del sredstev prispeval Sklad Borisa Kidriča, pozneje Raziskovalna skupnost Slovenije,

nekaj sredstev pa bi zagotovili razni sofinancerji. Ker leta 1968 še niso bila odobrena sredstva od strani SBK, je denar za začetne raziskave posodila Skupščina občine Cerknica in tako omogočila začetek hidroloških in klimatoloških, ihtioloških, bioloških in speleoloških raziskav pred poskusno zatesnitvijo ponorov. Leta 1969 je SBK odobril sredstva, ki so bila znatno nižja od načrtovanih, zato niso mogle steči normalno niti tiste raziskave, ki jih je Upravni odbor SBK posebej priporočil. V skrajnem obsegu so se torej nadaljevale raziskave, začete leta 1968. Poročilo o prvi fazi je bilo oddano v začetku leta 1970. Pokazalo se je, da prvotnega programa raziskav ne bo mogoče izvesti v predvidenem času. Razen tega so bili ob koncu leta 1969 poglobljivi ponori že zajezeni, tako da večina naravoslovnih strok ni mogla zbrati dragocenih podatkov o razmerah pred spremembo vodnega režima. S tem je bila seveda zelo okrnjena možnost primerjave različnih naravoslovnih pojavov pred zaježitvijo in po njej.

Konec marca 1972 so bila oddana poročila o drugi fazi speleoloških, ihtioloških in klimatoloških raziskav, medtem ko hidrobiološke raziskave v okviru te faze še niso bile končane. Posebej pa so bila izvedena nekatera opazovanja vodnih razmer in ocenjeni neposredni učinki zatesnitve poglobljenega odtočnega sistema Karlovic. V okviru tretje faze raziskav v letih 1972 in 1973 je bil del sredstev namenjen proučevanju kopenske favne in nadaljnjim ihtiološkim raziskavam, nadaljevale pa so se tudi speleološke, klimatološke in botanične raziskave. Zaključna poročila o izvršenem delu in ugotovitvah so bila oddana marca 1974. Po strokovni oceni Raziskovalne skupnosti, da so raziskave sicer uspešne, vendar premalo usmerjene v neposredno oceno uspešnosti zaježitve, so bile ob pomanjkanju finančnih sredstev nadaljnje naravoslovne raziskave prekinjene.

Obsežni prvotni program je bil že v začetku okrnjen, saj se marsikatera načrtovane raziskave sploh niso začele, druge pa so bile izvedene le v omejenem obsegu. Tako je bila npr. v projekt vključena tudi preučitev klime Cerknškega polja. Ustrezna študija je bila sicer predložena, toda v soglasju z mišljenjem samega avtorja (dr. Danila Furlana) je v sedanjo objavo nismo vključili, ker je predvidena v okviru Meteorološkega zavoda SRS v nekaj letih izčrpnjša, na novo organizirana in na obsežnejše zasnovana opazovanja oprta študija o podnebjju celotnega kraškega zaledja Ljubljane. Podobnih primerov z drugih raziskovalnih področij je še kaj. Kljub temu meni uredniški odbor, da pomeni doslej opravljeno delo, zbrano in obdelano gradivo, ki ga objavljamo v tem zborniku, dragocen prispevek k zastavljenemu cilju. Skupaj z že objavljenimi rezultati o učinkih zaježitve, speleoloških in drugih raziskavah naj vzpodbuja k nadaljevanju, da bi seveda v okviru razpoložljivih moči in sredstev končno le dobili bolj zaokroženo podobo o naravi, življenju in ljudeh v tem lepem in zanimivem predelu kraške Slovenije.

Ljubljana, aprila 1978

Uredniški odbor

# KRAŠKI POJAVI CERKNIŠKEGA POLJA

(Z 1 KARTO IN 63 SLIKAMI)

## KARST PHENOMENA OF CERKNIŠKO POLJE

(WITH 1 MAP AND 63 FIGURES)

RADO GOSPODARIČ, PETER HABIČ

SPREJETO NA SEJI  
RAZREDA ZA PRIRODOSLOVNE VEDE  
SLOVENSKE AKADEMIJE ZNANOSTI IN UMETNOSTI  
DNE 19. OKTOBRA 1977

## VSEBINA

Izvleček — Abstract . . . . .	10	(4)
UVOD . . . . .	11	(5)
GEOLOŠKE IN HIDROGEOLOŠKE OSNOVE . . . . .	13	(7)
Litologija in stratigrafija . . . . .	13	(7)
Tektonika . . . . .	16	(10)
Geološki razvoj ozemlja ob Cerkniškem polju . . . . .	24	(18)
OBLIKOVANJE RELIEFA V OBMOČJU CERKNIŠKEGA POLJA . . . . .	25	(19)
Pregled dosedanjih naziranj o nastanku in razvoju polja . . . . .	25	(19)
Razvoj reliefa med Javorniki in Bloško planoto . . . . .	27	(21)
Oblikovanje kraškega Cerkniškega polja . . . . .	29	(23)
KVARTARNI SEDIMENTI . . . . .	34	(28)
Klastični sedimenti na obrobju polja . . . . .	34	(28)
Naplavine na skalnem dnu polja . . . . .	37	(31)
Potek pleistocenske sedimentacije na Cerkniškem polju . . . . .	46	(40)
SPELEOLOŠKI POJAVI OB ROBU POLJA . . . . .	48	(42)
Kratek pregled speleoloških preučevanj . . . . .	48	(42)
Jame na ponorni strani . . . . .	50	(44)
Jame na izvirni strani . . . . .	56	(50)
POŽIRALNIKI, PONIKVE IN ESTAVELE NA DNU CERKNIŠKEGA POLJA . . . . .	60	(54)
Splošni pregled . . . . .	60	(54)
Zahodni del polja z Jamskim zalivom . . . . .	60	(54)
Osrednji del polja z glavnimi ponikvami . . . . .	63	(57)
Zadnji kraj . . . . .	86	(80)
Razvoj in povezanost ponikev . . . . .	94	(88)
HIDROLOŠKE ZNAČILNOSTI IN POSKUSNA OJEZERITEV . . . . .	96	(90)
Pregled hidrografskih in hidroloških preučevanj . . . . .	96	(90)
Hidrogeološki oris polja in njegovo hidrografsko zaledje . . . . .	99	(93)
Načrt stalne ojezeritve in poskusna zajezitev ponorov . . . . .	104	(98)
Polnjenje in presihanje jezera . . . . .	109	(103)
Nekatere fizikalno kemične lastnosti voda . . . . .	129	(123)
Hidrološki učinek poskusne zajezitve ponorov . . . . .	140	(134)
NOVI POGLEDI NA RAZVOJ IN FUNKCIJO KRAŠKIH POJAVOV CERKNIŠKEGA POLJA . . . . .	143	(137)
KARST PHENOMENA OF CERKNIŠKO POLJE (Summary) . . . . .	150	(144)
Literatura . . . . .	159	(153)



**Izvleček**

UDK 551.44(497.12—14)  
551.89(497.12—14)

**Gospodarič Rado, Peter Habič: Kraški pojavi Cerknškega polja. Acta carsologica 8, 7—162, Ljubljana, 1978, lit. 92.**

Razprava obravnava geološki in geomorfološki razvoj kraškega Cerknškega polja, pri čemer kritično presoja starejše raziskave in rezultate prirodnoslovnih raziskav kraških pojavov iz obdobja 1967—1972. Posebej so preučeni pleistocenski sedimenti na polju in v obrobni jamah ter holocenski in recentni hidrološki pojavi. Podani so novi pogledi o razvoju in funkciji kraških pojavov Cerknškega polja. Vsi podatki so pomagali pojasniti učinke poskusne ojezeritve 1968—1972, ki se kaže v podaljšanju poplavne dobe za največ dva meseca.

**Abstract**

UDC 551.44(497.12—14)  
551.89(497.12—14)

**Gospodarič Rado, Peter Habič: Karst Phenomena of Cerknško polje. Acta carsologica 8, 7—162, Ljubljana, 1978, Lit. 92.**

Geological and geomorphological development of karst polje of Cerknica is treated. Critically are analysed previous investigations and natural researches results of karst phenomena from time 1967—1972. Pleistocene sedimentation on the polje and in the marginal caves as well holocene and recent hydrological phenomena are studied separately. New perceptions about development and function of Cerknško polje karst phenomena are given. All these facts contributed to explanation the experimental lake effects in 1968—1972, which are shown in prolongation of flooded period for two months at the most.

Naslov — Address:

dr. Rado Gospodarič  
dr. Peter Habič

Inštitut za raziskovanje krasa SAZU  
Titov trg 2  
66230 Postojna, Jugoslavija

## UVOD

Sredi Notranjskih kraških planot je v osrčju porečja Ljubljanice niz kraških polj, ki se razen po obliki tudi po vodnih razmerah razlikujejo od sosednjih višjih predelov (glej zemljevid v prilogi). Na eni strani teh polj izvirajo vode iz kraškega obrobja, na drugi strani pa vanj ponikajo. Izviri in struge na poljih se v poletnih mesecih ali pa sredi zime posuše, po večjem dežju pa se vode razlijejo po poljih. Obseg in trajanje poplav pa sta na različnih poljih različna.

Med vsemi kraškimi polji v porečju Ljubljanice in tudi sicer v Sloveniji je Cerkniško polje po obsegu največje, odlikuje pa se tudi po razsežnosti in trajnosti poplav. Celotno dno polja meri okrog 35 km<sup>2</sup> in največja poplava z gladino na koti 552 obsega okrog 26 km<sup>2</sup> površja ter vsebuje okrog 70 milijonov m<sup>3</sup> vode. Nepoplavljene, za kmetijstvo primerne ravnice je na tem kraškem polju razmeroma malo, komaj  $\frac{1}{3}$  celotne površine. Zaradi nihanja vodne gladine med 548 in 552 m se tudi obseg jezera spreminja. Najvišje vode trajajo le krajši čas, zato se višja področja polja lahko delno izkoriščajo za travnike in pašnike. Celo na najdalj poplavljenem območju v Zadnjem kraju, kjer raste le trstika, kmetje pridobivajo steljo, ko jezero presahne. Nestalne vodne razmere so najbolj neugodne, zato tudi toliko poskusov in načrtov za ureditev Cerkniškega jezera. Na Cerkniškem polju trajajo poplave poprečno do osem mesecev na leto, včasih manj, včasih pa tudi vse leto voda s polja ne odteče. Prav zato se poplavljeni del kraškega polja imenuje kar jezero. Ker pa se tudi za več mesecev posuši, ga uvrščamo med presihajoča kraška jezera. V hidrološkem pogledu to ni pravo jezero, temveč je le nekakšna obrečna poplava, ki jo predvsem uravnavajo padavine. Poplave nastajajo zaradi omejene prepustnosti požiralnikov in podzemeljskih kanalov, ki so razporejeni po dnu in na obrobju polja. Kadar priteka na polje več vode, kot je lahko odteče skozi številne požiralnike, poplava narašča, ko pa je dotok manjši od požiralne sposobnosti ponikev, jezero upada in končno presahne.

Kraška polja zavzemajo pri preučevanju krasa posebno mesto. Kot obsežne uravnane površine s tekočimi in poplavnimi vodami, pa s privlačnimi poljedelskimi predeli, so kljub manj ugodnemu zakraselemu obrobju deležne dolgotrajnih prizadevanj in preučevanj prirodnih pojavov za izboljšanje njihove gospodarske izrabe. Redkokje na krasu so se gospodarski interesi tako tesno prepletali z znanstvenimi preučevanji kot prav na kraških poljih. To velja tako za dobo prvih zapisov o kraških fenomenih od Valvasorja (1689) dalje, pa vse do današnjih dni, ko marsikateri problem tega kraškega polja še vedno ni rešen. Rekli bi celo, da številna nova, teoretično poglobljena prirodozlovska spoznanja in praktične gospodarske potrebe v kraških pokrajinah zopet in zopet postavljajo fenomen hidrografije kraških polj v ospredje pred druga raziskovalna

področja. Za Cerkniško polje to velja še toliko bolj, ker ima pomembno geografsko lego v Sloveniji in je bistven sestavni del kraškega porečja Ljubljane ter se ob njem in na njem razvija intenzivno in pestro gospodarsko življenje.

Ker so naravovarstveni in prostorski ter splošno gospodarski problemi obravnavani drugod, nas v okviru našega naslova zanima predvsem prirodoznanstveni del Cerkniškega kraškega polja. Pa še tu se moramo omejiti na področje krasi in kraških procesov, na kronološko genetski pristop obravnave, kjer nam bodo aktualistični podatki o geologiji, hidrologiji in hidrogeologiji dopolnjevali sklepe o nastanku in razvoju tega našega največjega kraškega polja.

Največja težava bo torej dana prav vprašanju, kdaj in kako je polje nastalo, kako se je sredi kraške pokrajine razvila današnja ravnina polja in njegovo bolj ali manj strmo obrobje z zakraselim površjem in podzemljem. To vprašanje so si zastavljali domala vsi dosedanja raziskovalci Cerkniškega polja, ne da bi mogli nanj zadovoljivo odgovoriti. Tudi naše prizadevanje je lahko samo poskus v tej smeri, ki se od drugih razlikuje le po obsegu novih podatkov in analiz ter po presoji nekaterih novih spoznanj.

Razvoj Cerkniškega polja so skušali že razni avtorji razlagati kompleksno s pomočjo geoloških, morfoloških, hidroloških in speleoloških podatkov. Zato kaže tudi pri nadaljnjem preučevanju razvoja polja ubrati takšno kompleksno metodo, seveda ob upoštevanju novih podatkov, ki so bili zbrani in preučeni v okviru naravoslovnih raziskav Cerkniškega polja v letih 1966—1973.

Nastanek in razvoj Cerkniškega polja se neposredno in posredno odražata v speleoloških pojavih v obrobju polja in njegovem skalnem dnu. Poznavanje teh pojavov pa je bilo do pričetka zgoraj omenjenih naravoslovnih raziskav najmanj popolno. Težišče našega raziskovalnega dela je bilo torej v prvi fazi usmerjeno najprej v obsežne ponorne jame ob Jamskem zalivu. Raziskali smo Malo in Veliko Karlovico, Svinjsko jamo, Zelške jame in še nekatere druge ter preučili ponikve, požiralnike, greze in estavele na polju samem.

V drugi fazi je bil poudarek na jamah pritočne strani polja ter na preučevanju klastičnih sedimentov na skalnem dnu polja. Bogato speleološko gradivo je že objavljeno (Gospodarič 1970; 1971; 1971a; 1974; Brodar, M., R. Gospodarič 1973). Novi podatki o geologiji in geomorfologiji ter o klastičnih naplavinah in hidrologiji pa so bili zbrani v tretji fazi speleoloških raziskav Cerkniškega polja, ko smo podali tudi zaokroženo predstavo o paleogeografskem razvoju ozemlja današnjega Cerkniškega polja in njegove okolice v neogenu. Po eni strani smo tako z geološko-geomorfološko analizo spoznali starejša razvojna obdobja, po drugi strani pa smo z analizo speleogenetskih procesov razčlenili razvoj podzemlja v holocenu in mlajšem kvartarju, kar nam je olajšalo tudi razumevanje sedanjih hidroloških značilnosti polja.

Preostala pa je še zahtevna naloga medsebojne primerjave in uskladitve različnih »kronostratigrafskih stolpcev« iz kraškega podzemlja in vmesnega površja na kraškem polju, kjer so skriti sledovi pestrega paleohidrografskega razvoja polja in okolice.

Pri klastičnih naplavinah polja smo se ukvarjali predvsem z vprašanji o sestavi, izvoru, časovnem zaporedju in pogojih odlaganja naplavin na skalno dno polja. Z ročnimi vrtnami in izkopi smo dosegli pestre naplavine, katerih analize so dale obilo novih podatkov, ki jih zadnje takšne raziskave l. 1953 še niso po-

sredovale. S podobnim načinom analize smo se ukvarjali tudi pri fluvialnih sedimentih, najdenih v jamah.

Ker so bistveni geološki in morfološki podatki Cerkniskega polja že objavljeni, jih koristimo le v toliko, kolikor so neobhodno potrebni za dopolnilo in razumevanje razvoja in funkcije kraških pojavov Cerkniskega polja.

Več prostora smo posvetili hidrološkim značilnostim in rezultatom poskusne ojezeritve polja. Prirodoslovne raziskave zadnjih deset let so bile namreč opravljene prav z namenom, da preučimo zamotane vodne razmere in najdemo možnosti za smotrno izrabo tega poseljenega kraškega prostora.

## GEOLOŠKE IN HIDROGEOLOŠKE OSNOVE

Geološke podatke o tem, da je Cerknisko polje izoblikovano v triasnih in krednih kamninah, najdemo v delu B. H a c q u e t a (1779, 133—138), na manu-skriptni karti Višnja gora - Cerknica N. L i p o l d a (1857), v opisu geoloških razmer tega kraškega polja W. P u t i c k a (1902), na geološki karti Ajdovščina - Postojna F. K o s s m a t a (1905) ter v geoloških skicah, ki sta jih objavila A. L ö h n b e r g (1934, 10) in G. S p ö c k e r (1932, 261). Jurske kamnine ob Cerkniskem jezeru pa sta prva ugotovila B. M i l o v a n o v i č (1937, 74—78) in J. Ž u r g a (1940, 54).

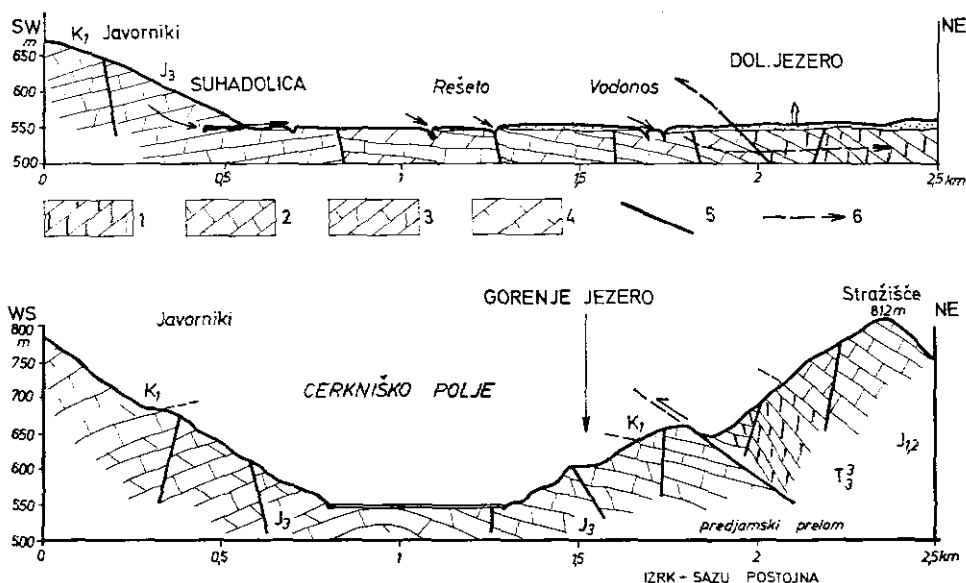
Pomemben napredek v spoznavanju stratigrafije in tektonike polja in njegove okolice je očiten v razpravi M. P l e n i č a r j a (1953), kjer je med drugim govor tudi o pleistocenskih naplavinah na polju in o oblikovitosti skalnega dna. Podatki tedanjega kartiranja in omenjene razprave so s kasnejšimi dopolnitvami (M. P l e n i č a r in D. K e r č m a r 1959; S. B u s e r 1965) zajeti na tiskani geološki karti Postojna 1 : 100 000 iz leta 1967.

Med naravoslovnimi raziskavami v obdobju 1969—1972 smo ugotovili nekaj nadaljnjih geoloških podatkov o stratigrafiji in litologiji ter tektoniki kamnin Cerkniskega polja, ki dopolnjujejo dosedanje znanje. Na novo ugotovljene geološke podatke smo pri geološkem opisu posebej poudarili ter jih upoštevali tudi pri sestavljanju prirejene geološke karte in profilov (sl. 1 v prilogi in sl. 2). Tu so poleg geoloških navedene tudi hidrogeološke značilnosti kamnin.

## LITOLOGIJA IN STRATIGRAFIJA

### TRIAS

V območju Cerkniskega jezera je zgornjetriasni dolomit najstarejša razgaljena kronostratigrafska enota. Na površju vidimo ta dolomit med Planinskim in Cerkniskim poljem ter ob jugozahodnem vznožju Slivnice (1114 m). Vnovič se pojavi v ozkem pasu pri Gorenjem Jezeru, od koder seže na Loško polje. NE del skalne podlage polja je v dolomitu, razen pod Grahovim, Žerovnico in Lipsnjem, kjer je dno v liasnem apnencu. Kamnine spodnjega dela zgornjega triasa v obliki skrilavca, ploščnatega apnenca in boksitnih vložkov v talnini obravnavanega dolomita, so razgaljene šele severno od Cerknice v povirju Cerknishčice.



Sl. 2. Geološka prereza Cerklješkega polja

- 1 — zgornjetriasni dolomit, 2 — liasni apnenec, 3 — malmski apnenec in dolomit, 4 — spodnjekredni apnenec, 5 — prelom, 6 — tokovi vode

Fig. 2. Geologic cross-sections of Cerklješko polje

- 1 — Uppertriassic dolomite, 2 — Liassic limestone, 3 — Malmian limestone and dolomite, 4 — Lowercretaceous limestone, 5 — fault, 6 — water flows

Dobro skladovit in pasnat zgornjetriasni dolomit je ob prelomih in lezikah pogosto spremenjen v milonit. Kjer je narinjen na spodnjekredne in malmske kamnine, je milonitna cona debela tudi nad 10 m. V kamnolomih pri Podskrajniku najdeni fosilni ostanki — do 3 mm veliki preseki sferokodij — kažejo, da je tod razgaljen srednji del skladovnice zgornjetriasnega dolomita. Pod Slivnico in pri Gorenjem Jezeru pa vidimo zgornji del te skladovnice, saj jo konkordantno prekrivata liasni dolomit in nato apnenec. Najdišče sferokodijev v srednjem delu dolomitne formacije omenja severovzhodno od Cerknice tudi že S. Buser (1966, 385).

V obravnavanem dolomitu so številne vrtače npr. ob stiku z liasnimi kamninami severovzhodno od ceste Cerknica - Rakek - Ivanje selo in v zaledju izvirov Zerovnišče. Hidrologi so tudi dokazali, da voda iz ponikev (Rešeto, Retje, Vodonos), odteka skozi dolomit proti severu v liasni apnenec Logaške planote in dalje v izvire Bistre in Ljubljane. Dolomit ob Cerklješkem polju torej ni povsod vododržan.

## JURA

Ob Cerklješkem jezeru so jurske kamnine razgaljene predvsem na vzhodnem obrobju tja do Križne gore in Loškega polja. Litiotide govorijo za liasno stopnjo skladovitih apnencev in dolomitov, drugi fosili pa za zgornji lias in

dogger. Hidrozoi *Cladocoropsis mirabilis* (Felix) in *Shugraia arabadensis* (Dehorne), korala *Doplaraea* sp., alga *Lithocodium* ter foraminifere vrste *Pseudocyclamina jaccardi* (Schrodt) ter taumatoporele, tekstularije in troholine pa nakazujejo spodnje malmsko starost tukajšnjega zrnatega krušljivega apnenca. Nad krušljivim apnencem je neskladoviti zrnati dolomit srednjega malma. Zgornji malm in kreda pa sta ob vzhodnem robu jezera že erodirana. Kamnine te starosti pa gradijo dno in pobočje SW polovice skalnega dna polja. Gornjemalmsko starost apnenca na SW polovici in obodu polja dokazujejo klipeine (*C. jurassica* in *C. inopinata*). Med apnencem so pogostne plasti in gnezda dolomita, najdemo pa tudi gomolje roženca. Skladovitost zgornjemalmskega apnenca je dobro izražena v spodnjem delu skladovnice, v zgornjem delu skladovnice pa so skladi debelejši, kamnina je tudi brečasta.

Pestra litološka sestava jurskih kamnin Cerkniškega polja se odraža v različni zakraselosti. Spodnjeliasni dolomit je po zakraselosti podoben zgornjetriasnemu; številne vrtače, gola škrapljasta površja s podzemeljskim pretakanjem vode pa so šele v krovnem liasnem in doggerskem apnencu, ki sta brez dolomita. Tak kras je posebno izrazit severno od Cerknice, kjer se pojavljajo obsežne koliševke. Na Kamni gorici (630 m) so v liasnem apnencu ohranjene sige in fluvialni sedimenti, ki so se nekdanje odložili v podzemeljskih prostorih. Ta kras se posredno razvija še recentno, zaradi podzemeljskih tokov vode, ki iz požiralnikov sredi jezera tečejo proti severu v izvire Ljubljaničke nekje v globini 50–100 m. Posebno hidrogeološko vlogo pripisujemo malmskim kamninam SW polovice polja, kjer se menjava apnenec z dolomitiziranim apnencem. Ta sestava vpliva na drobno oblikovitost obstoječih estavel in ponikev in na nastajanje novih požiralnih mest. Ponikve slutimo tam, kjer so paketi apnenca debelejši, kjer razpoke in prelomi večajo pretrstost in kjer je pokrov pleistocenskih naplavin tanjši kot drugod. Tudi na obodu polja vidimo, da je na malmskem dolomitu površje bolj uravnano in manj zakraselo kot na malmskem apnencu.

#### SPODNJA KREDA

Malmske kamnine konkordantno preidejo navzgor v spodnjekredne kamnine, ki so v njih planele, miliolide in številne favreine, tekstularije, oftalmidide in vermikulinide. Ti skladoviti in debelo skladoviti apnenci so razgaljeni ob vznožju Javornikov in v zahodnih obronkih jezera južno od Zelš prav tja do Rakovega Škocjana, v njih pa je tudi jugozahodni del skalnega dna polja, kjer je takomenovani Jamski zaliv. Nekaj spodnje krede je tudi pri Gorenjem Jezeru, kjer je nanjo narinjen zgornjetriasni dolomit tako kot pri Zelšah.

V skladih spodnjekrednega apnenca je dosti zrnatega dolomita, vendar manj kot v malmskem apnencu. Dolomit nastopa v nepravilnih vključkih poleg apnene breče sedimentacijskega izvora. V zbruskih vidimo številne kristale dolomita okrog posameznih gnezd mikritskega apnenca, poedini kristali pa so tudi v samih gnezdih. Kristali imajo ostre robove in gladke mejne ploskve. Očitno gre za sekundarni nastanek dolomitnih kristalov iz apnenca. Dolomitizacija pa je zajela manj spodnjekrednega, a več malmskega apnenca.

V plasteh spodnje krede so največji speleološki objekti Cerkniškega jezera: Velika in Mala Karlovica ter Svinjska jama. Tu je površje najbolj zakraselo, pa tudi skalno dno jezera je v spodnjekrednem apnencu najnižje. Vse kaže, da je litološka sestava (različno debeli skladi, drobnozrnata struktura z malo fosil-

nimi ostanki) ugodna za površinsko in podzemeljsko zakrasovanje, ki ga dolomitizirane cone niso mogle preprečiti. Današnje pretakanje vode skozi te apnenice se odvija dokaj neovirano v obliki ponornic in v obliki prenikajoče vode. O tem se bomo prepričali pri speleološki obdelavi jam ob jezeru.

Druge mezozojske in terciarne plasti iz neposredne okolice Cerkniškega jezera niso znane. Najbližje so razvite na grebenih Javornikov in v Pivški kotlini. Poznamo pa pestre kvartarne naplavine, ki jih bomo obravnavali v posebnem sestavku.

### TEKTONIKA

Ozemlje Cerkniškega polja je v tektonski enoti Visokega krasa, kjer poznamo gube in narive ter različne rupture (glej sl. 1 v prilogi).

#### SMERI PLASTI IN GUB

V območju monoklinale Logaške planote severno od Cerknice vpadajo plasti proti WSW in se šele na Slivnici obrnejo v dinarsko NW—SE smer. Proti Grahovem sestavljajo grahovsko sinklinalo, ki ima v jedru malm Križne gore, na krilih pri Bloški polici oziroma Danah pa doseže površje zgornjetriasni dolomit (glej profil v R. Gospodarič 1974, 360). Ko monoklinala Logaške planote zadene na zgornjetriasni dolomit Rakeka in Planine, pa njene plasti obrnejo proti jugu in jugozahodu, tako da o dinarski usmerjenosti ne moremo več govoriti.

V jugozahodnem delu Cerkniškega jezera je dinarska usmerjenost plasti še manj jasna. Pri Gorenjem Jezeru so sicer malmske plasti še v antiklinali NW—SE smeri, vendar to gubo proti severozahodu nadomestijo proti SW, W in NW vpadajoče plasti malma in spodnje krede. Kreda Javornikov ima šele ob eocenskem flišu Pivške kotline NW—SE usmerjene plasti.

Posebno lego imata zgornjetriasni in spodnjeliasni dolomit med Planino, Rakekom in Cerknico, kjer sta vkleščena med kreda Javornikov ter kreda in juro Logaške planote. Okoli Rakeka se pokažejo NE—SW usmerjene lezike, bliže prelomnim kontaktom pa obrnejo v smer predjamskega in idrijskega preloma.

#### RUPTURE

(razpoke in prelomi)

Vode Cerkniškega jezera se podzemeljsko pretakajo v pretrtem apnencu in dolomitiziranem apnencu. Propustnost v vadozni in freatični coni omogočajo lezike, različni prelomi in razpoke. Kakšne in katere razpoke so pri tem s hidrogeološkega in speleološkega stališča najbolj pomembne, bomo skušali ugotoviti s podrobnim preučevanjem razpok v liasno-doggerskem apnencu med Grahovim in Bločicami na dotočni strani jezera ter v malmskem apnencu in dolomitu v grebenu Drvošča, Klinjega vrha in otoku Goričici, kjer voda komunicira med ponikvami Zadnjega kraja in ponikvami osrednjega dela jezera.

Razpoke je možno preučevati na dva načina — statistično ali genetsko. Prvi način bomo izbrali tedaj, če bomo hoteli ugotoviti le prevladujoče smeri razpok. V ta namen bomo v prostorsko čim manjši golici izmerili čim več razpok (ustaljeno število je okoli 200) ne glede na to, kakšne so. Videli bomo, da nastopajo

razpoke v eni, dveh, treh ali več poglavitnih smereh. Žal pa skoraj ni tako ugodne goliče, da bi se v statistično zbranih meritvah in ustrezno sestavljenih diagramih zrcalila resnična razporeditev razpok. Iz objektivnih in subjektivnih vzrokov obstoja nevarnost, da bomo dobili povprečne smeri razpok, ki jih ne bo mogoče pojasniti s tektonskega stališča, niti spoznati njih hidrološkega pomena, ker so lahko te smeri povsem druge, kot pa ugotovljene smeri podzemeljske vode.

Bolj uporaben se kaže drugi, genetski način preučevanja, ki temelji na spoznanju, da so razpoke največkrat zavite za večji ali manjši kot, da prehajajo v radialne razpoke, robno cono in robne razpoke z drugačno orientacijo v prostoru kot pa jo ima inicialno polje začetne, glavne razpočne ploskve (P. B a n k w i t z 1966; R. G o s p o d a r i č 1973). Kamnine so prelomljene s skupinskimi razpokami prostorsko lečaste oblike, katerih razsežnost in sestava sta odvisna od petrografske in litološke sestave kamnine in od glavnih tektonskih napetosti, ki so povzročile nastanek inicialne glavne razpočne ploskve. Kot meritveni podatek pride za tektonsko analizo v poštev le orientacija glavne razpočne ploskve v njenem inicialnem polju, vse druge strukture pa pojasnjujejo sestavo skupinske razpoke. Pri tem preučevanju torej statistično zbiranje meritev ni več v ospredju, saj lahko že z nekaj desetlinami skupinskih razpok v razmeroma majhni goliči ugotovimo njihovo razmerje do lezik in prelomov, po njihovi sestavi in pogostosti pa sodimo na hidrološki pomen.

Za grafično predstavo razpok je v rabi polarna projekcija meritvenih podatkov na Schmidtovo mrežo. Na spodnjo polovico te mreže projicirani številčni in opisni podatki pokažejo na genetsko podobne glavne razpoke v enem, dveh, le redko v več poglavitnih smereh. Pri tem so lahko manjše radialne in robne razpoke vzporedne z glavnimi razpokami ali pa tudi ne. Na podoben način so projicirane tudi prelomne ploskve, ki dopuščajo sklepe o nastanku v samostojnih smereh ali pa v smereh predhodno razvitih razpok (sl. 3).

Pa pogledimo, kako po gornji metodi zbrani podatki o rupturah v kamnolomu nad Grahovim, v cestnih usekih Klinjega vrha in Drvošča ter v stenah otoka Goričice kažejo na strukturo apnenčevih in dolomitnih skladov ter na hidrogeološko funkcijo ugotovljenih ruptur.

### Kamnolom nad Grahovim

Pred kratkim opuščeni kamnolom ima več odkopnih mest na približno 200 m<sup>2</sup> površine. Liasnodoggerski apnenec so drobili v gramoz za gradnjo cest. Skladi z jasnimi lezikami so debeli med 0,1—1 m. Nagnjeni so do 15° proti severu, vzhodu in jugu, tako da sestavljajo nekako antiklinalno zgradbo, ki pa je le navidezna, kajti plasti so zasukane ob prelomih — zmikih. Ti prelomi se pojavljajo pogostno v smereh NE—SW, manj pa v smereh NW—SE. Paketi apnenca so premaknjeni bolj ali manj vodoravno ob zelo strmih in valovitih drsnih ploskvah, kje so vidne drsne raze. Takšne raze so tudi na nekaterih lezikah. Ob prelomih je tu in tam tektonska breča, poleg poglavitne drsne ploskve je še več stranskih.

Glavne ploskve razpok, njihove radialne in robne razpoke so razvite v enem sistemu smeri NNE—SSW skoraj vzporedno z večino zmikov. Ne glede na



različne sklade so zelo enotno usmerjene. To govori za njih nastanek pri premikanju paketov in skladov apnenca ob prelomih — zmikih. Nekaj razpok poteka skoraj v smeri W—E, tudi te so spremljajoči pojavi prelomov. Rotacija merjenih razpok na skupno leziko oziroma vodoravne sklade je pokazala, da so vse razpoke verjetno nastale že v različno usmerjenih skladih, to je tedaj, ko se je skladovnica lomila v pakete.

Razpoke glavnega sistema NNE—SSW se pojavljajo v posameznih skladih. Sežejo od zgornje k spodnji leziki ter se v talnino in krovino ne nadaljujejo zvezno. Podolgovata inicialna polja glavnih ploskev so večinoma sredi skladov, navzgor in navzdol k lezikam pa se glavne ploskve drobijo v rahlo odklonjene robne razpoke. V enem primeru je na razgaljeni zgornji leziki sklada videti, da se glavne ploskve razpok pojavljajo paralelno v razdaljah po pol metra. Skladi so pokali istočasno, a ločeno na več mestih. Dobro razvite lezike so onemogočile razvoj daljših zveznih razpok.

V hidrološkem oziru so obravnavane razpoke slabo prevodne, čeprav na gosto sečejo sklade. Glavne ploskve so majhne, zelo ravne, lomine se tesno prilagajajo ena drugi, robne razpoke se le malo odklanjajo od glavne razpoke. Vse to otežkoča neposredno navpično pronicanje padavin v kamnine. Tudi spoznanje, da ploskve obravnavanih razpok niso prevlečene s tanko limonitno skorjo, ki se je lahko izločila le iz prenikujočih padavin, govori za tak sklep.

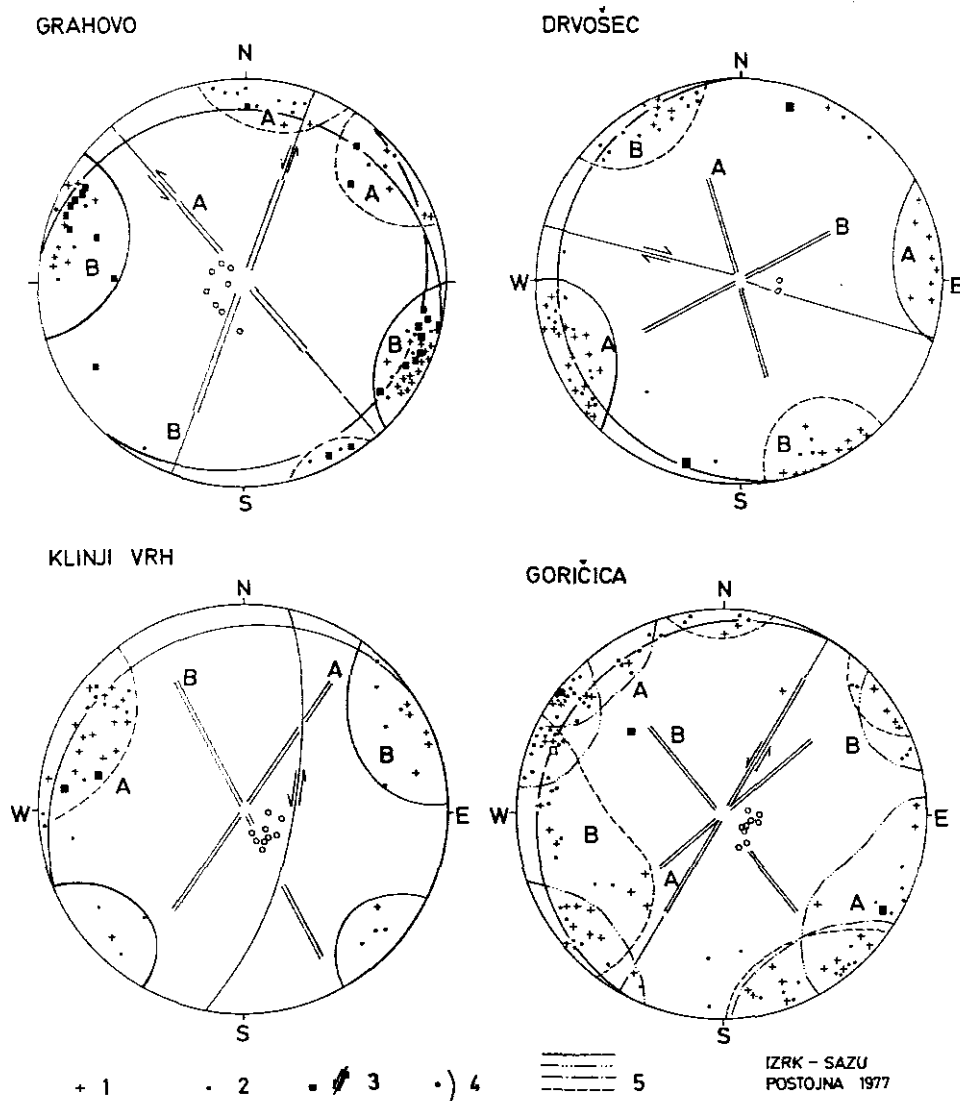
Limonitne prevleke in obstoječe kraške špranje pa so zelo pogostne na razpokah W—E in NW—SE smeri, ki so sicer v apnencu v manjšini. Te bolj vijugave in hrapave ter peresasto razporejene razpoke so bile za zakrasevanje ugodnejše. Skupaj z lezikami kot najbolj pogostnimi in najdaljšimi zveznimi ploskvami v apnencu sestavljajo prevodno mrežo v vadozni coni, po kateri so pronicale in še pronicajo padavine s površja. Podzemeljsko pretakanje vode v današnji zaliti ali freatični coni pa se lahko odvija skupaj z lezikami po razpokah in prelomih smeri NNE—SSW. Takšno smer ima bližnja vodna jama Žerovnica.

### **Golice ob Drvošču in Klinjem vrhu**

Cesta prek Cerkniskega jezera poteka od Goričice proti Otoku ob robu Klinjega vrha in Drvošča. Razpokanost tukajšnjega malmskega apnenca in dolo-mitiziranega apnenca je bilo možno študirati v dveh 10 m visokih in okoli 100 m dolgih golicah.

Pod Drvoščem so skladi drobnnozrnatega apnenca debeli do 1 m. Sredi izbrane 100 m dolge golice poteka navpičen prelom — zmik v smeri WNW—ESE, kjer skladi skoraj niso zasukani, saj v vsej golici vpadajo za 15° proti vzhodu. V obsegu golice smo namerili okoli 100 razpok, katerih glavne ploskve so združene v dveh smereh oziroma sistemih.

Prvi sistem v smeri NNW—SSE ima rahlo povite glavne razpoke in rahlo odklonjene radialne in robne razpoke. Glavne ploskve potekajo prek dveh, treh in več skladov. Prevlečene so z limonitno prevleko, ob nekaterih med njimi so kraške špranje. Za zakrasevanje in prevajanje vode se kažejo bolj ugodne kot pa razpoke drugega sistema v smeri NEE—SWW. Te glavne ploskve se pojav-



Sl. 3. Rupture ob Cerknškem polju

1 — glavne in radialne razpoke s strukturami, 2 — razpoke brez vidnih struktur, 3 — prelomi, večinoma zmiki, 4 — skladi, 5 — območje koncentracije polov ruptur v diagramih (za diagram Goričica glej razlago v tekstu), A, B — poglavitne smeri glavnih razpok z ustreznimi območji koncentriranih polov

Fig. 3. Ruptures around the Cerknško polje

1 — main joints and radial joints with structures, 2 — joints without visible structures, 3 — faults, wrench-faults mostly, 4 — beds, 5 — diagram area of poles concentration (for diagram Goričica see closer explanation in the text), A, B — principal trends of main joints with corresponding concentration pole areas in the diagrams

ljajo v posameznih skladih, pokajo sredi njih in prehajajo navzgor in navzdol v robne cone. Ploskve so gladke in kratke, krajevno nastopajo zelo na gosto.

V 100 m dolgem in 5 m visokem strmем zaseku pod Klinjim vrhom vpadajo pod 1 m debeli skladi dolomitiziranega apnenca za največ 15° proti vzhodu in severovzhodu. Ob edinem vidnem prelomu v smeri N—S so skladi le malo premaknjeni. Že na prvi pogled je videti, da so tukajšnje glavne razpoke razmeroma ravne, vendar manjše kot npr. v apnencu Drvošča, pogosto so na njih nastavljene radialne razpoke in tudi za 90° odklonjene robne razpoke. Okoli 60 merjenih glavnih ploskev se združuje v močnejši in šibkejši sistem.

Glavne ploskve razpok močnejšega sistema potekajo v smeri NE—SW. Nahajajo se v skladih, krajevno zelo na gosto v dm presledku. Inicialna polja so ob zgornji ali spodnji leziki, a tudi sredi sklada. Glavne razpoke se ne raztezajo prek dveh ali treh skladov, pač pa se v vsakem skladu odpirajo nove, podobno usmerjene. Te razpoke imajo limonitno skorjo in korozijsko razjedene površine, kar kaže na njih nekdanjo hidrološko aktivnost.

Šibkejši sistem glavnih razpok v NW—SE smeri seče največkrat 2 do 3 sklade. Poleg glavnih razpok je zelo malo robnih razpok.

Dolomitizirani apnenec Klinjega vrha je zelo na drobno razpokan, vendar zaradi kratkih razpok slabše propusten kot npr. apnenec Drvošča. Če k temu dodamo še relativno slabšo topnost v padavinski in jezerski vodi ter razmeroma stisnjene lezike je razumljivo, da predstavlja hidrološko pregrado.

### Razpoke v apnencu Goričice

V zahodnem, severnem in vzhodnem bregu otoka Goričice se menjavajo 0,5—1 m debeli skladi apnenca in dolomitiziranega apnenca malmske starosti. Skladi vpadajo položno proti zahodu in severu ter v vmesnih smereh, njih paketi so vodoravno prestavljeni v 4 strmih prelomih NNE—SSW smeri. Iz treh posameznih odsekov preiskanega roba smo zbrali skupinske razpoke v diagramu (sl. 3). Poli razpok so dokaj razkropljeni ob robu diagrama, kar je pojasniti z razmeroma dolgo golico in dejstvom, da so razpoke iz apnenca in dolomitiziranega apnenca, ki se različno lomijo. Različno usmerjeni skladi niso vplivali na razporeditev razpok, ker je rotacija na isto smer oziroma vodoravne sklade pokazala še večjo razkropljenost. Na vzhodni strani Goričice je razvita skupina NE—SW usmerjenih glavnih ploskev razpok z jasnimi prehodi v robne cone in robne razpoke. Na severni strani otoka izstopata smeri NE—SW in NW—SE, medtem ko so na zahodni strani glavne razpoke zelo različno orientirane. Vidimo celo, da se strme glavne ploskve povijajo za 90° in da se skupinske razpoke po smeri in sestavi med seboj prepletajo. Korodirane ploskve smo opazili na razpokah NNE—SSW smeri, kjer je tudi največ z limonitno skorjo prevlečenih ploskev. Na razpokah smeri NW—SE, ki nastopajo pretežno v dolomitnih plasteh, pa teh prevlek ni.

Če primerjamo vse tri diagrame razpok z grebena Drvošča in Goričice vidimo, da so hidrološko bolj aktivne razpoke, ki sklade sečejo po dolgem, manj pa tiste, ki sklade križajo pošev. Pronicanje padavin je torej možno domnevati ob kombinaciji strmih vzdolžnih razpok in vzdolž položnih lezik.

Po vpadnicah skladov je pretok bolj oviran, ker se na gosto menjavajo manj prepustni skladi dolomitiziranega apnenca in bolj propustni skladi apnenca. S plastmi in razpokami vzporedno potekajoči prelomi so hidrološko bolj aktivni kot prelomi, ki sklade prečkajo.

Odtočne poti v freatični coni iz jugovzhodnega dela Zadnjega kraja pod Drvošcem k ostalemu jezeru so verjetno vezane na smeri lezik apnenca in na vzdolžne razpoke smeri NNW—SSE, iz severozahodnega dela Zadnjega kraja pa proti NNE, ker so tu tako usmerjeni skladi in vzdolžne razpoke.

### Ostale rupture ob Cerkniskem jezeru

Ugotovitve o razpokanosti in domnevnih podzemeljskih vodnih poteh je mogoče prenesti na ostali del požiralne cone Cerkniskega jezera v območje Ponikev, Bečkov, Vodonosa in Rešeta. Tu je skalno dno prav tako iz malmskega apnenca in dolomitiziranega apnenca, vendar pokrito z naplavinami, razgaljeno le ob ponikvah, vendar le toliko, da lahko merimo slemenitev, ne pa razpok in prelomov. Vodopropustne razpoke so verjetno tudi tu vzporedne s slemenitvijo NNW—SSE, saj so v tej smeri razporejene obstoječe ponikve, pa tudi vsa ponorna cona tja do Dolenjega Jezera ima to smer. Ob triasnem dolomitu in ob coni predjamskega nariva se skladi povijajo vzporedno k narivnici.

Na ponorni strani Cerkniskega jezera v spodnjekrednem apnencu ni ugodnih golic za študij razpokanosti. Tudi na pritočni strani okoli Laz in Gorenjega Jezera ni bilo mogoče zaradi pomanjkanja ustreznih golic zaenkrat ugotoviti, kakšne so razpoke in v kateri smeri potekajo.

Rupture z znaki premaknitev na drsnih ploskvah smo merili v usekih cest in v drugih golicah ob jezeru. V skladovitem liasnem apnencu na Kamni gorici (630 m) nad Cerknico potekajo prelomi v NW—SE in NE—SW smeri. Ob cesti med Cerknico in Begunjami je močno zglijena drsna ploskev 115/85 z vodoravnimi razami v levem zniku sestavni del dislokacije, po kateri je Cerknishčica izdelala svojo strugo, preden je dosegla Cerknishko jezero. Podobno usmerjeni prelom poteka ob cesti med Grahovim in Radljekom, saj loči liasni dolomit Slivnice od liasnodoggerskega apnenca Žerunščka; tu je pretrgana grahovska sinklinala. Ta prelom se lahko nadaljuje v skalno dno Cerkniskega jezera.

Ob cestnih ovinkih med Grahovim in Bločicami potekajo prelomi v NNE—SSW in WNW—ESE smeri kot je razvidno tudi iz diagrama razpok, merjenih v opuščnem kamnolomu pri Grahovem. Tudi v SW obodu jezera prevladujejo NE—SW usmerjeni prelomi, kjer sečejo kamnine Zadnjega kraja, Laz in Gorenjega Jezera, so pa tudi v kamninah pokritega skalnega dna jezera na primer pri požiralniku Veliki ponikvi, Sitarici in Bečkih. Pomembnejši od ostalih je prelom na zahodni strani Klinjega vrha (617 m), saj seže od Zadnjega kraja tja do Rešeta.

Na ponorni strani prevladujejo prelomi NE—SW smeri, ki jim sledijo rovi obeh Karlovic blizu ponornega roba jamskega zaliva.

Širši pregled geološke zgradbe Cerkniskega jezera kaže, da so kamnine presekane z mrežo prelomov dekametrskih razsežnosti, da gre za mozaikasto prelomljenost, kjer so posamezni paketi prav malo premaknjeni.

K podobi današnje tektonske zgradbe pa prispevata precejšnji delež dve dislokaciji regionalnega značaja, predjamska in idrijska, ki Cerkniško polje vzdolž prečkata (glej sl. 1 v prilogi).

### **Predjamski nariv**

Nariv deli Cerkniško polje poprek na NE del, zgrajen pretežno iz zgornje-triasnega dolomita in SW del, ki ga sestavljajo malmske in spodnjekredne plasti. Na polju je ohranjen narivni značaj predjamskega preloma, kakor ga je označil F. Kossmat (1905) ter pojmoval in poimenoval J. Rus (1925). Naklon nariva je različen. Med Planino in Zelšami vpada narivna ploskev za  $45^\circ$  proti NE. Na SW strani jezera v grapi nad Gorenjim Jezerom je narivna ploskev prav tako nagnjena proti NE za 30 do  $40^\circ$ . Ob njej so strme lezike spremenjene v tektonska zrcala, dolomit pa je močno zdrobljen. V večji oddaljenosti od narivne ploskve so skladi dolomita bolj položni, pokrivata pa ga že spodnjeliasni dolomit in apnenec, ki sta nagnjena proti NE za 10 do  $20^\circ$ . V kamnolomu pred vasjo Klance so položne plasti dolomita zasukane proti vzhodu in presekane s prelomi NW—SE in NE—SW smeri, pa se zdi, da se nekako 100 m od narivne ploskve uravnajo in ne izklinijo, kot bi sodili po vpadu plasti prav ob narivu. Med Klancami in Danami pa je drsna ploskev navpična ali zelo strma, tako kot so strme dolomitne plasti ob njej. Ta sprememba nastopi, kjer v narivnico preide prelom iz doline med Stražiščem (812 m) in koto 694 m. Prelom je moč potegniti do Cerknškega jezera in še v njegovo skalno podlago, tako da skupaj s predjamskim narivom lečasto objema trias in lias Stražišča (812 m).

V kamnolomu pri Danah pa je opaziti ponovni prehod v položnejšo narivno ploskev ( $30^\circ$ ) in odcep zmkov proti NE. Kaže se težnja k oblikovanju novega lečastega paketa med zmičnimi prelomi. V sestavo take leče bi lahko šteli pojavljanje jurskega in spodnjekrednega apnenca in dolomita v omenjenem kamnolomu.

Navedena spoznanja omogočajo podati sodbo o predjamskem narivu, ki je na jezeru pokrit s kvartarnimi naplavinami.

Ko doseže predjamski nariv Cerkniško jezero ima za  $45^\circ$  proti NE nagnjeno vpadnico. Ta naklon se obdrži še do sredine polja, kamor se že stekajo prelomi iz Klinjega vrha (617 m) in Cerknice, da bi sklenili lečasto telo zgornjetriasnega dolomita Unca in Rakeka. Na tem območju so pglavitni požiralniki v dnu Cerknškega jezera. V nadaljevanju preloma proti SW pa lahko domnevamo zelo strm ali celo navpičen stik zgornjetriasnega dolomita in malmskih plasti tja do pojavljanja lečastega paketa Stražišča, ki smo ga omenili že zgoraj.

Predjamski nariv je najstarejša prelomna dislokacija na območju Cerknškega polja. Glede na njegov potek in tektonske enote, ki se ob njem stikajo, lahko rečemo, da je sestavni del prerivnih struktur, ki so v večjem obsegu ohranjene na ozemlju Trnovskega gozda in Hrušice ter Idrijskega območja. Še posebej je opozoriti na tako imenovani »četrti pokrov« na idrijskem ozemlju, kje leži največkrat triasni dolomit na eocenu in kredi. Na ozemlju Cerknškega jezera pa leži triasni dolomit na stratigrafsko starejših kamninah. To pomeni, da tu pokrov ni več tako izrazit in izdaten, da prerivni prelom prehaja v narivnega (pod  $45^\circ$ ), skratka, da smo bliže njegovi izhodiščni strukturi poševni in prelomljeni gubi.

### Idrijski zmik

Za ta prelom je bila doslej že večkrat dokazana vodoravna premaknitev nagubanih in narivnih struktur v smeri NW—SE (I. Mlakar 1967). Geološka karta okolice Planinskega polja kaže, da sta monoklinala Logaške planote in sinklinala Hrušice premaknjeni relativno vsaj 6 km vsak sebi, če postavimo, da sta obe enoti nekdanj sestavljali skupno strukturo. Ob taki predpostavki pa zadenemo na težave ob strukturah Cerknškega jezera, kjer taka premaknitev ni več tako jasna.

Med Planinskim poljem in Cerknškim jezerom je idrijski zmik med zgornjim mezozoikom Logaške planote in zgornjetriasnim ter spodnjeliasnim dolomitom Rakeka. Smeri skladov se prilagajajo smeri tektonske cone, vzporedni prelomi pa vključujejo v prelomno cono leče jure in triasa. V takšni leči je predel Gorice (681 m) nad Rakekom ter več paketov dolomita pri Ivanjem selu med Planinskim poljem in pri Uncu, kjer najdemo celo nariвне kontakte. Te leče se izklinjajo pri Cerknici, kjer idrijski zmik lahko delno preide v predjamski nariv, saj so vodoravne premaknitve na tem prelomu jasno vidne pri Gorenjem Jezeru, lahko pa se nadaljuje v triasnem dolomitu proti SE k Žerovnici in v dolino Šteberšice ter nato v Podlož in v Lož, kjer zapusti obravnavani teren.

Novejše kartiranje je pokazalo, da poteka nek prelom v SW krilu grahovske sinklinala. Ob njem sta krilo in teme gube premaknjena v smislu desnega zmika vsaj za 1 km, pretrgane so skladovnice spodnjemalmskega apnenca in dolomita. V teh malmskih kamninah se premik jasno odraža, v triasnem dolomitu in liasnem apnencu med Cerknico in Žirovnico ter vzhodno od Loža pa ga je težje spoznati, ker se stikajo enake kamnine. Obravnavani loški prelom ima značilnosti idrijskega zmika, zelo verjetno je njegov sestavni del.

Ob idrijskem prelomu na ozemlju Cerknškega jezera so nagubane in narinjene skladovnice vodoravno premaknjene v smeri NW—SE, a tudi v smeri, ki je pravokotna nanjo. Takšno zgradbo ob coni idrijskega zmika poznamo tudi na ozemlju Idrije, saj je tu ta dislokacija najbolj podrobno preučena. Če pri Idriji znaša vodoravna premaknitev okoli 6 km, potem je ob Cerknškem jezeru možno spoznati le okoli 1 km dolgo vodoravno premaknitev. Ker je močno verjetno, da paketi ob navpičnih drsnih ploskvah niso vodoravno, ampak tudi poševno premaknjeni, so gibajoči bloki prestavljeni tudi po višini, npr. Slivnica je bolj dvignjena v primerjavi s Križno goro ali Kamno gorico oziroma Javorniki. Vodoravne premaknitve so mlajše kot prerivne. Največjo intenziteto so dosegle v mlajšem terciarju, računati pa je z njihovo sorazmerno aktivnostjo tudi v kvartarju.

Prikazani potek obeh poglavitnih prelomov je za hidrološke razmere jezera pomemben, ker kaže, da je med Dolenjim Jezerom in Cerknico paket triasnega dolomita najožji. Sosednji paketi so širši in v njih ni pogojev za podzemeljsko odtekanje vode proti severu. Na najožjem pasu dolomita so vrtime pokazale kaverne še v globini do 100 m, v ta pas pa izginja tudi nekaj vode Cerknšičice (M. Breznik 1961).

**GEOLOŠKI RAZVOJ OZEMLJA OB CERKNIŠKEM POLJU**

(slika 4 v prilogi)

Na podlagi doslej znanih in zgoraj obravnavanih podatkov smo sestavili razvojne skice geološke zgradbe današnjega ozemlja Cerkniškega polja v obdobju med eocenom in kvartarjem, ki naj pomagajo razumeti grobo geološko zgodovino obravnavanega ozemlja. V podrobnem je nastajanje današnje zgradbe gotovo mnogo bolj zamotano od prikazanega, vendar bo teoretično in praktično bolj zadovoljive razvojne slike možno sestaviti v bodoče, ko bomo opravili bolj intenzivna preučevanja ožje in širše regije.

1. V posteocenskem obdobju sta bila na površju današnjega Cerkniškega polja in okolice razgaljena zgornjekredni apnenec in eocenski fliš, ki verjetno ni segal dlje proti severu od današnjih Javornikov. Kamnine so bile rahlo nagubane, v splošnem pa nagnjene proti jugozahodu, saj jih je imeti za sestavni del obsežnejše borovniške antiklinale. Ozemlje Cerkniškega polja je bilo tedaj le malo nad morje dvignjeno kopno.

2. Intenzivno gubanje v začetku neogena, ki je zajelo vse ozemlje Slovenije oziroma alpsko in dinarsko sedimentacijsko območje, se je na ozemlju Cerknice posebej uveljavilo v gibkih srednjetriasnih kamninah. Gibljive zgornjetriasne in ostale mezocoidske kamnine nad njimi so se sprva povile v prevrnjeno gubo, nato pa prelomile, tako da je NE krilo zdrselo na SW krilo. Nastal je današnji predjamski nariv, ki je bil proti površju vedno bolj položen, v globino k spodnjetriasnim kamninam pa strm. Celotno ozemlje se je precej dvignilo nad morsk gladino, erozija pa je spreminjala površje. V NE krilu so bile razgaljene spodnekredne in malmske kamnine, narivnica je potekala nekako po današnjem NE pobočju Javornikov, meja med eocenskim flišem in krednim apnencem pa se je zaradi erozije pomaknila proti SW.

3. Zaradi spremenjenih tektonskih napetosti v zemeljski skorji se je po narivanju v pliocenu uveljavilo premeščanje kamnin ob novi navpični dislokaciji — današnjem idrijskem zniku. Geološka zgradba kaže, da so se taki premiki uveljavili tudi na starejšem predjamskem prelomu. Tedaj so v kamninah nastale pretežno vzdolžne razpoke, ki smo jih pri obravnavi ruptur spoznali za starejše. Erozija je nadalje razgaljala mezocoidske kamnine in zniževala površje na obeh straneh narivnice, tako da se je ta premaknila še bolj proti severozahodu.

4. Struktura se je nadalje spreminjala v zgornjem pliocenu in spodnjem kvartarju. Paketi so se vodoravno in poševno najbolj intenzivno predstavljali, skladi pa so tokrat razpokali tudi počez. Erozija je hkrati zniževala površje različno dvignjenih strukturnih enot. Na površju se je pokazala zamotana sestava obeh pglavitnih dislokacij kot so prečni zniki in lečasto oblikovane in zdrobljene tektonske cone.

5. Današnja geološka zgradba je približno takšna kot v mlajšem in ostalem kvartarju. Relief je nižan za okoli 2000 m. Prvotno 2,5 km oddaljeni gubi sta za enkrat bliže ena drugi, narivnica pa je razgaljena za km bolj severovzhodno kot poprej. Domnevamo, da je NE krilo dvignjeno ob narivu skupno za več kot 1,5 km, strukturni paketi pa vodoravno premaknjeni ob pglavitnih dislokacijah najmanj za 1 km, ob manjših znikih pa ustrezno manj.

## OBLIKOVANJE RELIEFA V OBMOČJU CERKNŠKEGA POLJA

### PREGLED DOSEDANJIH NAZIRANJ O NASTANKU IN RAZVOJU POLJA

Iz dosegljive literature smo zbrali mnenja o nastanku polja in jih razvrstili v 3 poglavitne skupine: tektonsko — udorni, erozijski in korozijski nastanek. Kar zadeva tektonski nastanek skoraj vsi v spodnji tabeli navedeni avtorji mislijo na udore, ki bi naj dali polju nekakšno poglobljeno obliko. V vseh delih je upoštevana tektonska zveza med dolomitom in apnencem, vendar nanjo vežejo nastanek polja neposredno. Razlike nastopijo šele v pogledih o pomenu in prevladovanju poedinih činiteljev na posamezne razvojne faze in nekdanje uravnave Notranjskega podolja. Z deli J. Cvijića (1895; 1901) in F. Kossmata (1897; 1916) smo dobili prve geomorfološke podatke o razvoju polja, ki temeljijo pri prvem na opisnem postopku, pri drugem pa na razvojni shemi reliefa in geoloških procesov v neogenu. Nekatera starejša stališča pa izven teh spoznanj razlagajo nastanek polja in njegove poplave z udiranjem stropovja nad jamami (W. Putick 1888, 9). Ta odlični poznavalec cerknškega podzemlja je v zarušitvah in naplavljanju sedimentov videl vzroke nastajanja polja in poplav, ki jih je upal odpraviti z odstranjevanjem podornega materiala pred jamskimi vhodi, se pravi ob vsem ponornem robu. Tako je mislil tudi E. A. Martel (1894, 458).

Zagovornik udornega nastanka je bil tudi V. Knebel (1906, 165). Spočetka je takšen nastanek Cerknškega polja zagovarjal tudi J. Cvijić (1895, 148), pozneje (1926, 408) pa je upošteval tudi erozijsko delovanje reke verjetno pod vplivom Kossmatovih razprav. Misel o udorih zasledimo še pri F. Krausu (1894, 141), ki je za poglobitev upošteval tudi erozijo.

Pregled mnenj o nastanku Cerknškega polja pri različnih avtorjih:

Tektonsko udorni	Erozijski	Korozijski
W. Putick 1888		
F. Kraus 1894		
J. Cvijić 1895; 1926		
V. Knebel 1906	F. Kossmat 1897; 1916	
	H. Krebs 1924	
	J. Rus 1925; 1930	
	G. Spöcker 1932	
	A. Löhnberg 1934	
	A. Hočevar 1940	
	M. Pleničar 1953	
	A. Melik 1955	
	F. Jenko 1959	
		D. Kuščer 1963
		I. Gams 1965; 1966; 1973



F. Kossmat (1916) je govoril o razvoju reliefa v okolici Cerkniskega jezera na podlagi geoloških in geomorfoloških primerjav. Zelo jasno je povedal, da so dislokacije, ki polje križajo, starejše kot suhe doline in kraška polja. Zato so pri oblikovanju depresij udeležene le posredno, ker se pač ob njih stikajo različno odporne kamenine (1916, 656).

Kossmat postavlja izoblikovanje rečnih dolin v pliocen, v konec te stopnje pa poglobljanje in širjenje teh dolin v posamezna kraška polja. To je hipoteza o erozijskem nastanku Cerkniskega polja. Njegovi argumenti so bili tako prepričljivi, da so jih kasneje prevzeli J. Rus (1925), G. Spöcker (1932), A. Löhnberg (1934), A. Hočev ar (1940), M. Plenič ar (1953), A. Melik (1955) in F. Jenko (1959).

J. Rus (1925, 106—111) je bolj določno pisal o ravniku pliocenske Ljubljanice, ki je začela v pliocenu izginjati v apnenčevo podzemlje, na dolomitu pa je še naprej erodirala. Tako so nastale višinske razlike ob stiku apnenca z dolomitom, kjer je voda zastajala in poplavljala, skratka ustvarila izolirana kraška polja z ravnim dnom, med njimi tudi Cerknisko.

G. Spöcker (1932, 273) je zaradi napačnih geoloških podatkov (celotno dno polja je v triasnem dolomitu, dva vzdolžna preloma pa ob obodih polja) mislil, da je polje nastalo ob treh prelomih, pozneje pa še z normalno rečno erozijo.

A. Löhnberg (1934, 70) je del polja na dolomitu pripisal eroziji, del na apnencu pa udorom. Isti raziskovalec je kot prvi razčlenil terase na pobočjih polja med 650 do 480 m in jih dokaj ponesrečeno primerjal z obstoječimi vodnimi horizonti. Tako npr., primerja uravnavo 630 m z vodnim tokom v Križni jami, ki se z višino 620 m na kratki razdalji spusti k izviru Podsteberšice ob polju na 560 m. Z razvojnega stališča zgornja primerjava ničesar ne pove.

Po A. Hočev arju (1940, 29) je Cerknisko polje nastalo z erozijo materiala, ki ga je voda odnašala z uravnnav na nadmorski višini 650 m v ponor v Vranjem dolu, s terase 580 m v Svinjsko jamo in Dobrovčo jamo in v ponor pod Koriti nad Malo Karlovico (570 m). To so tudi nekatere Löhnbergove terase. Kot pa danes vemo, so ti domnevni ponori le sekundarni vhodi v spodnje starejše podzemeljske prostore. Namesto njih bi bilo v višini 650 m upoštevati ohranjeno suho dolino, ki se vleče proti zahodu v Rakov Škocjan (A. Melik 1951, 27; I. Gam s 1965, 84).

M. Plenič ar (1953, 116) je zastopal Kossmatovo mnenje o razširjenem delu doline, prodnate in ilovnate naplavine na skalni podlagi pa mu dokazujejo star rečni tok in več ojezeritev. Prod in grušč so dajale hudourniške grape. Ena med njimi naj bi segala na polje z grebena med Menešijo in Slivnico, njene vode pa so pozneje pretočile predhodnico Cerknishčice proti jugu. Po A. Meliku (1928) se je ta pretočitev zgodila v pliocenu, po I. Gam su (1965) pa v kvartarju.

Podatke vrtnanja in palinoloških analiz je uporabil A. Melik (1955, 144) pri razlagi geomorfoloških in hidrografskih pojavov na kraških poljih Slovenije v pleistocenu, posebej še na Cerkniskem polju. Podprl je Kossmatova izvajanja in dodal, da je bilo konec pliocena dno polja že golo in preluknjano, z nastopom ledene dobe pa so depresijo pokrile rečne naplavine v povprečni debelini 5 m. Po fosilnem pelodu sodeč, pa kažejo te naplavine kvečjemu mlado pleistocensko starost (A. Budnar 1953). Ob Melikovi razlagi bi se ledena

doba odražala na polju v zelo tankem pokrovu naplavin. D. Kuščer (1963, 9) pa je podvomil celo v pleistocensko starost naplavin. Prav tako se mu ne zdi verjetno, da bi bočna erozija reke razširila nekdanje dno doline v polje, ker bi lahko v enaki meri razširila ostale dele suhih dolin, ki so na enaki geološki podlagi. Obe polji Cerknisko in Planinsko sta po njegovem korozijskega nastanka.

Z geomorfološko metodo drobnega razčlenjevanja reliefa ob Cerkniskem polju se je ukvarjal I. Gamš (1965, 84—87). Polje naj bi nastalo v kvartarju iz dveh vzporednih, dinarsko usmerjenih dolin, kjer so se uveljavili procesi pospešene korozije. Poleg korozijskega zniževanja pa je upoštevali še udiranje stropovja nad podzemeljskimi prostori npr. v Jamskem zalivu in v Zadnjem kraju, kjer je I. Gamš predvideval začetni podzemeljski odtok vode iz nastajajočega Cerkniskega polja. V klasifikaciji kraških polj govori I. Gamš (1973) o pretočnem in robnem kraškem Cerkniskem polju.

Morfološki razvoj polja in njegovega širšega zaledja so raziskovalci skušali razčleniti na podlagi reliefnih značilnosti. Sledili so različnim fazam fluvialnega in kraškega uravnavanja, razčlenjevanja ter poglobljanja reliefa pod vplivom splošnih epirogenetskih pa tudi lokalnih neotektonskih premikov. Zakrasevanje se je sprva uveljavilo v obrobni apniški predelih, v poznejšem razvoju pa se je stopnjevalo zaradi morfoloških sprememb v spodnjem delu porečja Ljubljanske, ki jih je povzročilo predvsem neotektonsko poglobljanje Ljubljanskega barja. Po dokončni prestavitvi površinskih tokov v podzemlje so na oblikovanje kraških globeli vplivale predvsem klimatske spremembe v kvartarju in tedaj so prišle do veljave tudi podedovane morfološke in hidrografske osnove ter reliefne značilnosti ob stiku dolomita in apnenca.

### RAZVOJ RELIEFA MED JAVORNIKI IN BLOŠKO PLANOTO

(slika 5 v prilogi)

Cerkniško polje leži v obsežni reliefni vrzeli med dvema višjima planotama. Najvišji vrhovi na vzhodni Pokojiško-bloški planoti danes ne segajo veliko čez 1100 m (Slivnica 1114 m, Racna gora 1140 m), na zahodni strani pa so vrhovi nekaj višji (Javornik 1268 m, Škodovnik 1257 m, Bička gora 1257 m). Na obeh straneh Cerkniske doline lahko sledimo ob najvišjih vrhovih slemenske in vršne nivoje. Na zahodni strani prevladujejo v višinah med 900 in 1000 m, medtem ko je na vzhodni strani najvišje planotasto površje ohranjeno v višinah med 800 in 850 m. Vse kaže, da je ta razlika nastala pod vplivom različnega tektonskega dviganja na obeh straneh idrijskega preloma. Ne smemo prezreti, da so k temu lahko prispevale nekoliko tudi razlike v odpornosti kamnin. Pretežni del vzhodnega planotastega površja je na dolomitu, kjer prevladuje površinsko fluvialno oblikovanje, medtem ko je zahodni del na apnencih sproti zakraseval in je tam namesto uravnavanja prevladovalo kraško razčlenjevanje.

Fluvialno preoblikovanje je vztrajalo predvsem na triasnem dolomitu in skrilavcih v porečju Cerknishčice in je potekalo skladno z razvojem Notranjskega podolja, ki je s prvotnim površinskim odtokom predstavljalo lokalno erozijsko bazo. S prestavitvijo površinskih voda Notranjskega podolja v podzemlje pa je vlogo erozijske baze Cerknishčice prevzelo Cerknisko polje. V porečju sedanje Cerknishčice so ohranjene številne terase, ki nam olajšujejo preučevanje morfološkega razvoja tega porečja kot tudi primerjavo z reliefnimi značilnostmi

Cerkniškega polja. Zaradi različne geološke zgradbe in hidrogeografskega zaledja so na približno enako obsežnem prostoru nastale bistveno drugačne reliefne značilnosti. Pod enakimi klimatskimi in splošnimi morfo-genetskimi pogoji se je v porečju Cerknišnice oblikoval dolinast in grapast relief, na območju Cerkniškega polja pa se je predvsem zaradi koncentracije skoraj 10-krat večjih vodnih količin oblikovala sprva široka ploska dolina. Pozneje se je v njenem dnu razvila plitva, toda razsežna kraška globel, ki so ji šele mlade kvartarne naplavine dale podobo današnjega kraškega polja.

Dolina med Javorniki in Slivnico je nastajala verjetno v enakih stopnjah kot jih sledimo v povirju Cerknišnice. Toda na pobočjih Slivnice in Javornikov skoraj ni reliefnih polic, ki bi ustrezale terasam v porečju Cerknišnice. Po našem mnenju so izginile s širjenjem Cerkniške doline. Nasprotno pa so police v ustreznih višinah izrazitejše v predelu med Cerkniškim in Loškim poljem, a tudi na odtočni strani Cerkniškega polja ob neposrednem vznožju Javornikov. Vrsta kopastih vrhov in teras nakazuje skladno zniževanje reliefa na obeh straneh Slivnice.

Kopasti vrhovi med Cerkniškim in Loškim poljem Stražišče (812 m), Devin (792 m), Jesenovec (818 m), Križna gora (858 m) ter Golo (874 m), Draga (805 m) in Lisec (873 m) so ostanki sklenjene uravnave v višinah nad 800 m, ki je tudi na Bloški planoti in v obrobju Loške doline lepo ohranjena. Pod ostanki tega planotastega površja so nižji prevali, robne police in v kopaste vrhove razčlenjeni ostanki nižje uravnave oziroma erozijske stopnje, ki jo v celotnem predelu sledimo v višinah med 700 in 750 m.

V porečju Cerknišnice in Blošnice pripadajo tem višinam številna slemena, medtem ko so ostanki tega površja v obrobju Cerkniške in Loške doline bolj skromni. Ko se je oblikovalo to površje, je porečju nekdane Cerknišnice oziroma prvotne Begunjšice, ki se je odtekala še v smeri proti Logatcu, pripadalo celotno porečje sedanje Blošnice (A. Melik 1928, 76). Reliefne poteze v razvodju med obema porečjema to jasno kažejo. V predelu med Cerkniškim poljem in Loško dolino pa se je začela diferenciacija reliefa, saj erozija ni uspela znižati nekaterih delov starejše uravnave. Po teh značilnostih sklepamo, da sta se že takrat začeli ločeno oblikovati Cerkniška in Loška dolina, čeprav sta bili še povezani s površinskim tokom. Reliefne oblike so se začele prilagajati hidrogeološkim razmeram.

Še bolj so se te razlike uveljavile v naslednji fazi poglobljanja reliefa, ko so bili izoblikovani vrhovi, police in zatrepi v višinah med 650 in 680 m. Sledimo jih lahko po vsem obrobju Cerkniškega polja ob vznožju Javornikov, na obrobju Rakove doline. Tudi ostanki takratnega dolinskega dna v Postojnskih vratih in drugod po Notranjskem podolju se skladajo s terasami ob Cerkniščici, ki niso posebno razsežne. Pač pa so v porečju Cerknišnice nastale v tej fazi razvoja pomembne spremembe. Nedvomno je poglobitev reliefa hitreje napredovala v Notranjskem podolju in v njegovem neposrednem zaledju v območju Cerkniškega in Loškega polja kot v povirju Cerknišnice. S poglobitvijo osrednje Cerkniške doline se je na Bloški planoti preusmeril odtok. Južni del doline se je hitreje poglobljal zaradi podzemeljskega odtoka proti Bloški polici, nato se je tudi severni del Blošnice preusmeril iz porečja Cerknišnice proti jugu. Na Bloški planoti se je začelo oblikovati samostojno hidrografska omrežje s podzemeljskim odtokom. Cerkniščica je bila prikrajšana za skoraj polovico prvotnega porečja.

Na območju Loškega polja je zakrasevanje očitno v tej fazi že toliko napredovalo, da je površinski odtok proti Cerkniškemu polju komaj še oblikoval ozko dolino, predno se je dokončno prestavil v podzemlje. Najnižji preval v današnji suhi dolini med Cerkniškim in Loškim poljem je v višini okrog 640 m, medtem ko je preval v tem predelu nekaj širši šele v višinah med 670 in 700 m.

Sledila je nova faza v razvoju reliefa, ki je zapustila obsežen ravnik v Notranjskem podolju med Hrušico in Pokojiško planoto, pa tudi v porečju Cerkniščice, ki se je tedaj poslednjič odtekala še v smeri proti Logatcu, so terase v višinah med 600 in 630 m sorazmerno najbolj razsežne. Poglobitev v tej fazi ni bila posebno izrazita, precej bolj učinkovito je bilo zato uravnavanje. V tem času se je poslednjič sklenjeno oblikovalo celotno Notranjsko podolje s površinskimi vodami in tudi vode iz Pivške kotline so še površinsko pritekale skozi Postojnska vrata in v zadnjem delu te faze izoblikovale ozko suho dolino med Ravbarkomando in Uncem.

Z erozijsko in deloma tudi tektonsko poglobitvijo spodnjega dela porečja Ljubljane je v naslednji fazi sledilo kraško razčlenjevanje Notranjskega podolja in lokalno poglobljanje reliefa v območju kraških polj, v vmesnih predelih pa je prevladalo podzemeljsko pretakanje in oblikovanje kraškega podzemlja. V tej fazi se je dejansko šele začel kraški razvoj Cerkniškega polja.

### OBLIKOVANJE KRAŠKEGA CERKNIŠKEGA POLJA

Kraško poglobljanje Cerkniškega polja je bilo na eni strani pogojeno z razvojem podzemeljskega odtoka, po drugi strani pa s površinskimi procesi na območju polja in v njegovem obrobju. Pomembno vlogo pri oblikovanju in poglobljanju dna je imela tudi površinska Cerkniščica, ki je še v višinah okrog 610 m odtekala proti severozahodu in izoblikovala od Begunj do Logatca obsežen ravnik, pozneje je bodisi zaradi lastnega naplavljanja ali zaradi zadenjske erozije potoka z obrobja Cerkniškega polja preusmerila svoj tok ob vznožju Slivnice na Cerkniško polje (A. Melik 1928, 70—71). Na oblikovanje Cerkniškega polja in njegove hidrološke razmere je Cerkniščica vplivala predvsem s svojimi naplavinami, s katerimi je zasipala odtočne kanale in je zaježevala podzemeljski odtok. Z naplavinami je zaščitila skalno dno polja pred erozijskim poglobljanjem, hkrati pa vplivala na korozijsko širjenje polja ob robu naplavljenega ravnic predvsem na apnencih ob vznožju Javornikov in na odtočni strani.

Poleg Cerkniščice so precej drobirja in naplavin prispevali tudi strmi bregovi dolomitne Slivnice, ki so bili zlasti v hladnih obdobjih izpostavljeni intenzivnemu razpadanju in spiranju. Zasipanje odtočnih kanalov je zadrževalo vode na površju in pospeševalo korozijsko širjenje skalnega apniškega obrobja. Skoraj ves apniški rob polja je strm in spominja na obrežni klif, ki je verjetno bolj korozijskega kot abrazijskega nastanka. Pomen ploskovne denudacije s strmih dolomitnih bregov Slivnice se kaže tudi v območju Grahovskega zatrepja, kjer je nastala obsežna reliefna vrzel v obrobju polja, ob vznožju zatrepja je ohranjeno starejše živoskalno dno polja. Po drobnih reliefnih značilnostih dna in obrobja polja odkrivamo zaporednost pojavov in procesov pri nastajanju in oblikovanju celotnega Cerkniškega polja, zato si bomo nekatere teh značilnosti podrobneje ogledali.

Strmo in visoko pobočje Slivnice je izredno skromno razčlenjeno. Ob vznožju na prehodu v dno polja je rahel pregib v strmini, ki je predvsem posledica denudacijskih procesov. Le manjše, neizrazite grape so zarežane v pobočje Slivnice. Pravo nasprotje temu delu oboda Cerkniškega polja je morfološko izredno razčlenjeno kraško pritočno obrobje v predelu med Žerovnico in Gorenjim Jezerom. Tamkajšnja razčlenjenost reliefa je prav gotovo posledica pestre geološke zgradbe in izdatnejšega fluvialnega erozijsko-denudacijskega pa tudi korozijskega delovanja kraških voda na pritočni strani polja.

Medtem ko je v geološko homogenem dolomitnem pobočju nad Grahovim nastal značilen enostaven zatrep, se je v predelu med Žerovnico, Bloško polico in Šteberkom izoblikoval znatno bolj razčlenjen in sestavljen zatrep. V območju Bločiskega zatrepja se stikajo apnenci in dolomiti, poleg lokalnih voda pa so v ta predel usmerjene tudi podzemeljske vode iz Blok in kraškega predela med Blokami in Loško dolino.

V Grahovskem zatrepu, ki so ga oblikovale le padavine s tega območja, ni ohranjenih erozijskih stopenj, ki bi ustrezale postopnemu poglobljanju Cerkniškega polja. Očitno pa je zatrep starejši od današnjega skalnega dna polja, saj je ob njegovem vznožju skalna polica, ki pripada višjemu, starejšemu dnu polja. To je hkrati dokaz intenzivnejšega oblikovanja pobočij v obdobju pred zadnjo poglobitvijo polja.

V sosednjem Bločiskem zatrepu lahko sledimo vse faze poglobljanja polja. Najvišje terase ob robu in sam zatrep v zgornjem delu Bloške police ustreza terasam v višinah med 720 in 750 m. Nižji zatrep Bloške police in posamezni vrhovi južno od Bločic pripadajo terasam med 650 in 680 m. V to površje sta v naslednji erozijski fazi poglobljena dva ločena zatrepja v višini med 610 in 630 m. Pri Bločicah je zaključen zatrep, ki se višje neposredno nadaljuje v zatrep Bloške police. Pod Križno goro je nastal zatrep ob Šteberščici. Prvotno sklenjeno dno obeh zatrepov je bilo pozneje razčlenjeno z novimi zatrepnimi stopnjami ob Žerovniščici in Šteberščici v višinah 580—590 m in 565—570 m. Na višjo sklenjeno polico opozarjajo danes le enako visoki griči. K njenemu razčlenjevanju so precej prispevali prav erozijski procesi ob izvirih, v razporeditvi grap in vrhov pa se odraža tudi razlika v odpornosti kamnin. Pri Bločicah se je v prvotnem zatrepu izoblikovala lokalna kraška globel očitno pod vplivom denudacije z dolomitnih bregov severno od Bločic in korozijskega poglobljanja dna na apnencih južno od naselja. Delno so k temu prispevale tudi vode, ki so se prelivale v izvire Žerovniščice. Morfološki razvoj celotnega Bločiskega zatrepja je izredno pester ter predstavlja s Križno jamo ter izviri Žerovniščice in Šteberščice enega najbolj zanimivih delov kraškega obrobja Cerkniškega polja.

Postopno zakrasevanje višjega obrobja polja se kaže v zatrepnih dolinah, ki so nastale predvsem ob kraških izvirih in so razvrščene v stopnjah od zgornjega zatrepja Bloške police v višini 710 do 720 m do sedanjih izvirov v višini 565 m.

Med Lipsnjem in Gorenjim Jezerom je v obodu polja obsežen dolinski zatrep imenovan Vrtačna dolina med Stražiščem (812 m) in Jesenovcem (818 m). Na obeh straneh Devina (792 m) vodita ozka prevala proti Loški dolini v višini 690 do 700 m, medtem ko se vznožje zatrepja razširi in nekoliko zravna v višinah med 590 in 570 m. Očitno pripada tudi to površje starejšemu dnu polja, na hidro-

loško funkcijo zatrepa pa opozarjata dva izvira v najmanjših zatrepnih dolinicah južno in severno od vasi Goričica.

Pri Gorenjem Jezeru višji zatrepi niso ohranjeni. Verjetno jih je izdatna zadenjska erozija ob izvirih Obrha in Stržena uničila in zabrisala sledove postopnega spuščanja izvirov. Edino v višinah med 590 in 600 m je ohranjen zatrep, ki bi ustrezal polici 620 m na ponorni strani Loškega polja.

Iz Loškega polja se je pretok v celoti prestavil v podzemlje po izoblikovanju prevala v suhi dolini med Danami in Gorenjim Jezerom v višini 640 in 650 m. Na območju Cerkniskega polja so pod tem prevalom nastale police v višinah med 600 in 630 m, ko so vode dalje še površinsko odtekale. Pod omenjenim prevalom na odtočni strani Loškega polja se je izoblikovalo široko skalno dno v višini med 580 in 590 m. Višje police so ohranjene le ponekod in še to v zelo majhnem obsegu v višinah med 600 in 610 m. Po teh skromnih sledovih pa vendar lahko sklepamo na najstarejše kraško dno Loškega polja. Očitno je bilo poznejše izoblikovanje dna med 580 in 590 m najbolj učinkovito, saj predstavlja še danes na Loškem polju osrednjo uravnavo. Vanjo so se v naslednji fazi zarezala le še korita površinskih tokov. Bolj na široko pa se je izoblikovalo najmlajše dno polja le ob ponorih in v predelu med Pudobom in Danami. Najnižje skalno dno Loškega polja je v višini okrog 560 in 570 m in je skoraj 20 m višje kot na Cerkniskem polju. Po morfoloških značilnostih pa se od njega tudi bistveno loči. V celoti se je Loško polje kraško poglobilo za okrog 80 m, kraško poglobljanje pa se je začelo bolj zgodaj kot na Cerkniskem polju, ki je poglobljeno le za 40 m.

Jugozahodno obrobje Cerkniskega polja je na prvi pogled zelo premočrtno tako v vzdolžni kot tudi v vertikalni smeri od najvišjih vrhov do dna polja. Po takšnih reliefnih potezah bi mogli sklepati na tektonsko zasnovo tega obrobja. Kljub temu so ponekod ob vznožju ohranjene manjše police v stopnjah, ki se skladajo s starejšimi terasami in nivoji okrog Cerkniskega polja. Nad Lazami so police v višinah med 720 in 770 m (Vodinek 728, Šmarni hrbet 767), nižja pa je Kurjica (621), ki jo po višini primerjamo s Klinjim vrhom (617) nad Goričico in je del obsežnega najnižjega predkraškega dna polja. Sledijo še nižje police ob vznožju Javornikov, ki so nastale že pod vplivom kraškega poglobljanja. Najobsežnejši ostanek starejšega kraškega dna pod Javorniki se vleče od Goričice čez Drvošec na Otok. Po nastanku se sklada z višjim skalnim dnom ob vznožju grahovskega zatrepa in s terasami ob Žerovniščici ter Šteberščici. Premočrtno pobočje Javornikov se je izoblikovalo v glavnem že pred kraško poglobitvijo, le na posameznih mestih je širjenje tudi ob najmlajši poglobitvi seglo prav pod starejše strmo pobočje, npr. v Zadnjem kraju. I. G a m s (1965, 92) uvršča Zadnji kraj med doline, ki so začele nastajati z udori jamskega stropovja. Toda po podrobnejših morfoloških raziskavah tega naziranja ne moremo podpreti. Nikjer v obodu ni večjih jam, pa tudi hidrogeološke in morfološke značilnosti ne kažejo, da se je jezerski zaliv za Otokom in Drvošcem razvil bolj v smislu podgorske doline s korozijskim poglobljanjem starejšega jezerskega dna ob strmem vznožju Javornikov. Na prvi pogled sega tudi v Jamskem zalivu današnje skalno dno neposredno pod strmo vznožje Javornikov, toda prav pri Nartih je ohranjena denudacijska polica starejšega dna polja, v katero je zarezan sedanji breg.

Svojevrstne morfološke razmere ob vznožju Javornikov so v predelu med Cerkniskim poljem in Rakovim Škocjanom. Tam so ohranjene starejše police

v prvotnem obsegu, ker poglobljanje polja ni seglo do njih. Nadlišek (708) in Škanski grič (704) spadata med ostanke površja, ki jih nakazujejo tudi police v porečju Cerkniščice v višinah med 720 in 750 m. Del tega površja sledimo v najvišjih vrhovih Postojnskih vrat kot so Počivalnik (725), Travni vrh (734), Koliševka (751). Nižje police so ob Škanskem griču na cerkniški kot tudi na škocjanski strani v višinah 630 do 640 m. Posebno obsežna je polica na zahodni strani Rakovega Škocjana ob vznožju glavnega hrbta Javornikov. Podobno površje je tudi v Postojnskih vratih med Ravbarkomando in Strmico. Vrhovi v višinah med 630 in 650 m so značilni tudi za ves obod Unškega polja in Ravnika.

Površje v višinah med 600 in 620 m, ki se sklada z obsežno uravnavo ravnika med Cerknico in Begunjami, je v predelu nad Karlovico ob vznožju Nadliška in Škanskega griča razmeroma skromno. Ohranjeno je na obrobju Balantovih dolin, v Cvingerju — Gradišču in severno od Škanskega griča, pa tudi na dolomitu med Podskrajnikom in Rakekom so posamezni hrbti v teh višinah. To površje predstavlja hkrati najnižje sklenjeno obrobje odtočne strani Cerkniškega polja. Vanj so poglobljene le nekatere ozke suhe dolinke, na primer ob cesti na Rakek ali iz Zelš v Rakov Škocjan. Najnižji prevali v teh suhih dolinkah so proti Rakovemu Škocjanu v višinah med 585 in 590 m, proti Rakeku pa med 565 in 570 m. Tu sicer ne moremo zatrdno ugotoviti, koliko se je ozek preval znižal že po prekinitvi površinskega odtoka iz Cerkniškega polja. Po usmerjenosti dolink v dolomit, kjer je še vedno učinkovita površinska denudacija, sodimo, da je tam relief pod 585 m nastajal predvsem pod vplivom lokalnega spiranja. Ni pa izključeno, da so se vsaj občasno tudi visoke vode prelivala iz Cerkniškega polja proti Unškemu v višinah med 570 in 580 m. Odtok iz Cerkniškega polja se je po omenjenih reliefnih značilnostih sodeč dokončno prestavil v podzemlje po izoblikovanju skalnih polic in razvodnih prevalov v višinah med 570 in 580 m. S tem pa seveda ni izključeno, da se je del voda iz Cerkniškega polja že prej podzemeljsko odtekal, ker je prav kraški podzemeljski odtok omogočil lokalno poglobitev polja in končno prekinitev površinskega odtoka.

V višinah med 560 in 590 m so po vsem obrobju polja ohranjeni različno obsežni ostanki starega živoskalnega dna. Na odtočni strani sta južno od Zelš dve polici v obrobju polja. Višja je do 300 m široka s prevladujočimi višinami med 580 in 590 m, nižja pa je še nekoliko širša v višinah med 560 in 570 m. Na sosednjem dolomitu so ostanki tega površja sicer ohranjeni, vendar le v ozkih hrbtih med mlajšimi dolinkami. Na apnencu so police v obeh stopnjah kraško že močno razčlenjene z vrtačami in udornicami, ki so nastale nad odtočnim jamskim sistemom. Police v višinah med 570 in 580 m so lepo ohranjene tudi ob robu Unškega polja. Tam segajo v enake višine še posamezni kopasti vrhovi sredi polja (Orehek 561, Kalič 573). V to uravnavo se je začela poglobljati tudi uvala Rakovega Škocjana, saj so na njeni pritočni in odtočni strani v teh višinah izrazite razvodne police tako med Škanskim in Rakovskim gričem na cerkniški strani kot med Suhim gričem in Cerovico na unški strani, kamor so se očitno tedaj odtevale vode.

Po izoblikovanju omenjenih polic v višinah med 580 in 590 m je povsem prevladalo kraško razčlenjevanje površja in poglobljanje v posameznih uvalah in poljih je bilo različno intenzivno.

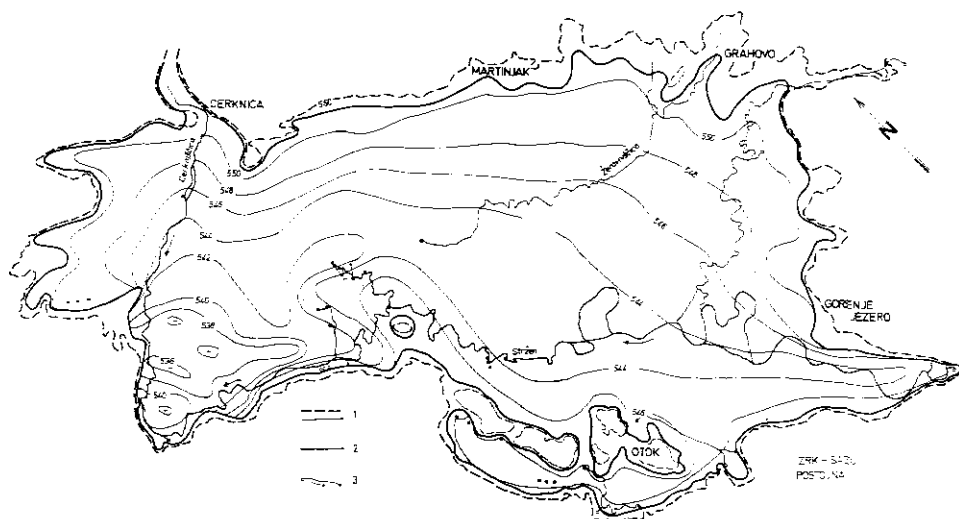
Na Planinskem in Unškem polju je v prvi fazi prevladovalo še enotno poglobljanje do višin okrog 520—530 m. V naslednji fazi pa se je izdatno poglobilo

le ožje Planinsko polje, saj vse do sedanjega dna v višinah med 440 in 445 m ni po obrobju nobenih polic. Unško polje je bilo izločeno iz skladnega poglobljanja predvsem zaradi preusmeritve odtoka iz Rakovega Škocjana neposredno na Planinsko polje. Preoblikovanje Unškega polja je odtlej dalje potekalo le pod vplivom lokalnih, predvsem denudacijskih in korozijskih procesov.

V Rakovem Škocjanu je višja skalna terasa v podobnih višinah med 520 in 530 m kot na Unškem polju, nadaljnja poglobitev pa je zajela le ožje dno doline, saj je vanj zarezana razmeroma ozka struga v višinah med 490 in 510 m.

Cerkniško polje se je v vsem tem obdobju, ko se je znižalo površje Planinskega polja za najmanj 120 m, poglobilo le za okrog 30 do 40 m in tako je današnje skalno dno polja v višinah med 540 in 545 m. S pomočjo vrtin, ki jih podrobneje navaja M. Pleničar (1953) in na podlagi novejših ročnih vrtin ter opazovanj ob ponikvah in v strugi Stržena smo lahko z interpolacijo sestavili izohipse skalnega dna (sl. 6).

Skalno dno Cerknškega polja je rahlo nagnjeno od NE roba proti sredini polja. Le pri Cerknici je v dolomitu zaznaven položen skalni prag. Na malmskem apnencu onkraj predjamskega nariva pa je dno uravnano in le rahlo dvignjeno do vznožja Javornikov. Večje neenakomernosti vidimo v območju med Jamskim zalivom in Goričico. Tako se greben Drvošča in Goričice še zaznava v višjem dnu tja proti Dolenjemu Jezeru, proti Jamskemu zalivu pa se pogloblja. Tu med vzpetinami je tudi nekaj vdolbin. Verjetno bi s podrobnejšo preiskavo in bolj gostimi vrtinami našli takšnih depresij in vzpetin še več. Nekakšna poglobljena



Sl. 6. Relief skalnega dna Cerknškega polja, sestavljen na podlagi vrtin (M. Pleničar 1954; IZRK — Postojna 1969—1972) in razkrite skalne podlage v strugah in in ponikvah

Fig. 6. Relief of Cerknško polje rocky bottom, composed with help of bore-holes (M. Pleničar 1954; IZRK — Postojna 1969—1972) and exposed rocky bottom in the creek beds and ponors

1 — contour lines, 2 — polje boundary, 3 — recent creeks with springs and ponors



starejša struga izstopa med zatrepom južno od Goričice in Gradiščem pod Dolenjo vasjo. Ta struga je morda vezana na nekdanji podzemeljski dotok vode iz Zadnjega kraja, ki se nahaja v podaljšani smeri struge. Bližnja vodna jama Suhadolica je lahko neka posledica tega starejšega pretoka. Pred ponornim robom Jamskega zaliva, podrobneje pred ovalnim zatrepom pod Gradiščem, se obravnavana struga v višini pod 540 m razširi. Izohipse se zaježajo v zakriti del ponornega roba, kar lahko pomeni, da se struga nadaljuje v zakraseli rob, v zakrite ponorne jame. V zaledju ponornega roba so v tej višini današnji sklepni rovi Velike Karlovice, predvsem njen Zahodni rov, ki po obsežnosti presega vse ostale rove te jame. Danes so te zveze zabrisane z zasipom, jamskimi in obodnimi podori.

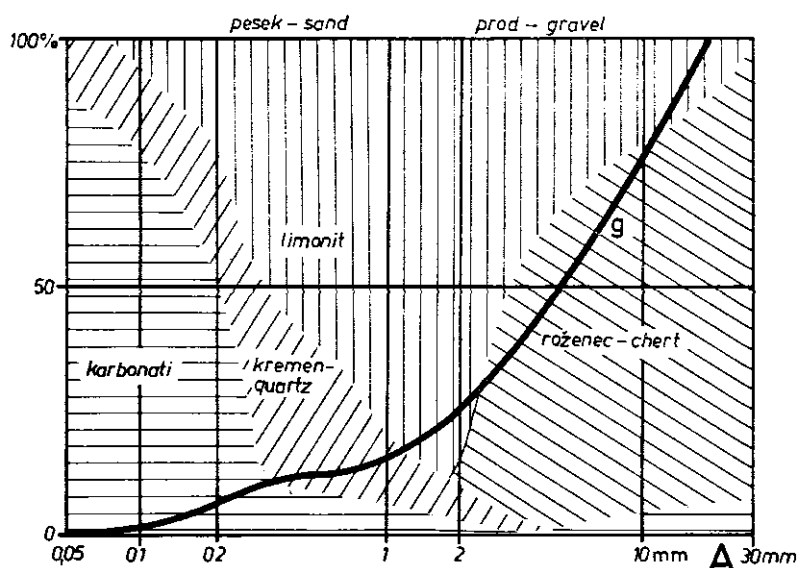
Današnje ponikve polja so vezane na uravnani in plitvi del skalnega dna (Velika, Srednja in Mala ponikva, Sitarica, Bečki in drugi bližnji požiralniki v strugi Stržena, ponorne vodne jame pa na zakraseli rob Jamskega zaliva 5—8 m nad skalnim dnom. Skalno dno polja pod mlajšimi kvartarnimi naplavinami so očitno oblikovale površinske vode, predhodnice sedanjih tokov Stržena, Cerkniščice, Žerovniščice, Lipsenjščice ter še nekaterih manjših pritokov z dolomita in kraškega obrobja. Po razpoložljivih podatkih je bilo mogoče spoznati le glavno vzdolžno dolino, ki vodi od sedanjih izvirov Obrha do Jamskega zaliva, vendar je nekoliko bolj odmaknjena od južnega obrobja kot sedanja struga Stržena. Dolin stranskih pritokov v skalnem dnu nismo zasledili. Prevladujejo položna denudacijska pobočja zlasti ob vznožju Slivnice. Po obliki in razporeditvi ponikev v dnu polja ter po kraških votlinah, na katere so zadeli pri geološkem vrtanju tudi do 30 m globoko pod površjem (M. P l e n i č a r 1953), pa lahko upravičeno pričakujemo precejšnjo kraško razčlenjenost skalnega dna. To pa bi mogli podrobneje spoznati le s številnimi vrtnami in geofizikalnimi raziskavami kot npr. na Planinskem polju (D. R a v n i k 1976). Kraško razčlenjevanje in poglobljanje dna je bilo torej prekinjeno z nalaganjem kvartarnih naplavin, ki v končni obliki dajejo polju današnjo podobo.

### KVARTARNI SEDIMENTI

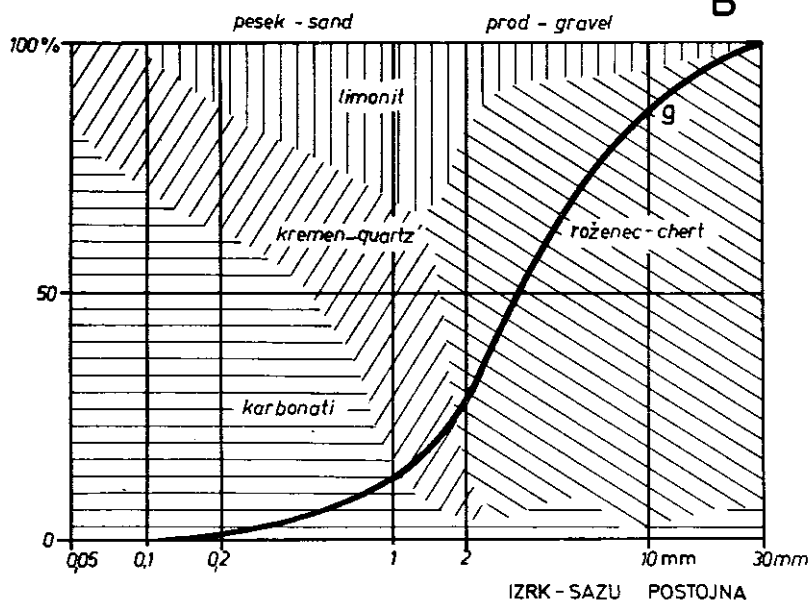
Tako kot drugod po krasu so tudi v območju Cerkniškega polja najdeni alohtoni fluvialni prodovi, peski in ilovice, pokazatelji minulih hidroloških dogajanj. Če je v njih ohranjen npr. fosilni pelod, so takšni sedimenti tudi stratigrafsko pomembni. To je razvidno iz razprav A. Š e r c l j a (1973; 1974), ki je našel fosilni pelod v različnih plasteh na skalnem dnu in spoznal njih würmsko, postglacialno in holocensko starost. Poleg teh naplavin, ki jih obravnavamo v naslednjem poglavju, pa poznamo tudi klastične sedimente na kraških uravninah in pobočjih Cerkniškega polja npr. na površju nad Cerkniškim jamskim sistemom, nadalje v območju Drvošča, Klinjega vrha in Goričice.

### KLASTIČNI SEDIMENTI NA OBROBJU POLJA

Podrobneje smo pregledali alohtone naplavine na uravnavi v pobočju Javornikov (okoli 630 nadm. višine) tam, kjer se nahajata zatrep Ušiva loka in vodna jama Suhadolica.



g - krivulja zrnivosti - granulation curve



IZRK - SAZU POSTOJNA

Sl. 7. Krivulje zrnivosti in petrografska sestava naplavin v jami Suhadolici (B) in na površju nad jamo (A)

Fig. 7. Granulation curves and petrologic composition of the sediments in the cave Suhadolica (B) and on the surface (A) above the cave

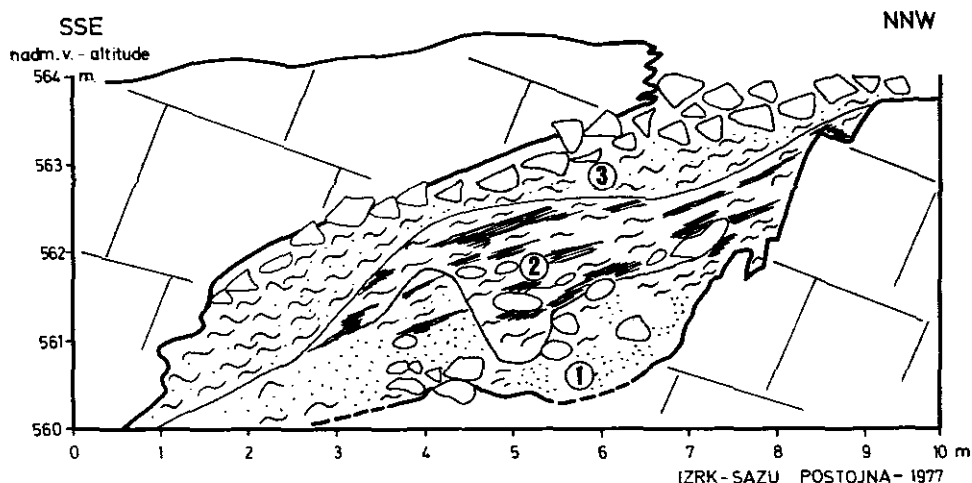
Granulacijska analiza tukajšnjega sedimenta je pokazala na pesek in prod, mineraloška pa na karbonatne, kremenčeve, limonitne in roženčeve sestavine. V meljasti frakciji so pretežno skupki karbonatne gline, v peščeni frakciji pa je največ oglatih zrn kremenca ter kongregacij in oolitov limonita. V prodni frakciji prevladuje oglat, porozen in zrnat roženec (sl. 7).

V izvirni vodni jami Suhadolici smo naleteli na naplavine, katerih zrnastost in mineraloška sestava se dobro ujema s sestavo zgoraj omenjenih sedimentov. Zrna v jami so le bolj zaobljena in sveže odkrušena. Kaže, da je ta jamska naplavina s posredovanjem vode prenesena iz kraške uravnave oziroma nahajališč v kraškem zaledju Suhadolice.

Eno takih nahajališč smo našli ob cesti po jugozahodnem pobočju Javornikov nekako 20 m nad ravnico Zadnjega kraja. Ob cesti je dosti manjših lukenj zapolnjenih s sedimenti, tu in tam pa je pobočje kar pokrito z njimi. Najbolj primeren za analizo se je pokazal sediment v skalni luknji, nekako 500 m severozahodno od Vranje jame (sl. 8).

Talna plast ima povprečno 60 % ilovice in 40 % peska in proda. Barva se giblje med 7,5 YR in 10 YR/3/2 (Munsil Color Cart), temnejša barva izhaja iz ilovice, svetlejša pa iz večje primesi kremenovega peska. Prod in pesek sta neenakomerno pomešana med ilovico ter tu in tam s karbonatnim vezivom sprjeta v kepe. Številne korozijsko zaobljene skale matičnega apnenca ležijo med sedimentom. Zaradi njih je plast različno debela, njen prehod v krovno drugo plast pa rahlo naznačen s temnosivim barvnim odtenkom.

Druga plast se petrografsko ne loči od spodnje prve plasti. Tudi zrnastost je podobna. Pač pa je tu zelo jasno izražena plastovitost peščeno-prodnih vključ-



Sl. 8. Sedimenti v zasuti jami ob Zadnjem kraju

- 1 — rjava ilovica, kremenov pesek in roženčev prod, 2 — rjavordeča ilovica z lečami peska in proda, 3 — rdeča ilovica s kremenovim peskom

Fig. 8. Sediments in the filled up cave near Zadnji kraj

- 1 — brown loam, quartz sand and chert gravel, 2 — brownish red loam with lens of quartz sand and chert pebbles, 3 — red loam with quartz sand

kov, ki so združeni v podolgovate prekinjene leče. Leče vpadajo podobno kot je nagnjen ves profil in izoblikovana skalna luknja. Zgornja meja te plasti je rahlo izbočena in zaznavna zaradi temnejše barve (5 YR 4/4 — 5 YR 4/6) krovne tretje plasti. V tej je 80 % ilovice tipa terre rosse in le 20 % peska, pretežno kremenovega. Tudi njena plastovitost je prilagojena poševnemu stropu, njun stik pa je pokrit z oglatimi skalami in vrhno rušo.

Ohranjeni sedimenti in njihova zrnavost kažejo predvsem na fluvialno zapipavanje kraške luknje v višini okoli 565 m, kar je 20 m nad današnjim skalnim dnom srednjega dela Zadnjega kraja. Petrografska sestava kaže na *terro rosso* v ilovnati frakciji, na kremenčev prod v peščeni frakciji ter na zrnat roženec in kose peščenjaka v prodni oziroma gruščnati frakciji. Vsepovsod so primešana zrna boksita in limonitnih konkrecij v nepomembnih količinah. Predvsem je zanimivo, da je ves plastovito in lečasto razporejen prod iz svetlosivega roženčastega peščenjaka. Nekateri kosi so obdani z limonitno prevleko, drugi pa imajo rdečkast zunanji ovoj. Očitno je že dokaj preperel prod bil nanesen v obravnavano luknjo skupaj s *terro rosso* in se v njej ohranil pred nadaljnji spremembami.

Pri iskanju izvora peščenjaka smo pregledali še okolico luknje in ugotovili, da se njegovi manjši predvsem pa večji rahlo zaobljeni kosi nahajajo po vsem delno položnem, delno strmem pobočju Javornikov presenetljivo visoko do 765 m nadmorske višine. Ta razširjenost kaže, da imamo na jugozahodnem pobočju Javornikov opraviti z zelo starimi klastičnimi sedimenti, ki so med oblikovanjem polja vplivali na sestavo klastičnih sedimentov, kjer koli jih danes tu najdemo. V obsegu poplav ali rečnih tokov na polju in ob njem so bili transportirani in odloženi na zakraselo podlago in obrobje (npr. v našo obravnavano luknjo), izven poplav in nad horizontalnimi tokovi pa so jih premeščali hudourniki in denudacijski procesi. Zaenkrat še nismo mogli ugotoviti, kje in kakšna je matična kamnina tega roženčevega peščenjaka. Petrografske in stratografske analize, od katerih si obetamo zanimive rezultate, so v to smer preučevanja šele zastavljene.

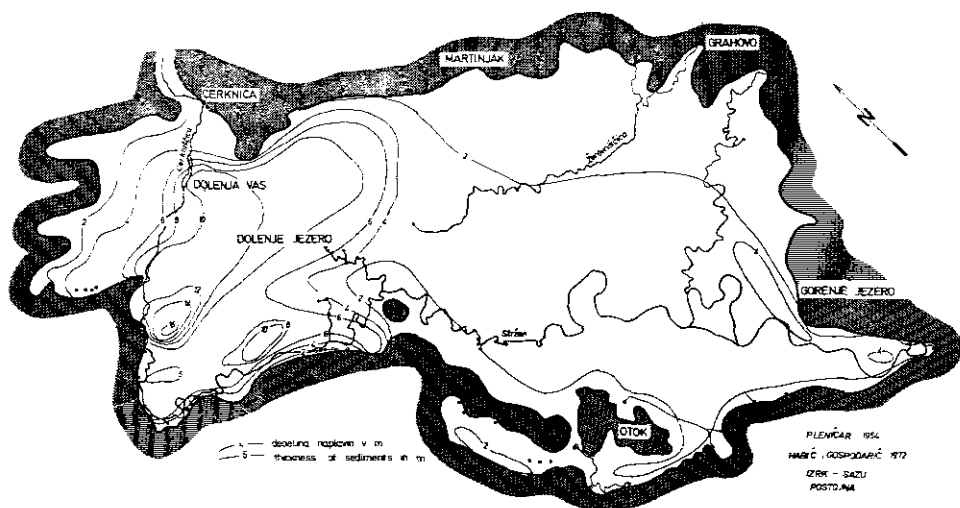
### NAPLAVINE NA SKALNEM DNU POLJA

Debelina naplavin je odvisna od konfiguracije skalnega dna, od sestave in izvora naplavin. Tako so na SE strani polja naplavine debele do 4 m, in le krajevno npr. pri Srednji ponikvi dosežejo 6—7 m debeline.

V NE polovici polja, kjer je skalno dno globlje, pa je tudi naplavinski pokrov debelejši. Če je pri Vodonosu in Rešetu debel 6—7 m, potem pokriva v območju starejše struge skalno dno 6—10 m na debelo. A tudi proti Cerknici se razteza tako odebeljeni zasip, predvsem na račun tudi do 10 m debelega mlajšega vršaja Cerknšice, ki so ga naplavile vode iz območja Begunj in izpod Slivnice (sl. 9).

Na višje ležečem dnu polja okrog Žerovnice in Grahovega pa je naplavni pokrov komaj meter debel. Sestavljen je iz terre rosse in črnega humusa in z vmesnim dolomitnim gruščem, kar kaže na to, da ta del polja ni bil v pleistocenu tako pogostno poplavljen kot poglavitni del polja, ki ima za 5 m globlje skalno dno.

Petrografsko sestavo in zrnavost naplavin v obsegu današnje maksimalno in največkrat poplavljenе površine polja smo spoznali med Dolenjim Jezerom



Sl. 9. Debelina naplavin na skalnem dnu Cerkljskega polja, sestavljeno na podlagi vrtin (M. Pleničar 1954 in IZRK — Postojna 1969—1972)

Fig. 9. Sediments fill thickness on the Cerklje polje rocky bottom, composed by bore-holes (M. Pleničar 1954 and IZRK — Postojna, 1969—1972)

in strugo Stržena pri Ušivi loki, nadalje pri ponikvah Vodonosu in posebej pri Rešetu ter nadalje vzvodno ob strugi Stržena proti vzhodu, kjer so Mala, Srednja in Velika ponikva. Naplavine v zahodnem delu polja so bolj pestre kot naplavine v vzhodnem delu polja. Če je pod pobočjem Slivnice še nekaj dolomitnega grušča nad jezersko ilovico, potem proti pobočju Javornikov in tja proti Jamskemu zalivu prevladujejo različne plasti ilovice, peska ter proda in grušča iz različnih erozijskih in akumulacijskih obdobij pleistocena.

#### NAPLAVINE MED VASJO DOLENJE JEZERO IN STRUGO STRŽENA POD VRŠIČEM

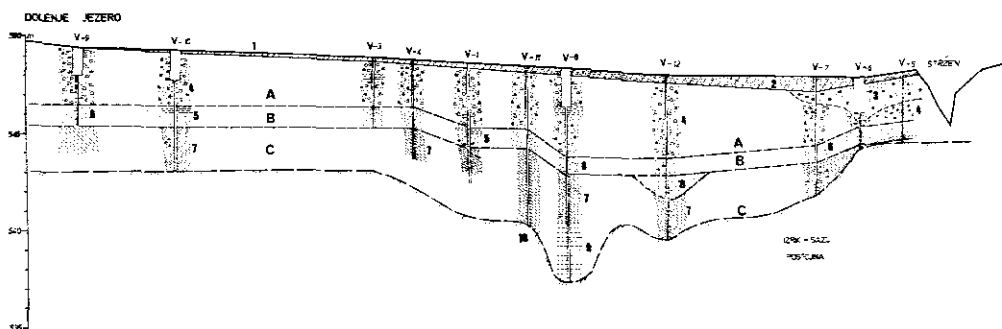
Pri načrtovanju pregradnega nasipa, ki naj bi zajezil odtekanje srednjih in nizkih voda v Jamski zaliv, smo z ročnim svedrom napravili 11 vrtin, od katerih jih je 7 doseglo skalno dno, v štirih pa zaradi talne vode nismo dosegli skalne podlage (sl. 10). V drobnem smo navrtali zelo različne naplavine, ki pa jih makroskopsko lahko strnemo v tri pglavitne skupine (A, B, C).

Pod humusom (1), ki ga je več v bližini Stržena, kjer prehaja v rjavkasto ilovico s polžjimi hiščami (2), prevladuje nekaj metrov debela plast različno preperlega dolomitnega grušča pomešanega z drobnno mivko in sivo ilovico (4). V bližini Stržena je plast grušča tanjša, čezenj pa je odložena do pol drugi meter debela siva mastna ilovica z ostanki polžjih hišč (3).

Pod plastjo dolomitnega grušča mivke in ilovice, leži skoraj v vsem prerezu enako debela plast prhke rumenkaste ilovice in mivke (5 + 6). Pod njo sledi debelejša plast rjave peščene ilovice (7), ki vsebuje ponekod zaobljen prod in pesek (8), ponekod pa preperel dolomitni grušč (V 8, V 9) ter rjavo limonitizirano ilovico, ki v obravnavanem prerezu leži večinoma na skalni podlagi. Le v vrtini 8

smo pod to ilovico v nekakšni strugi zasledili še 3 m debelo plast drobno pasovite sivorjave ilovice (9). Po razmerah v vrtinah 11 in 12 sklepamo, da je pasovita ilovica omenjena le na najglobljo kotanjo v skalnem dnu. Prej omenjena plast rjave peščene ilovice pokriva pretežni del vegastega dna. Njeno prvotno površje pa je bilo precej bolj ravno od ugotovljenega, saj ga je šele poznejša erozija spet razrezala. V obravnavanem prerezu sega ta značilna plast še v višine med 545 in 546 m, le v osrednjem delu jo zasledimo šele v višini okrog 543 m. Očitno pripada plast rjave peščene ilovice z gruščem najstarejšemu zasipu v sedanjem dnu Cerkniškega polja. Verjetno začenja starejši zasip s sedimentacijo rjavosive pasovite ilovice, ki je odložena v zajezeni strugi, saj prehaja navzgor neposredno v rjavo mastno glino (V 11, 12), ta pa v rjavo peščeno ilovico z več grušča, peska in drobnega proda. Preperelost dolomitnega grušča in drobnega proda (V 7) pa tudi limonitni sprimki kažejo, da je bila naplavina po sedimentaciji izpostavljena preperevanju in spiranju v bolj sušnih pogojih.

Površje najstarejšega zasipa so oblikovale površinske vode in vanj zarezale novo strugo Stržena, ki je v primeri z ono na skalni podlagi pomaknjena bolj proti jugu pod vznožje Vršiča. V vrtini 12 smo sredi stare struge zadeli na dober meter debelo plast sive jezerske gline (7), ki se po barvi in sestavi razlikuje od sedimenta v talnini in krovlini. Očitno gre za mlajšo plast, ki se je začela odlagati v spremenjenih hidrografskih in v drugačnih klimatskih pogojih. Podobne sive ilovice v drugih vrtinah nismo našli in sodimo, da je bila odložena le v dnu stare struge ali v manjši, z grezom nastali kotanji. Položaj in značaj



Sl. 10. Naplavine med Dolenjim jezerom in strugo Stržena ugotovljene z ročnimi vrtinami V 1 — V 12; podrobnejši opis plasti glej v tekstu

1 — humus, 2 — rjavkasta ilovica s hišicami polžev, 3 — siva ilovica s hišicami polžev, 4 — dolomitni grušč, pesek in siva ilovica, 5 in 6 — rumenkasta ilovica in droben kremenov pesek, 7 in 8 — rjava peščena ilovica, pesek, prod in preperel grušč, 9 — pasovita sivorjava ilovica s peskom, A — mlajši zasip, B — jezerski sedimenti, C — starejši zasip

Fig. 10. Sediments between Dolenje jezero village and Stržen creek bed, based on bore-holes V 1 — V 12; detailed description of the layers in the text

1 — humus, 2 — brownish loam with snail shells, 3 — grey loam with snail shells, 4 — dolomite rubbles, sand and grey loam, 5 and 6 — yellowish loam and silt, 7 and 8 — brown sandy loam, sand and gravel, weathered rubbles, 9 — greybrown varved loam with sand, A — younger fluvial fill, B — lake sediments, C — older fluvial fill

tega sedimenta je izjemen ter je pojasnjen šele ob primerjavi s podrobnejšimi profili pri Rešetu in Ponikvah kot bomo videli kasneje. Naplavine starejšega zasipa in siva ilovica so prekrite kljub vegastemu površju s skoraj enako debelo plastjo (0,5 do 1 m) rjave prhke ilovice in mivke (6). Nastanek te plasti nam ni povsem jasen. Ker prekriva sivo ilovico enako kot starejšo rjavo ilovico, je očitno mlajša od obeh. Morda izhaja iz spodnje rjave plasti, saj ji je po barvi precej podobna. Odložena je šele v obdobju po erozijskem preoblikovanju starejšega zasipa, ni pa izključeno, da je bila pred odložitvijo prhke rjave ilovice deloma erodirana tudi siva ilovica. Ker pa se mlajša rjava prhka ilovica jasno loči od sive glin, zgornja rjava plast ni mogla nastati s preperevanjem podlage. Plast, ki jasno loči starejši in mlajši zasip, je tedaj morala nastati v posebnih razmerah. Z odložitvijo rjave prhke ilovice se ni izravnilo takratno vegasto površje polja, zasipanje pa tudi ni bilo posebno izdatno. Odložitev enakomerno debele plasti na neravni podlagi ne more biti posledica rečnega ali eolskega nasipanja. To bi zapolnilo najnižje predele in kotanje, enakomerno debela plast pa je lahko nastala le s preperevanjem vegaste podlage, ali pa z usedanjem ilovice iz občasnih visokih poplavnih voda. Prhka rjava ilovica bi bila tedaj tudi še posledica spremenjenih hidrografskih razmer. Občasne poplave so lahko nastale bodisi s spremembo klime, ali pa z zmanjšanjem prepustnosti odtočnih kanalov.

Sledilo je obdobje mlajšega zasipa, ki ga predstavljajo v tem prerezu rečne naplavine dolomitnega grušča, peska in ilovice. Naplavine so povsem prekrile staro površje in ga verjetno tudi precej zvišale, saj je še sedaj ohranjeno v višinah med 550 in 548 m, medtem ko je prvotna višina lahko ustrezala višini te naplavine, kakršna je ohranjena še danes v bližini Cerknice.

Mlajše odnašanje in spiranje grušča in ilovice najbrž ni bilo enako v vsem prerezu. V severnem delu sega grušč danes skoraj do površja, medtem ko je bliže Strženu prekrit z mlajšimi ilovicami. Pod bolj sivkasto polžarico in nad gruščem je pri Strženu odložena še svetlorjava, bolj mastna ilovica, ki tudi vsebuje ostanke polžjih hišic. Ta ilovica je odložena v starejši strugi, ki si jo je Stržen vrezal še bolj proti jugu v naplavino dolomitnega grušča in ilovice. Po odložitvi grušča lahko torej računamo s krajšo erozijsko fazo, ki pa je bila verjetno kmalu prekinjena in je sledila akumulacija polžarice. Prave jezerske glin iz tega obdobja ne poznamo, ilovica s polžki pa je lahko nastajala le s trajnejšim zastajanjem vode in obsežnejšimi poplavami Cerkniškega polja.

Današnja struga Stržena je pomaknjena še bolj pod vznožje Vršiča in je rezultat najmlajšega vrezovanja površinskih voda na območju Cerkniškega polja. Hkrati z vrezovanjem te struge pa se v njeni bližini še odlaga ilovica iz občnih poplav, saj je tam plast rjave humusne ilovice v 100 m pasu ob Strženu najdebelejša. V višjem severnem predelu, ki ga zalijejo le najvišje vode, prevladuje spiranje ilovice in humusa, zato je tam dolomitni grušč prekrit le z izredno tanko plastjo humusa.

#### NAPLAVINE PRI VODONOSU

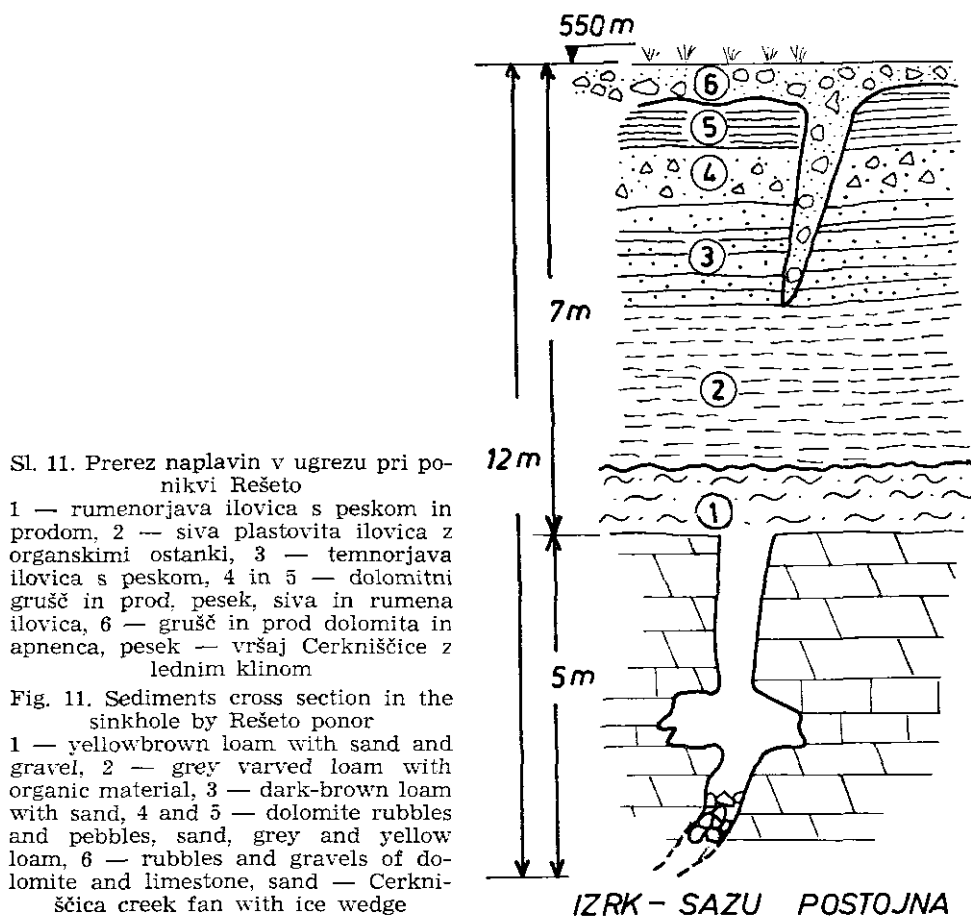
Pri svežih grezih in ponikvah Vodonosa smo ugotovili 7 m debele naplavine na skalni podlagi malmskega apnenca. Razlikovali smo lahko pet plasti ilovice s peskom in dve plasti grušča s peskom in ilovico. V ilovici ni bilo ugotovljenih

nobenih pelodov, ki bi pomagali časovno uvrstiti različno naplavljanje. Med vsemi plastmi zelo izstopa vrhnja, meter debela plast dolomitnega grušča, ki pripada takoimenovanemu vršaju Cerkniščice. Tri metre pod površjem se pojavlja podoben nekoliko bolj ilovnat grušč, ki prav tako kaže na zasipavanje polja z drobirjem iz severno ležečega zaledja.

#### NAPLAVINE PRI REŠETU

Leta 1970 se je izoblikoval ugrez v naplavinah ob severnih požiralnikih Rešeta. Razkril se je 3 m širok in 7 m visok profil naplavin, tako da smo jih lahko bolj podrobno preučili. V šestih plasteh smo pregledali petrografsko sestavo in zrnavost, pa tudi njihovo vsebnost fosilnega peloda (sl. 11).

Skalno podlago iz dolomitiziranega apnenca zgornjega malma pokriva rumenorjava ilovica s peskom in prodom (plast 1), kjer je razen apnenčevih zrn največ colitov in kongrecij limonita.





Zanimiva je naslednja višje ležeča plast (2) sive plastovite ilovice z mnogimi organskimi ostanki. V njej je A. Šercelj ugotovil sledečo pelodno sestavo v procentih:

*Pinus* 29, *Picea* 40, *Abies* (jelka) 3,4, *Alnus* 7,2, *Corylus* (leska) 2,3, *Carpinus* (gaber) 4,2, *Quercus* (hrast) 2,7, *Ulnus* (brest) 0,7, *Tilia* 0,3, *Fagus* (bukev) 6, *Vitis* (trta) 0,3, *Rubiaceae* 1, *Myriophyllum* 1,4, *Ranunculus* 0,3, *Artemisia* 0,7, *Potentilla* 0,7, *Chenopodiaceae* 1,8, *Typha* 0,3, *Helianthemum* 0,7, *Compositae* 0,3, *Filipendula* 4, *Ericaceae* 0,7, *Gramineae* 0,3. Ta sestava pelodov mu kaže na würmsko interstadialno vegetacijo.

Ta plast prehaja navzgor v temnosivo ilovico (plast 3) s peskom, kjer je največ limonitnih ooidov. Zrnavost je podobna zrnavosti talninske plasti.

Naslednja višje ležeča plast (4) je gruščnata z zveznim prehodom v sivo in rumeno ilovico brez peloda (5).

Krovnna plast (6), pretežno iz grušča, je sestavni del nasipnega vršaja. V obravnavanem profilu se v obliki klina zajeda v spodnje tri plasti in se zdi, da imamo opraviti z lednim klinom, se pravi s stadialno starostjo gruščnatega nanosa.

O petrografski sestavi bolje preučenih frakcij peska in grušča v vseh razkritih plasteh bi bilo povedati sledeče: grušč in prod sestavljajo kosi jurskega apnenca in dolomita ter zgornjetriasnega dolomita, kar je pač pričakovati, saj je izvirno severno obrobje polja sestavljeno iz teh kamnin.

V frakcijah peska so zanimive predvsem konkrecije limonita. V presewni in odsewni svetlobi jih je analizirala E. Grobelšek in ugotovila, da prevladujejo ooidi, kjer koncentrične lupine limonitno glinenega materiala objemajo zrna kremenca, glinenca, sljude in hlorita. Manj je ooidov črno rjave barve, kjer struktura ni koncentrična, in drobno zrnatega kremenca, ki je prepojen s Fe hidroksidi; to so vse delci prevladujočih ooidov, ki so verjetno nastali in situ v podzemeljskih plasteh. Velikost limonitnih konkrecij imajo tudi ooliti boksita, ki se v manjši količini javljajo skoraj po vsem profilu skupaj z redkimi kosi sljude in glinenca. Tem je težko spoznati izhodiščno kamnino. Morda gre za material iz triasnih kamnin Bloško-rakitniške planote ali pa iz primarnih nahajališč boksita v mezozojskih kamninah, ki polje obdajajo. Boksit nasploh spremlja vse fluvialne naplavine Cerknškega polja na površju in v jamah, pa zato nima neke posebne stratigrafske vrednosti.

Kremen nastopa pretežno kot oglat pesek, le redki kosi so močno zaobljeni. Takega kremenca je dosti med ilovico na kraškem površju okoli jezera, našli smo ga tudi v izvirni jami Suhadolici in v pretočni Križni jami. Useda se tudi iz vode v kraških izvirih, tako da ni nič čudnega, če je tudi v naplavini povsod zastopan. Pri Otoškem Obrhu smo v pesku spoznali največ karbonatnih sestavin (55 %), manj kremenca (40 %), ki je le v velikosti 0,5 mm zelo zaobljen ter nekaj bobovca, limonitnih konkrecij, sljude in organskih ostankov.

V neposredni bližini opisanega profila pri Rešetu so ribiči z 1–2 m globokim in 80 m dolgim jarkom razkrili nadaljnje zanimive naplavine. V jarku smo na dveh mestih še zavrtali do skalne podlage z ročnimi vrtinami, sosednji prečni presek jarka pa je razkrila sama ponirajoča voda. Glede na vidno zaporedje plasti in konstantno debelino njihovih premaknitev ob prelomih ter znano globino skalne podlage, smo lahko razkriti profil še sestavili prav do skalne pod-

lage (sl. 12 v prilogi). Skalna podlaga je v tem profilu enkrat 3,5 m, drugič pa 5,8 m pod ravnim površjem, ki se le na NE strani prevesi v recentno strugo Rešeta. V razkitem profilu so horizontalno in vertikalno zelo pestri sedimenti, sklenjene plasti pa so še prelomljene v »tektonske« jarke in horste.

Prvo plast na skalni podlagi sestavljajo rumena ilovica in pesek z limonitnimi in manganovimi koncentracijami. V glini ni pelodnih zrn. Druga plast je iz temnosive karbonatne gline s peskom in gruščem, ki jih karbonatno vezivo delno veže v okroglaste grude. Plast je spodaj glinena, zgoraj bolj peščena. Pelodni sestav, *Pinus* 42,5 %, *Pinus cembra* 3,4 %, *Picea* 16,8 %, *Alnus* 3,4 %, *Betula* 0,6 %, *Ephedra* 0,6 %, *Hippophae* 10 %, *NAP sporae* 1,7 %, *Compositae* 1,1 %, *Gramineae* 1,7 %, kaže na stadialno vegetacijo odprtega tipa s številnimi peščicami, kakor meni A. Šercelj (1974).

V zgornjem delu plasti, kjer je več grušča in proda, smo našli smrekov storž. 14 C analiza je pokazala na starost okoli 55 000 let b. p. (poročilo dr. W. G. Mook, analiza GrN-6317 z dne 21. 10. 1971).

Tretjo plast sestavljajo rjave in vijoličaste gline brez peloda, ki bi jih glede na stratigrafski položaj imeli lahko za interstadialne.

Četrta plast ima sivo glino, v vrhnjem delu primešano šoto in leži konkordantno med talnino in krovino. Tudi v tej plasti ni bilo pelodov, šota pa vendarle odraža neko humidno toplo klimo.

Peta plast rdeče in nato rjave gline nekje sestavlja današnja ravnica polja, drugje pa je skrita pod mlajšimi naplavinami, ker so se deli skalne podlage in naplavin nad njo različno dvignili oziroma pogreznili ob prelomih. Rdeča barva gline izdaja presedimentiran material terre rosse, ki jo danes vidimo v primarni legi na vzhodni strani polja okoli Žerovnice in Grahovega.

Sesta plast peska in grušča je nasip vršaja Cerknške, kakor smo ga spoznali in opisali že pri prejšnjih profilih. Vršaj je ohranjen v različni debelini, ker je erodiran, a tudi pokrit s postglacialnimi naplavinami.

Sedma plast rjave in sive gline z nekaj peska je odložena na neravno podlago vršaja. Kaže na nenadno prekinitev nasipavanja in na usedanje jezerskih naplavin v različne kotanje. To dokazuje tudi podobno ležeča vrhnja plast temnorjave in sivkaste gline s progami in lečami organskega materiala, kjer so številne hišice jezerskih polžev. To je zadnji jezerski sediment pod travno rušo.

Kronološka uvrstitev obravnavanih naplavin je možna predvsem na podlagi plasti 2, ki s fosilnim pelodom in absolutno datiranim smrekovim storžem (55 000 b. p.) govori za hladno klimo in starowürmsko starost. Po klimatski krivulji H. Grosse (1964) pride za ta zgornji del plasti v poštev hladni sunek ob koncu starejšega würma, medtem ko lahko spodnji bolj ilovnati del plasti zajema še toplejši brörupski oziroma amersfootski toplejši presledek ob relativno mirni jezerski sedimentaciji. Talninski in ilovnati peščeni plasti na skalni podlagi z mnogo limonita, pasovito teksturo in rjavorumeno barvo pa imata značilnosti fluvialnega nanosa, ki smo ga že zgodaj označili kot starejši zasip. Krovne plasti 3, 4 in 5 so zopet jezerske in interstadialne, medtem ko je grušč plasti 6 zopet stadialen, najbrže W 3.

Primerjava obeh profilov pri Rešetu je možna samo za talninsko plast starejšega zasipa in krovno gruščnato plast vršaja ali mlajšega zasipa. Vmesne

plasti pa so pri prvem profilu znatno bolj glinene z ugotovljeno interstadialno vegetacijo, v drugem profilu pa pride bolj do veljave siva glina s prodrom in stadialno vegetacijo. Na kratke razdalje so torej naplavine različno debele, zrnate in pelodno bogate. Ta značilnost se kaže tudi v daljšem profilu med Dole-njim Jezerom in Strženom, ki pa je razumljiva, če upoštevamo menjavanje rečne in jezerske sedimentacije ter vmesno erozijo.

Druga pomembna zanimivost v profilu pri Rešetu so prelomljene plasti naplavin. V razgaljenih straneh jarka smo videli z gladkimi ploskvami prese-kane plasti, ob katerih so paketi dvignjeni in spuščeni. Prelomi imajo pretežno N—S smer in so nagnjeni proti vzhodu in zahodu za okoli 70°. Na drsnih ploskvah je videti večinoma navpične in poševne raze ter za 1—2 m premaknjene pakete.

Po zaporednosti posameznih plasti je možno sklepati, da prelomi segajo še v skalno podlago. Rekli bi lahko, da so se skupaj s skalnim dnom prelomile in prestavile tudi konsolidirane naplavine.

Ker so prelomljene tudi postglacialne, morda delno tudi še holocenske plasti, je ob N—S usmerjenih prelomih računati s premiki v holocenu in sicer naj-manj za 4 mm vsakih 10 let v navpični in ustrezno več v poševni smeri.

V obravnavanem profilu so premiki zajeli vse ugotovljene mladopleistocen-ske naplavine, pa tudi vrhnje postglacialne plasti. Zato so obravnavani prelomi in premiki skoraj gotovo holocenski. Zaradi njihovega povsem tektonskega zna-čaja jih lahko uvrstimo k neotektonskim disjunktivnim dislokacijam, ki so očitno vplivale na morfologijo dna in krovne naplavine še v holocenski dobi.

Različno dviganje in spuščanje paketov naplavin je potekalo vzporedno z uravnavanjem ravnice polja, zato imamo danes na njej razgaljene različne pla-sti klastičnih sedimentov, nekje grušč, drugje ilovico, ustrezno tej zgradbi pa so razporejene tudi obstoječe požiralne luknje, npr. v Rešetu. V smeri N—S raz-porejene in vedno znova nastajajoče ponikve in povezujoče struge v Rešetu imajo tako tudi tektonsko zasnovo.

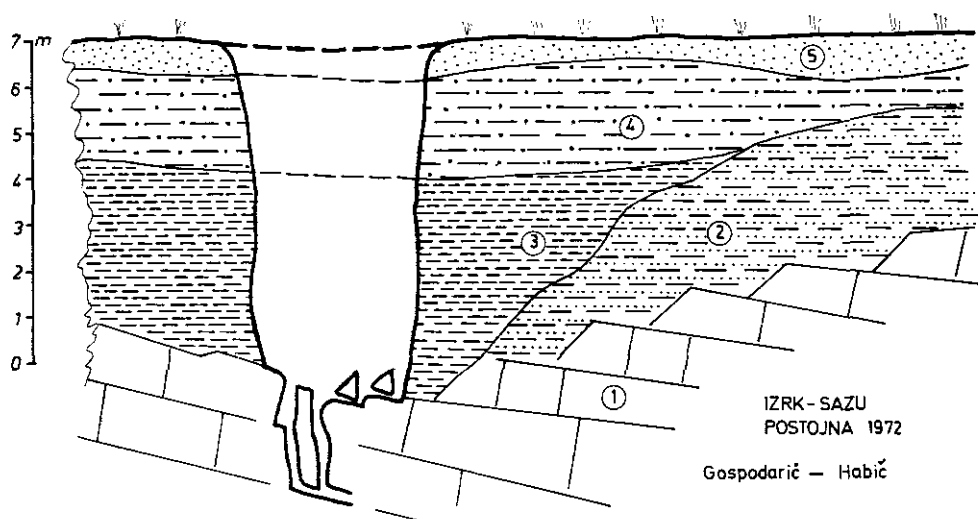
#### NAPLAVINE PRI SREDNJI PONIKVI

Ob vijugavi strugi Stržena med Goričico in Otokom so že dolgo znani poži-ralniki Velike in Male ponikve. Velike ponikve so sestavljene le iz dveh poži-ralnikov. Male pa imajo štiri in še več manjših požiralnih lukenj. Pri umiku vode najprej presušijo Male ponikve, potem šele Velike. Med obema ponikvama v strugi Stržena je Srednja ponikva.

O Srednji ponikvi zgodovinski viri ne govorijo. Domačini menijo, da se je odprla šele nekako pred desetimi leti. Od takrat dalje se vedno bolj povečuje in požira vedno več vode (0,2 m<sup>3</sup>/s). Jeseni leta 1969 smo že videli 7 m globoko luknjo v podobi jaška z zgornjim okroglim obodom premera 4 m in spodnjim le nekoliko manjšim premerom.

Navpične stene so v ilovici, dno pa v skali dolomitiziranega malmskega ap-nenca. Bolj kot oblika je zanimiva sestava razgaljene naplavine, ki kaže nekaj novega v sedimentaciji (sl. 13).

Nad skalnim dnom (1) je 4 m progaste sive ilovice tipa jezerske krede (2), nato 2 m svetlosive do rjave, rahlo peščene ilovice (4), ki prehaja navzgor v



Sl. 13. Naplavina pri Srednji Ponikvi

1 — skalna podlaga, malmski dolomitizirani apnenec, 2 — rjava pasovita ilovica s peskom in limonitnimi konkracijami, 3 — siva ilovica tipa jezerske krede, 4 — rjava peščena ilovica, 5 — humus

Fig. 13. Sediments at ponor Srednja Ponikva

1 — rocky bottom, Malmian dolomititic limestone, 2 — brown varved loam with sand and limonite concretions, 3 — grey loam, lacustrine type sediment, 4 — brown sandy loam, 5 — humus.

rjavo, humificirano ilovico (5), pokrito z recentno vegetacijo. V vzvodnem delu 3—4 m globoke struge Stržena nadalje vidimo, da se plast sive ilovice tanjša na račun rjave pasovite ilovice s peskom (2), ki leži pod njo na skalni podlagi. Ta ilovica s pogostnimi limonitiziranimi progami se v smeri Velike ponikve debeli, saj jo tam pokriva že zgornja humificirana plast, sive ilovice pa ni več. Sklepamo, da je v območju Srednje ponikve precej rjave pasovite ilovice erodirane, tako da je bila ponekod razgaljena celo skalna podlaga. Ta neravna tla je pokrila različno debela plast sive ilovice. Zapolnila je starejše luknje in izravnala jezerski relief.

K stratigrafski opredelitvi je omeniti še naslednje. Rjava pasovita ilovica z limonitnimi progami je najstarejša ugotovljena naplavina, ki je doživela preobrazbo z limonitizacijo posameznih peščenih in ilovnatih plasti. Limonitizirani so tudi rastlinski ostanki oziroma koreninice preslic ali podobnih rastlin z globokimi koreninami, ki so tedaj rasle. Številne pokončne limonitne cevke kažejo na nekdanjo vegetacijo, ki pa je že odmrila, ko jo je diskordantno prekrila siva jezerska kreda, kjer limonitnih cevk ni.

Stratigrafski pomen ima predvsem ilovica tipa jezerske krede, kjer je A. Šercelj (1974) podrobno preučil sestavo fosilnega peloda. V 25 vzorcih ilovice je ugotovil bor, brezo in smreko ter drugo vegetacijo, kar mu govori za

relativno hladno podnebje. Ker se ta vegetacijska sestava ujema s podobno vegetacijo srednjega würma v drugih krajih Slovenije, A. Šercelj meni, da je jezerska kreda bila odložena v obdobju od 50 000—30 000 let pred sedanostjo v stalno ojezerjenem delu polja. Zgornji del profila z rjavosivo ilovico pa ima fosilni pelod stepske vegetacije prav tako hladne kontinentalne klime. Menimo, da je bila sedimentirana pred in med zadnjim würmskim stadialom.

V vzhodnem delu polja pri Otoku in Gorenjem Jezeru je A. Šercelj (1974, 236) navrtal 1,6 m debelo postglacialno in holocensko temno ilovico, skrepelno šoto in organski drobir. Kot smo videli že pri prejšnjih profilih npr. pri Rešetu, so takšne naplavine ohranjene delno tudi na zahodni strani polja.

### POTEK PLEISTOCENSKÉ SEDIMENTACIJE NA CERKNIŠKEM POLJU

Na podlagi navedenih spoznanj o razširjenosti in starosti naplavljenih sedimentov na skalnem dnu polja, smo lahko sestavili razvojno pot tega dogajanja (sl. 14 v prilogi). Pri tem sestavljanju smo upoštevali tudi znanje o speleogenezi ponornega Cerkniškega jamskega sistema (R. Gospodarič 1970), za nedostopno dotočno območje nad Gorenjim Jezerom pa smo skladni razvoj le domnevali.

1. V začetno prvo fazo postavljamo oblikovanje skalnega dna in ustrezne dotočne jame na višini 545 m ter ustrezno ponorno jamo na 542 m. Skalno dno je imelo v območju Goričice izoblikovan nekoliko višji hrbet v N—S smeri, ki je vplival na kasnejši potek sedimentacije. Sama Goričica in ostali humi ter jame na obrobju nad višino 570 m so pokazatelji starejšega dna, ki ga v naši razvojni shemi ne obravnavamo.

2. V drugi fazi domnevamo neenakomerno poglabitev skalnega dna v zahodnem delu polja do višine 536 m in tej višini ustrezne odtočne jame. Zakrasevanje se je lahko uveljavilo tudi drugod po polju, vendar ne tako izrazito.

3. Oblikovanje živoskalne podlage je bilo zaustavljeno z odložitvijo rumle-norjave pasovite ilovice, ki navzgor prehaja v rjavo peščeno ilovico s preperelim dolomitnim gruščem in prodom. S tem prvim, starejšim zasipom so se hidro-grafske razmere Cerkniškega polja občutno spremenile. Zasuti so bili številni požiralniki v dnu in jame na obrobju, lahko tudi do višine 548 m.

4. Naplavine starejšega zasipa so bile izpostavljene preperevanju in spiranju, površinski tokovi so vanje zarezali svoje struge. Del naplavin pa je bil spran v ponorne jame, pa tudi v zakraselo skalno podlago, funkcija starih požiralnikov se je vsaj ponekod obnovila. Preperelost starejšega zasipa kaže, da je bil dalj časa izpostavljen preoblikovanju in to v razmeroma sušnih in arid-nih klimatskih razmerah, ko so nastajale razne limonitne konkrecije in skorje ter limonitne cevke okrog stebelc in koreninic raznih vrst preslic. V tem času je nedvomno prevladovala erozija, ki je odstranila znaten del starejšega zasipa, vendar še zdaleč ne vsega in ne povsod enako.

Klima je bila ugodna za nastajanje prve sige v jamah.

5. Močno preoblikovan starejši zasip je prekrila siva jezerska glina, ki je najbolj ohranjena v osrednjem delu polja. V spodnjem delu te gline imamo ponekod prodnati in peščeni material, ki z vegetacijo kaže na konec hladnega starejšega würma in na prehod v krovno jezersko glino. Njen fosilni pelod od-

raža manj hladno klimo, sedimentacija je po A. Šercelj (1974) potekala med 30 000—50 000 leti v humidni klimi srednjega würma. Tedanja jezerska gladina je domnevno nihala za več metrov in je seveda segala tudi v ponorne jame. Tu je naplavina prekrila vhodne dele in v njih prekrila starejšo kapniško vsebino. Globlje v jami je bila gladina nižja, zato je le občasno prekinjala rast sige, ki se je tedaj odlagala tu in v drugih kraških jamah širše okolice, npr. v Križni jami ali Postojnskem jamskem sistemu.

6. Preden je polje zasul mlajši zasip, so bile jezerske glin delno erodirane predvsem na zahodni strani in v obrobni jamah. Nastale poglobitve pa je hitro izravnala ilovica, dolomitni in drugi grušč, ki ga je predhodnica Cerkniščice nanašala iz severnega zaledja. Ta vršaj Cerkniščice je prekril zahodno polovico polja in zaježil vode na vzhodni polovici polja. To sklepamo po tamkajšnji rjavosivi ilovici, ki ima znake stepske vegetacije in kontinentalne klime. Obe različni sedimentaciji sta se menjavali v osrednjem delu polja, kjer se pojavljajo enkrat bolj gruščnate, drugič bolj ilovnate plasti. Ekstremno hladne razmere zaznavamo proti koncu te razvojne faze, saj je v grušču pri Rešetu ohranjen singenet-ski ledni klin, neravno površje pa so lahko oblikovali tudi soliflukcijski pojavi. Verjetno je bilo tedaj polje pretežno suho, dnevne temperaturne razlike pa so mnogo prispevale k rušenju skalnega oboda polja tako na ponorni kot na do-točni strani, pa tudi na vseh ostalih apnenčevih in dolomitnih pobočjih. Po-dobno razpadanje skalnega obrobja domnevamo tudi pri prejšnjih würmskih ohladitvah. Suha in hladna klima tudi ni bila ugodna za rast kapnikov v jamah.

7. Postglacialna klimatska sprememba je zavrla naplavljanje drobirja z ob-robja Cerkniškega polja, prevladalo je urezovanje strug in oblikovanje grezov v mlajšem in tudi starejšem zasipu, odkoder je voda spirala naplavine v zakraselo dno in obrobje polja po eni strani s površinskimi tokovi, po drugi strani pa z ni-hajočo talno vodo.

Nastalo neravno podlago so nato zopet izravnale temnorjave ilovice, šota in organsko blato ter svetlorjava in sivkasta ilovica s polži. Te plasti poznega gla-ciala in spodnjega holocena v debelini okoli 2 m je navrtal A. Šercelj (1969) pri Gorenjem Jezeru in v Zadnjem kraju pod Otokom, v manjšem obsegu pa se kažejo tudi v širši okolici Rešet. Podrobnejša stratifikacija fosilnega peloda kaže Šercelju na allerödski interstadial za čas 12 000—10 800 let pred seda-njostjo, prav tako pa tudi na dejstvo, da se je v holocenu usedlo manj kot me-ter organskega drobirja in skrepenele šote. Tedaj je imelo jezero značaj moč-virja. Le občasne poplave so dosegale tudi ponorne jame in tam večkrat pre-kinjale rast holocenske sige.

Preoblikovanje sedimentov v osrednjem delu polja je bilo povezano tudi z neotektonskimi premiki, ki so zajeli hkrati naplavino in skalno dno.

Sklepno razvojno fazo predstavlja današnji izgled polja, kjer se razvijajo novi grezi, ki razgaljajo naplavine in tudi skalno dno. Odnášanje naplavin in drugi erozijski pojavi se kažejo tudi v suhih in vodnih rovih ponornih in do-točnih jam. Vodni tokovi nekje oblikujejo nove skalne rove, druge pa so že prerezali naplavine in dosegli predriško skalno dno na površju in v podzemlju. Izdatno recentno nihanje vodne gladine bolj pospešuje izpraznjevanje kot zapol-njevanje kraškega polja in obrobni jam.

## SPELEOLOŠKI POJAVI OB ROBU POLJA

### KRATEK PREGLED SPELEOLOŠKIH PREUČEVANJ

Vsi dosedANJI raziskovalci Cerkniškega jezera so želeli slediti vodi na njeni podzemeljski poti, le redki med njimi pa so tudi zares raziskovali zakrasedli obod jezera in njegove požiralnike.

J. Valvasor (1689) večkrat omenja Vranjo jamo, Suhadolico in Karlovici. V spremstvu sovaščanov je jame obiskoval A. Steinberg (1758) in popisal njihov izgled. Hotel je potrditi svojo razlago o pretakanju vode pod jezerom in ob njem na principu veznih posod.

Približno 100 let kasneje se je za cerkniško podzemlje posebej zanimal G. Kebe iz Dolenjega Jezera. Bil je v Križni jami, v Karlovcih, celo 400 klafter daleč, pa tudi v Zelške jame se je podal. Svoje vtise in mnenja o odpravi poplav na jezeru je popisal v Novicah (1860). Kebe je vodil A. Schmidla v te jame, ki si jih je le približno ogledal in jih nameraval še raziskovati (1850, 475). Ni pa nikjer zapisano, da bi ta namen tudi uresničil. Pač pa se je več zadrževal v Križni jami, saj je popisal 600 klafter rogov (1854, 279–291) in jih spoznal nekaj več kot prvi raziskovalec te jame J. Zörrer (1838). A. Schmidl (1854, 294) je bil v Golobini pri Danah 54 klafter globoko.

Speleološko preučevanje Cerkniškega jezera se je zelo razmaknilo v zadnjih 20 letih prejšnjega stoletja, ko so bili potrebni podatki za melioracije jezerske površine. Tedaj je prevladovalo mnenje, da so ozki vhodi in vhodni rovi ponornih jam poglaviti povzročitelji poplav. Zato je tedaj najbolj uspešni avstrijski speleolog W. Putick raziskoval ponorne jame in po E. Martelu (1894, 458) prodril v Karlovico 600 m daleč, po G. Spöckerju (1932, 270) pa celo 3,5 km daleč v podzemlje. Vsekakor je zelo verjetno, da je Putick dobro poznal ponorne jame, saj bi sicer ne mogel sestaviti projekta za neškodljivo odpravo visokih voda z razstrelitvijo ozkih grl v jami, z zgraditvijo lovilnih grabelj pred vhomom, ki naj bi preprečevale, da se jama ne bi zamašila s hlodi, ločjem itd. (W. Putick 1888).

V arhivu Inštituta za raziskovanje krasa v Postojni je ohranjen načrt Velike in Male Karlovice izpred prve svetovne vojne, za katerega domnevamo, da ga je sestavil W. Putick. Septembra l. 1893 je raziskoval te jame tudi E. Martel (1894, 458) in menil, da so razvite v dveh etažah. V zgornji so npr. Golobina in Karlovici, v spodnji pa kanali 25 do 30 m pod površjem, ki so med seboj povezani v labirint proti NW usmerjenih rogov. E. Martel (1894, 541) je mislil, da so kraška polja nekdanja jezera, ki se sama izsušujejo s tem, da se zapolnjujejo z naplavinami.

Putickova in Martelova speleološka raziskovanja opisujejo F. Kraus (1894), A. Perko (1908; 1928), J. Cvijić (1901), A. Gavazzi (1904), A. Löhnberg (1934) in G. Spöcker (1932), ki pa bi naj bil še globlje v Veliki Karlovici kot Putick. Tudi poljudni opisi Cerkniškega jezera in okoliških jam črpajo podatke iz teh virov (J. Žirovnik 1898; M. Kabaj 1925; P. Kunaver 1922).

Rezultate dotedanjega speleološkega preučevanja je koristno uporabil A. Löhnberg (1934, 26). Podrobneje je opisal hidrološke posebnosti jame Suha-

dolice. V bregu Vršiča 15 m nad ravnino jezera je našel večjo odprtino, nekakšen spodmol, ki ga je spoznal za nekdanji odtok iz jezera v višini 570 do 580 m.

Dotedanje znanje o podzemlju je v svoji monografiji uporabil tudi A. Hočev ar (1940). L. 1931 pa se je v družbi I. Michler ja in A. Šerka tudi udeležil raziskovanja Velike Karlovice. Takrat so izmerili 2000 m glavnega rova, približno označili njegove širine in suhe ter vodne odseke. Takrat ni bilo potrebe, da bi jamo točno izmerili in preučili. Važnejši so jim bili le vhodni deli, ker so jih širili in poglabljali, da bi poplavna voda hitreje odtekala (A. Hočev ar 1940, 188). To je bilo še nadaljevanje Putickovih načrtov.

Več raziskovalnega dela so vložili člani DZRJS v Križno jamo. O tem delu poročata I. Michler (1934) in V. Bohinec (1965). V hidrogeološkem oziru je koristna ugotovitev dveh vodnih etaž 20 in 40 m pod jamskim vhodom, sicer so podrobni opisani vodni in suhi rovi (preko 7000 m) omenjeni klastični in alohtoni sedimenti in nekatere morfološke posebnosti.

Speleološke raziskave prejšnjega stoletja in prve polovice sedanjega stoletja govorijo o razsežnih vodoravnih rovih, po katerih se pretaka voda v podzemlju proti nižji erozijski bazi v obliki ponornic ali podzemeljskih rek. E. Martel, W. Putick in A. Perko so bili pristaši Katzerjeve teorije in nasprotniki Grundove teorije o nivoju kraške talne vode. A. Grund (1914) je odgovarjal na prigovore omenjenih speleologov z mnenjem, da speleološke raziskave omogočajo spoznati le del podzemeljske cirkulacije vode, na podlagi katerega še ni mogoče zanikati nekega vodnega horizonta v zakraseli kamnini, kjer se navpično kroženje meteorske vode spremeni v vodoravno kot je A. Grund (1914, 172) pojasnil pojem »Grundwasser«. Tudi te ponovne razlage niso prepričale A. Löhnerga (1934, 103), da ne bi glede Cerkniškega jezera nasprotoval tej teoriji. A. Hočev ar (1940, 12) pa se z navajanjem primerov iz Križne jame in Velike Karlovice nagiba k teoriji A. Bocka (1913) o eforacijskem izoblikovanju podzemeljskih strug.

Po drugi svetovni vojni začenjamo s prvimi ekskurzijami v ponorne jame šele l. 1962, ko so bile že dokaj preučene geologija in hidrologija polja. Že prva raziskovalna ekskurzija je pokazala zelo razčlenjeno podzemlje na ponorni strani Cerkniškega jezera, kjer smo nato od l. 1970 spoznali čez 8 km rogov Velike in Male Karlovice, Svinjske jame in Nart. Pri sledenju podzemeljske vode v Veliki Karloviči so pomagali potapljači. Odkrili so 270 m dolgi rov za sklepnim sifonom te jame ter se približali Zelškim jamam na 800 m zračne razdalje (P. Habič 1968, 53). S potapljanjem je bil pregledan tudi sifon v Mali Karloviči (R. Gospodarič 1969, 65) in najdemo nadaljevanje jame v izviru Žerovnišnice (R. Gospodarič 1968, 38).

O raziskovanju Male Karlovice poroča I. Gams (1966). S sodelavci je odkril nekaj dotlej še neznanih rogov in napravil načrt jame. Na podlagi morfoloških znakov na stenah in stropovju je sklepal na večje kolebanje vode v sklepnem kot pa v vhodnem delu jame, na odtok vode iz osrednjega rova proti NW k Zelškim jamam in SW proti pobočju Javornikov, na zaježevanje visoke vode v Veliki Karloviči in v apnencu nasploh pred bližnjim dolomitom ob predjamskem narivu (1966, 31, 39). Sklepal je tudi na nekdanji pretok vode v dveh etažah in menil, da so ponornice zasule številne špranje v apnencu, ki je preluknjan tudi pod nivojem jam. S svojimi opazovanji je prišel do predstave



o dveh hidroloških sistemih, o geostrukturnem hidrološkem kraškem pretakanju prenicujoče vode in o sklenjenih tokovih ponornic in podzemeljskih rek. Tako je združil teoriji Grunda in Katzerja, ki so si jih speleologi na prehodu prejšnjega v sedanje stoletje krojili in razlagali, kakor jim je najboljše ustrezalo. Gamsove mišljenje je morda posebno v trditvi, da ne gre za dve razvojni fazi, pač pa za dve različni obliki pretoka v odvisnosti od geoloških in geomorfoloških okolnosti (1966, 41).

Podrobnejši pregled speleoloških raziskav ponornega cerkniškega jamskega sistema v letih 1964 do 1969 je podal R. Gospodarič (1970). Prikazal je geološke in geomorfološke razmere v predelu med Cerkniškim poljem in Rakovim Škocjanom. Podrobno je opisal nad 7 km dolg jamski sistem Male in Velike Karlovice ter 3 km dolge Zelške jame z Dvatisočo jamo. Posebej je poročal tudi o raziskovanju nekaterih ponorov v Jamskem zalivu, predvsem Nart in Svinjske jame (R. Gospodarič 1971), pa tudi o sedimentih in razvojnih fazah Križne jame (R. Gospodarič 1973). Doslej znani jamski rovi predstavljajo le del votlega kraškega podzemlja na obrobju Cerkniškega polja.

### JAME NA PONORNI STRANI

Speleološke pojave Cerkniškega polja delimo po obliki in hidrogeografski funkciji v več skupin. Med največje spadajo nedvomno ponorne jame na zahodnem obrobju polja v takoimenovanem Jamskem zalivu. Po njih odteka večji del vseh voda, ki se prelivajo preko tega kraškega polja. Precej redkejša in težje prehodna so izvirne jame, zanimivo pa je, da priteka na polje pretežni del vode iz kraškega obrobja skozi neprehodne kraške izvire. Za poznavanje razvoja krasa so zanimive tudi jame v širšem obrobju Cerkniškega polja, ki so brez stalnih ali občasnih tokov, ali pa v njih dosežemo stalne kraške vode, ki podzemeljsko odtekajo na Cerkniško polje. Med temi so najpomembnejše Križna in Mrzla jama pri Ložu ter Mrzla jama na Bločicah. Del jamskega sistema na pritočni strani Cerkniškega polja naj bi predstavljala tudi ponorna jama Golobina na Loškem polju. Naslednjo skupino speleoloških pojavov pa predstavljajo številni požiralniki, ponikve in estavele na samem dnu Cerkniškega polja. To so nezapolnjene ali izprane votline v zakraselem dnu Cerkniškega polja in so ožji ali širši vhodi v nedostopen in zapleten podzemeljski sistem rogov ter špranj, po katerih odteka in odteka del podzemeljskih kraških voda.

V razmerju z razsežnostjo in ugodno geološko zgradbo kraškega obrobja Cerkniškega polja je ob njem razmeroma malo dostopnih jam. Neposredno ob robu polja je v Jamskem zalivu 12 ponornih jam, ki so bolj ali manj vse povezane s podzemeljskim sistemom rogov Velike in Male Karlovice. Ponorne jame so razvrščene v Jamskem zalivu od Nart ob vznožju Javornika pa do Tržišča pri Dolenji vasi, kjer se ob predjamskem narivu stikajo spodnjekredni apnenci s triasnim dolomitom. Pri Nartih doseže struga Stržena propustno kraško obrobje in pod dobrih 10 m visokim strmim skalnatim robom se v ravnini naplavljenega dna polja odpira 5 vhodov v krajše le do 80 m dolge ponorne jame. Večina teh se kmalu za vhomom zoži v neprehodne špranje ali pa so zasute s podornim skalovjem (R. Gospodarič 1971). Pred desetletji so pod vodstvom F. Hočevarja očistili in poglobili vhode v te ponore, da bi pospešili odtekanje jezera. Med poskusno ojezeritvijo l. 1972 pa so te ponore zazidali, ko



Sl. 15. Eden izmed požiralnikov Narte pred zaježitvijo. Foto P. Habič

Fig. 15. One of Narte swallow hole before being damed up.

Photo by P. Habič

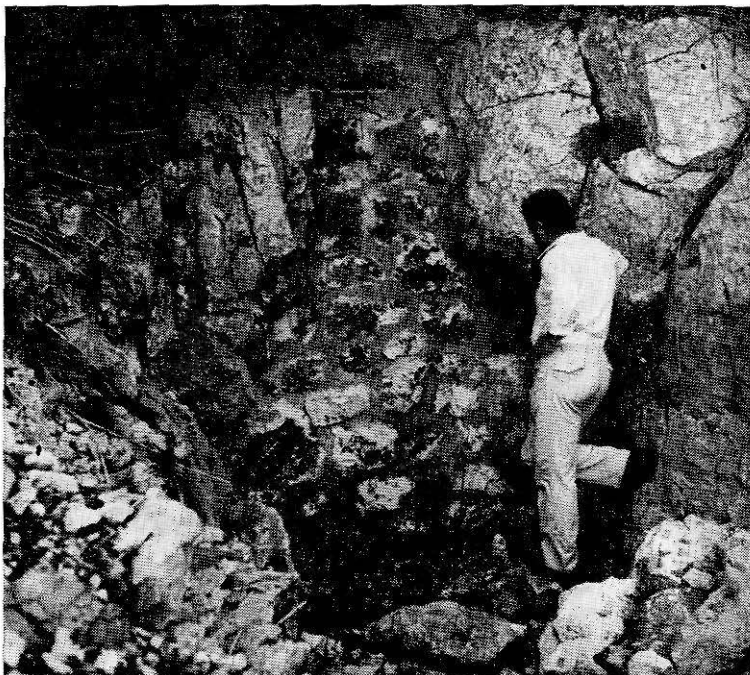
se je po zaježitvi Karlovic njihova požiralna funkcija okrepila (sl. 15 in 16). Od Nart proti Karlovicam je ob vznožju skalnega obrobja več neprehodnih požiralnikov, med katerimi je najpomembnejši Kamnje, voda pa uhaja v kraško podzemlje tudi v sami strugi Stržena. Ob skalnem robu sta dva neizrazita spodmola, nekaj višje v bregu pa se odpira vhod v Svinjsko jamo, v kateri na dveh mestih dosežemo del podzemeljskega odtoka. Pretežni del jame pripada starejšemu odtočnemu rovu, ki je močno preoblikovan s podori v smeri proti polju, kjer je v skalnem robu viden podorni zatrep. Podori že na več mestih zapirajo vhode v nekdanje ponorne jame. Tako je skoraj izjemen vhod v Jamo pod cesto, ki po legi in višini (587 m) nakazuje del starejšega ponornega jamskega sistema ob robu Cerkljiškega polja. Pri Svinjski jami in nad vhodom v Veliko Karlovico sta znani dve vertikalni votlini Brezno pri Svinjski jami in Obravča jama, ki po obliki in legi nakazujeta postopno odpiranje in rušenje stropa nad podzemeljskimi rovi.

Podornemu zatrepu pri Svinjski jami in požiralnikom ob njegovem vznožju je najbližji, sedaj v celoti zazidani vhod v Malo Karlovico (sl. 17). Vanjo so po regulaciji struge od Stržena do vhoda in po poglobitvi odtočnih kanalov v jami odtekale visoke in srednje vode, medtem ko so nizke vode Stržena in Cerkljišice ponikale v nekaj 100 m oddaljenem najpomembnejšem ponoru

Velike Karlovice. Vmes med obema Karlovicama je nad ravnino polja vhod v Veliko Skednenco. Te jame poplavna voda ne doseže, njeno nadaljevanje v smeri proti Mali Karlovinci pa je zasuto s podornim skalovjem.

Podobno kot v Mali Karlovinci so ob osuševalnih delih pred desetletji tudi v Veliki Karlovinci opravili precej dela, saj so poglobili strugo več sto metrov v notranjost in razširili nekatere ožine, da bi voda lažje in hitreje odtekala. Bistvenega uspeha s tem seveda niso dosegli. Zdaj je vhod v Veliko Karlovico skoraj do stropa pregrajen z debelim betonskim jezo, tako da le najvišje vode nad 551,5 m nemoteno odtekajo proti Rakovemu Škocjanu. Odtok jezera pod to koto lahko uravnava z zapornico pred novim 50 m dolgim in 3,7 širokim umetnim rovom, ki so ga zgradili leta 1969 nedaleč od požiralnika Rakovski mostek in s tem za okrog 800 m skrajšali vodi pot po podzemlju. Med Veliko Karlovico in umetnim rovom je pod skalno steno vrh podornega skalovja nekaj metrov nad ravnino polja vhod v Malo Skednenco, ki predstavlja le del mrežastega stranskega rova Velike Karlovice.

V smeri proti Dolenji vasi je na robu polja še nekaj neprehodnih požiralnikov, edino v ponor Okence je mogoče prodreti nekaj deset metrov v notranjost zasutega jamskega rova, ki se nadaljuje v enem od stranskih rogov Velike Karlovice. Podobnih zasutih rogov mora biti še več, nanje pa nas opozarjajo



Sl. 16. Zazidan požiralnik v Nartih. Foto P. Habič

Fig. 16. Walled in swallow hole in Narte ponor. Photo by P. Habič



Sl. 17. Vhod v Mala Karlovico, zajezen z betonsko pregrado. Foto P. Habič

Fig. 17. The entrance to Mala Karlovica cave, damed up by concrete fence.

Photo by P. Habič

na polju manjši zatrepi v obrobju in požiralniki ob njihovem vznožju, v notranjosti Karlovice pa stranski rovi, po katerih pritekajo vode s polja. Glavni rov Velike Karlovice se na kraju razdeli v dva kraka, ki se končata s sifonom in s podori blizu pod obsežno udornico Šujico.

Jamo pod cesto obravnavamo posebej izven obsega karlovškega podzemlja, ker je z vhodom v nm. v. 587,5 m ter proti NW usmerjenemu in 110 m dolgemu rovu del starega ponornega sistema, ko je bilo dno Cerknškega polja više od današnjega. Vhod v jamo je skrit pod kolovozom ob severnem robu plitve vrtače sredi jugozahodnega skalnega z gozdom zaraščenega pobočja Jamskega zaliva.

Vhod pripelje v poševen hodnik s pokončno ovalnim prečnim presekom. Skalno dno je pokrito z drobirjem in sigo. Pri podiranju skalnega roba vrtače se je drobir valil v jamo in napravil poševna tla. Pri presoji nadmorske višine izvotljenega jamskega vhoda in rova je treba odšteti višino nasipnega stožca. Mesto 587,5 m, kolikor ima jamski vhod, bomo računali o jamskem horizontu na ponorni strani Cerknškega polja v nm. v. 575 m (načrt jame hrani IZRK — Postojna).

V prvem delu jame je treba omeniti erozijske police in fasete na stenah, ki kažejo na nekdanji vodni tok v notranjost jame. Polic se držijo še ostanki najstarejše rjave sige. Izrazita plošča sige pod stropom kaže na sigov pokrov, ki je obvisel na stropu potem, ko je bila podlaga (naplavina?) erodirana ali izprana. Skozi naslednjo sigovo kopo med stenama je možen prehod v drugi del jame. Tu je sprva 10 m širok in 12 m visok prostor, kjer s stropa visijo skalne orglje in beli stalaktiti, ob zajedi severne stene pa stoji vitek steber z debelimi rebri. Siga je tudi na tleh tega recentno preoblikovanega prostora. Nato postane rov 9 m širok in 2,5 m visok. Rjava in rdeča ilovica zakrivata skalno dno. Stene so valovite, prav tako tudi strop, ki se niža in viša, vzdolž pa ima ohranjen celo ovalni meander. To kaže na začetno evakuacijo v skali, na sifon, ko je voda tekla gor in dol pod pritiskom.

Končni del jame je zopet recentno preoblikovan s prenikujočo vodo. Siga in ilovica pri 3 do 4 m znižanih tleh sta delno izprani v 7,5 m globoko luknjo ob sklepu rova. Zaradi izpiranja so se posedli in popokali kapniki. Med plastmi sige je rdeča ilovica, sama siga pa je ponekod tudi korozijsko razjedena. Sklep rova je ob sigovi kopi, ki je vpeta med steno in strop, tako da ni možno prirodno nadaljevanje.

Jama pod cesto je 25 m nad vodnimi rovi Svinjske jame in Karlovic in del ponornih jam Cerkniskega polja, ki so bile aktivne tedaj, ko je bilo njegovo skalno dno še v višini humov Goričice, Drvošča, Otoka in gričev ter višjih delov Cerkniskega polja okoli Žerovnice. Drugi ponorni rovi te višine niso dostopni, ker so se porušili pri oblikovanju pobočja Jamskega zaliva. Morda bi lahko k tem jamam šeli tudi zgornje prostore Svinjske jame, ki imajo strop in rahlo nakazano dno v nm. v. okoli 570 m. V Jami pod cesto so ohranjene najstarejše sige Cerkniskega polja, kakršne v niže ležečih Karlovicah in Svinjski jami nismo mogli spoznati.

Podzemeljske prostore ob ponornem robu je izoblikovala voda Cerkniskega jezera na poti proti Rakovemu Škocjanu oziroma Planinskem polju. Odtok iz jezera ni bil usmerjen v en kanal, temveč v mrežo kanalov, ki so se po današnji legi sodeč, nekako 200 m od roba polja združili v dva ali tri rove večjih razsežnosti (skozi Belo dvorano, zahodni krak Labirinta, Hočevarjev ali Kebetov rov v Svinjski jami). Po teh rovih teče tudi še današnja ponikajoča voda (glej sl. 1 v prilogi). Posamezni komaj prehodni rovi v ponornih jamah so tako nizki zato, ker je po dnu polno naplavin. Ponekod hodimo tik pod stropom, drugod naplavine zapirajo napredovanje v zoženih prostorih. Upravičeno domnevamo, da je izvotljenih več prostorov kot jih poznamo. Nasutje do nm. v. 550 je prav izrazito v vseh ponornih jamah ob jezeru, njegova debelina pa je lahko maksimalno enaka debelini kvartarnih naplavin v Jamskem zalivu, to je 8 do 15 m. Potemtakem je z najnižje ležečimi vhodi ponornih jam računati v nadmorski višini 533—540 m.

Podatki iz Svinjske jame in Velike Karlovice dopuščajo domnevo, da je pred zasipavanjem nastajala siga. Po dnu in stenah skalnih rogov se je mogla odlagati tedaj, ko v njih ni bilo trajne ponornice, ali pa se je ta pretakala v niže ležečih, kasneje zasutih rovih. Med zasipavanjem je ponornica sprva erodirala sigo in stene, nato pa nanašala zasip, ko se je tudi že umikala iz podzemlja.

K današnjemu izgledu podzemeljskih prostorov pa so prispevale tudi prenikujoče vode, enkrat s tvorbo sige, drugič z destrukcijo stropovja, ko so bile

agresivne. Oboje je trajnejši, predvsem pa večkratni speleogenetski proces, prisoten domala v vsem razvojnem ciklusu jam. Gre za proces, ki ni bil odvisen od hidroloških razmer, če mislimo pri tem na ponornico, pač pa od klimatskih razmer na površju v pleistocenskem posebej mladopleistocenskem obdobju.

Razloge za zajezovanje je iskati v različni propustnosti in oblikovitosti podzemeljskih kanalov ter v ogromnih množinah transportiranega materiala, ki je v vhodne rove odložen, negativno vplival na njih propustnost. Zasipavanje je nadalje posledica izvenjamskih hidroloških in morfoloških dogajanj. V našem primeru so to akumulacijski procesi na polju in oblikovanju strmega roba Jamškega zaliva. Apnenčev grušč tega roba so ponikujoče jezerske vode sproti in zlahka odnašale v podzemeljske kanale. Naplavine v obliki vršaja segajo v ponorne jame vsaj 100 m daleč v notranjost, kjer se pokažejo šele v primarni razsežnosti, preoblikovani le s speleološkimi procesi. K zasutju vhodov je prispeval delež tudi grušč ponornega roba. Ostanke takega grušča vidimo v pobočju pred Svinjsko jamo in pri zapornici ob Rakovskem mostku. Ponorni rob se je torej že ob izdelanih jamah krusil v klimatsko zato ugodnem obdobju in zasul ter uničil nekaj rogov. Ostanke nekdanjega skalnega roba vidimo v skalni Mali Goričici, ki je 80 m odmaknjena od današnjega strmega roba, obdajajo pa jo jezerske naplavine. Nekako 300–500 m pred današnjim ponornim robom poznamo v sicer ravnem skalnem dnu dve depresiji z dnom na 536 m. Lahko sklepamo, da so prav tu bili starejši ponori še nezasutega polja, njim ustrezni rovi pa pod višino 540 m (glej karto skalnega dna na sl. 6). Ob zasipavanju polja z glinami, peskom in prodrom pa so bili ti rovi z onimi na 545–550 m vred zasuti. Šele v postglacialni dobi se je lahko delno obnovila njihova pretočna vloga. Erodiranje zasipa v jamah pa traja še danes.

Skladno s klimatskimi spremembami v zgornjem kvartarju, ko so na polju zaznavni erozijski in akumulacijski procesi, so se tudi v ponornih jamah menjavali speleogenetski procesi. Jame so bile večkrat suhe, tedaj se je v njih odlagala siga, in poplavljene, ko je voda sigo erodirala in pokrila z naplavinami. Ti speleogenetski procesi so mnogo bolj jasni v izvirnih Zelških jamah kot v ponornih Karlovicah (R. G o s p o d a r i č 1970), vendar jih, kakršne poznamo, kljub temu navajamo v kronološkem zaporedju, da jih bomo lahko primerjali s podobnim zaporedjem v Križni jami in tudi zaporedji zasipavanja Cerkniškega polja. V Karlovicah in Svinjski jami smo ugotovili sledeče kronološko zaporedje razvojnih stopenj, začenši z najstarejšo:

- oblikovanje rogov v horizontih okrog 540 m in niže, kjer so se odložile tudi prve naplavine, sledilo je
- nastajanje sige in destrukcija stropovja, nato pa je
- ponornica delno erodirala in zasipala vhodne rove z gruščem, ostale pa z ilovico; sledila je
- tvorba nove sige na zasipu, navpično izpiranje naplavin, nato pa je
- ponornica izravnala višino sedimentov v vhodnih kanalih do 548 m in se umaknila, da bi se lahko uveljavilo
- odlaganje sige in podiranje stropovja v obdobju poplavljenih rovi, kar pa so že dogajanja holocenskega oziroma recentnega razvoja.

## JAME NA IZVIRNI STRANI

Izvirne jame ob Cerkniškem polju so pod Javorniki in sicer Suhadolica, Vranja jama, nedostopni kanali izvira Mrzleka, Otoškega Obrha, Tresenca, Laških izvirov in izvirov Stržena. Tu so skalni rovi po nastanku večinoma neposredno povezani z današnjimi hidrološkimi razmerami. Le siga v Suhadolici govori za suho obdobje v razvoju te jame, naplavljeni prod, pesek in ilovica ter erozijske oblike enotnega vodnega kanala pa za recentno oblikovanje in poplavljanje v višini okoli 548 m. Nekaj znakov o podobnih razmerah vidimo tudi v Vranji jami.

### Suhadolica

Skalni rob Cerkniškega jezera med Klinjim vrhom in Ušivo loko poteka v smeri NW—SE. Iz ravnice na 547—550 m se strmo dvigne na teraso Vršiča in Klinjega vrha (610—660 m), nato pa šele preide v strmo pobočje Javornikov (1269 m). Od Ušive loke se vleče proti jugovzhodu okoli 150 m debeli horizont spodnjekrednega dolomitiziranega apnenca in sovпада z vrtačasto uravnavo Vršiča, po kateri so posuti ilovica, pesek, psevdobobovec, roženec itd. V krovlini tega horizonta je spodnjekredni apnenec, v talnini pa oolitni apnenec malmske starosti, v katerem je vodoravna vodna jama Suhadolica (načrt jame hrani IZRK — Postojna).

Vhod v jamo je ob vznožju skalnega roba na 553 m. Pred jamo je ravnica dvignjena za 5 m zaradi grušča, ki pokriva skalno dno polja. Skozi 5 × 5 m velik vhod pridemo v enoten glavni kanal, ki je sprva suh, nato pa se spremeni v podolgovata jezera. Sto metrov glavnega kanala poteka proti jugu vzporedno s plastmi in prelomom, katerega drsni ploskvi sta strmo nagnjeni proti SSE. Med raziskavami 3. 8. 1969 je bil kanal do t. 7 suh, lahko smo prebredli vmesno jezerce do t. 9, kjer se je začel šele vodni del jame. Suhi del kanala ima kvadraste prečne profile s fasetiranimi policami ob stenah. V stropu so kamini, ki so delno prevlečeni s sigo. Tudi sten se drži rjava siga, ki je skupaj z njo erodirana. Pred današnjim poplavnim obdobjem je morala biti jama nekaj časa suha, da se je mogla odlagati siga.

Vodni kanal sledi prelomom do t. 11 in 12, ima koničast prečni presek nad vodno gladino, 2 m pod njo pa ga zaključí skoraj ravno skalno dno. Pri t. 12 ob jugozahodni steni lahko sestopimo na kopno, ob severovzhodni steni pa teče voda proti izhodu k jezeru pri t. 9, kjer izgine v neprehodno špranjo. Po suhem lahko dosežemo cepišče kanala pri t. 14 in njegov krak do t. 17, s čolnom pa proti jugu usmerjeni krak jame, nekakšno podolgovato s skalnimi ostmi predeljeno jezero. Skalna pregrada deli jezero tudi poprek v dve polovici. V prvi je voda 3 m globoka, v drugi pa 4 m. A. Šerko (Arhiv Inštituta) poroča, da so 15. 9. 1933 preplezali pregrado in po 20 m zadeli na neprehodni sifon. Dne 13. 8. 1969 je A. Kranjc s potapljaško opremo obšel prečno pregrado, pod vodo je sledil stropu še 20 m proti SW, ne da bi dosegel zračni prostor.

Dne 3. 8. 1969 je imela voda v jezeru 7,4° C, pritekala pa je s 15 l/s. Sredi jame je zopet izginjala. Sklepamo, da prihaja na polje v izvirkih pod jamo ob strugi Stržena, saj smo v enem izmed njih namerili 8,4° C. Ker pa so ti izvirki zelo šibki, ubere ostala voda neznano pot pod naplavinami proti severu. Ob višjem vodostaju prodre voda skozi suhi rov do jamskega vhoda in se izliva

v Stržen tudi s 6 m<sup>3</sup>/s. Tedaj deluje kot bruhalnik tudi 50 m oddaljeni izvir v smeri Klinjega vrha, ki je sicer suh.

V opazovalni dobi med 10.—14. 11. 1969 smo prvi dan ugotovili dviganje gladine v jami, drugi, tretji in četrti dan pa njeno upadanje tako kot v Strženu. Peti dan opoldne je gladina zopet narastla, da je začela jama bruhati v nezalito jezero. Suhadolica deluje kot tipičen bruhalnik, ki reagira na padavine podobno kot Mrzlik, Obrh in Stržen, skratka kot vsi izviri ob vzhodni strani polja. S površinskimi vodami ni povezana, ker ima stalno nizke temperature (7—8° C). Jama ne more vode požirati, ker je njen skalni vhod na 553 m, tako visoko pa se jezerska gladina nikoli več ne dvigne.

### **Pojeno brezno, Strmška jama, Golobina, Jama Žerovnica**

Na SW obrobju polja poznamo še korozijsko Pojeno brezno, ki z globino 35 m doseže nm. v. 585 m, ter suho in zasigano Strmško jamo z vodoravnim rovom na višini okoli 580 m. V vodoravnem rovu so med ilovico ohranjeni kremenov, boksitni in limonitni pesek, nekdanji fluvialni sedimenti (R. Gospodarič 1971). Rov Strmške jame je verjetno delo dotočne cevi, ki je v višini okoli 580 m dovajala vodo iz Javornikov na Cerknško polje, ko je bilo njegovo dno še tako visoko. V izviri Stržena pride na jezero največ vode, ker je tu vzpostavljena prirodna podzemeljska zveza skozi zakraseli spodnjekredni in malmski apnenec med Cerknškim in Loškim poljem. Podzemeljski kanali so dostopni na loški strani v jami Golobini (načrte jam hrani IZRK — Postojna). Ta jama kaže na več razvojnih stopenj, ki jih lahko po relativni starosti razvrstimo v

- poniranje vode v višini 570 m, na tej višini ne poznamo na jezerski strani ustreznega ekvivalentnega iztoka, lahko je zarušen v skalni steni nad izviri Stržena, nakazuje ga pa večja udornica za navpično steno;

- nastajanje stare sige, kakor smo jo spoznali tudi v Jami pod cesto,

- oblikovanje ponornih rogov okoli nm. v. 555 m;

- nastajanje udornic in navpičnih kaminov, ki so povezali obe starejši etaži;

- sifonski pretok nizke vode v kanalih okoli nm. v. 542 m in še niže, kakor npr. v jami Žerovnici, Suhadolici in v ponornih jamah Jamskega zaliva.

S propustnostjo jezerskega oboda in tal se torej srečamo tudi na izvirni strani Cerknškega polja. Ob izviri Stržena se vodna gladina ob suši nahaja precej pod dnom površinske struge. Kako so razporejeni kanali, po katerih odteka nizka voda iz izvirnih špranj in kotanj, ne vemo, po vsej verjetnosti pa so povezani s sistemom podzemeljskih rogov in špranj, o katerih sicer tečejo nizke vode iz Loškega polja mimo Cerknškega jezera.

V izvirni zatrepni dolini Stržena ali Cerknškega obrha, ki je 1,5 km zasedena v SE obrobju polja, so tri skupine izvirnov. Najjužnejši je manjši stranski izvir Špilja. Ob suši lahko po ozkem rovu zlezemo nekaj metrov v notranjost, kjer se zadržuje voda v neprehodnih špranjah. Večja izvorna kotanja Cemuna je ob vnožju strmega brega na nasutem dnu polja. V podolgovati lijakasti globeli izvira precej vode, ob suši pa se gladina zniža pod naplavljenno dno. Tretja skupina izvirnov je ob desnem severnem bregu zatrepne doline. Tam izvira Obrh iz gruča ob robu polja, po presahnitvi pa je vidna suha podolgovata skalnata globel. Nad izviri ni vhodov v jamske rove, vidni so le ne-



kateri podorni zatrepi, ki so nastali nad prvotnimi jamskimi rovi. Prave razporeditve in drugih značilnosti pritočnih podzemeljskih kanalov med Loškim in Cerkniškim poljem pa v podrobnostih ne poznamo, ker doslej jamarjem še ni uspelo prodreti v to podzemlje.

Jame na pritočni strani Cerkniškega polja med Gorenjim Jezerom, Gravovim ter Bloško Polico in Ložem imajo zaradi drugačne geološke in tektonske zgradbe svojevrstne značilnosti. Tu poznamo kraške izvire z nedostopnimi rovi Žabjeka in Zlatavca v triasnem dolomitu ter Gorički obrh ob stiku dolomita in jurskega apnenca. Sledi Šteberski obrh v izrazitem skalnem zatrepu na kraju dolge zatrepne doline. Nad izvirom je občasen bruhalnik Lunkov Gobec, nad zatrepom pa sta dve udornici Vranjici, nastali z zrušenjem stropa nad pritočno jamo. Naslednji stalni kraški izvir je v zatrepni dolini pri Žerovnici. V izvirno jamo Žerovnico pridejo lahko le potapljači, ki so raziskali daljši vodni kanal in našli tudi višji zasigani suhi kanal. Na kraju dostopnega dela jame je globok pritočni sifon, kjer je znana najnižja točka recentnega zakrasevanja na 535 m, medtem ko zasigan suhi rov sega do 565 m (R. G o s p o d a r i č 1968; P. K r i v i c, A. P r a p r o t n i k 1973). V geološkem profilu med ponorom Bečki pri V. Blokah in izvirom Žerovniščice, ki naj bi bila hidrološko povezana (A. Š e r k o 1946), je zanimivo, da je najmanj 2,5 km podzemeljske poti ponorne Bločice v triasnem in liasnem dolomitu, le km pa v liasnem in liasnodoggerskem apnencu. Ponori so na nadmorski višini 725 m, izviri pa na 560 m. Verjetno je največji strmec podzemeljske Bločice v liasnem apnencu, v nedosegljivem nadaljevanju jame Žerovnice, kjer so skladi nagnjeni in prelomljeni v isti smeri kot domnevamo, da teče ponornica. V dosegljivem delu jame pa so skladi obrnjeni proti vodnemu toku. Tako je najnižja dosežena točka jame Žerovnice v sinklinalni strukturi. V triasnem dolomitu se vodni tokovi držijo verjetno blizu površja, kjer so med Bečki in zaselkom Studeno ter Bločicami številna vrtače. Kaže, da teče ponorna voda sprva vzporedno s plastmi dolomita proti jugu, pod Studenim pa se en krak usmeri proti zahodu k jami Žerovniščice prečno na sklade dolomita, morda ob kakšni prelomni coni, drugi krak pa lahko doseže rove Križne jame, lahko pa tudi Mrzle jame pod Bločicami.

V krasu nad vodno jamo Žerovniščice je v višini 660 m 11 m globoko stopnjasto brezno Liljevka. To brezno govori za intenzivno zakraselost liasno doggerskega apnenca in za verjetni obstoj suhih rovov v severovzhodnem izvirnem obrobje na nm. v. okoli 650 m.

### Križna jama

Speleološko je pomembna Križna jama, ker hrani obilo pleistocenskih fluvialnih alohtonih sedimentov, nadalje tri generacije sige v morfološko razmeroma malo razčlenjenih rovih s skupno dolžino okrog 8000 m. Podrobneje je te naplavine opisal R. G o s p o d a r i č (1974), odkoder povzemamo le bistvene značilnosti, potrebne za razumevanje kraškega razvoja Cerkniškega polja.

Fluvialni alohtoni sedimenti v obliki kremenovega in limonitnega peska so ohranjeni v nahajališču pri Prvem podornem rovu te jame in sicer 20 m nad skalnim dnom poglavitnega rova. To je naplavina iz neke starejše razvojne faze Križne jame, ko je jamska reka tekla v višini okoli 635 m in današnji rovi še niso obstojali.

Najbolj značilen alohtoni sediment poglavitnega vodnega kanala na okoli 615 m je prod oziroma konglomerat. Odraža samostojno erozijsko fazo v razvoju podzemeljskega kanala, kjer je jamska reka tekla s hitrostjo najmanj 1 m/s, pri tem pa tudi občutno širila ter poglobljala vodno korito.

Alohtoni pesek je drugi pomemben sediment: leži nad prodom v 2—3 m debelem sloju, odraža akumulacijsko fazo, ko je blatna ponornica domala zalivala poglavitne rove do vrha (okoli 620 m). Najbolje je ta sediment ohranjen v Medvedjem rovu, kjer ga je bilo mogoče tudi relativno datirati. V krovni peska so namreč med plastmi sige in poplavne ilovice kosti jamskega medveda (M. Brodar & R. Gospodarič 1973). Če upoštevamo spoznanje F. Osoleta (1967), da jamski medved v naših krajih ni več živel v W 3, potem so plasti z medvedjimi kostmi srednjewürmske, peščeni sloj v talnini pa najkasneje starowürmski. S tem sklepom je posredno povezana tudi relativna datacija zgoraj omenjenega proda, ki je starejši od peskov. Ker leži na skalnem dnu in je delno zasigan, je lahko najkasneje riške starosti.

Po akumulaciji peskov je jamska reka v Križni jami erodirala sedimente v osrednjem vodnem koritu prav do starejšega skalnega dna in ga že mestoma poglobila, bolj na odtočni kot na pritočni strani. To erodiranje traja še danes. V stranskih rovih pa so se razvijali podori in siga, tako da so večinoma danes slepi. Med ta proces podiranja je škodi tudi današnji jamski vhod, ki se odpira na kraju zatrepne suhe doline.

Med splošne in za Cerknško jezero pomembne sklepe o Križni jami velja povzeti, da je vodni tok domala ves mlajši pleistocen vztrajal v isti višini okoli 610 m, spreminjala se je le njegova transportna sposobnost in količina transportiranega materiala. O etažni zgradbi rogov ni moč govoriti, ker so se različni speleogenetski procesi menjavali in dopolnjevali v enem vodnem koritu. Lahko pa vseeno govorimo o neki prevotljeni coni v višini okoli 635 m, ker je tu ohranjen svojevrsten fluvialni pesek. Skalni rovi na odtočni strani jame so poglobljeni v Kittlovih breznih do absolutne višine 600 m in po njih odteka jamska reka proti izvirom Šteberšice v višini 560 m. Ti rovi so sestavni del oživiljene mlajše erozijske faze, ki od konca würma z vmesnimi prekinitvami traja še danes.

Peščene jamske naplavine Križne jame lahko časovno vzporejamo s podobnimi peščenimi sedimenti na Cerknškem polju. Za prod in konglomerat v jami pa v jezerskih naplavinah nismo našli ustreznih ekvivalentov, lahko pa obstajajo na skalnem dnu, le da jih še ni uspelo odkriti.

Primerjava Križne jame z drugimi jamami ob Cerknškem jezeru, npr. Karlovicami je možna s pomočjo dveh oziroma treh generacij sig in s skupnimi erozijskimi in akumulacijskimi fazami, ko so za mlajši in srednji würm odraz skupnih klimatskih razmer. Po absolutni višini izdolbljenih podzemeljskih kanalov pa obeh jamskih sistemov ne moremo primerjati.

Alohtoni fluvialni sedimenti, katerih matične kamnine so triasne starosti in gradijo teren severno od Bloškega polja, dokazujejo, da je jamo oblikovala ponornica iz tega polja. Tudi današnja jamsko reko po vsej verjetnosti napajajo ponikalnice, ki poniknejo pri Novi vasi. Iz Križne jame odteka voda v izvir Šteberšice, kar je z barvanjem ugotovil D. Novak (1966). Zanimiva je geološka zgradba podzemlja in površja, kjer se ta jamska reka giblje (R. Gospodarič 1974). Požiralniki in začetni del (2—3 km) podzemeljske poti je

v triasnem dolomit, nato pa v sklepnem delu Križne jame, kjer je liasni dolomit. Ostali rovi so v liasnem in liasnogoggerskem apnencu. Na odtočni strani jame se voda pojavlja v 10 m globokih Kittlovih breznic (pod 600 m nm. v.), nato pa v izviru Šteberščice, ko preteče vsaj še 2 km neznane podzemeljske poti v zračni razdalji in sicer delno vzporedno, delno pa prečno na sklade. Pri tem prečka teme grahovske sinklinale in se pojavi na površju ob »loškem prelomu«, kjer malmski apnenec zadeva na malmski dolomit. Ob prelomu je nato izdelana dolina površinske struge Šteberščice tja do Lipsenja.

## POŽIRALNIKI, PONIKVE IN ESTAVELE NA DNU CERKNIŠKEGA POLJA

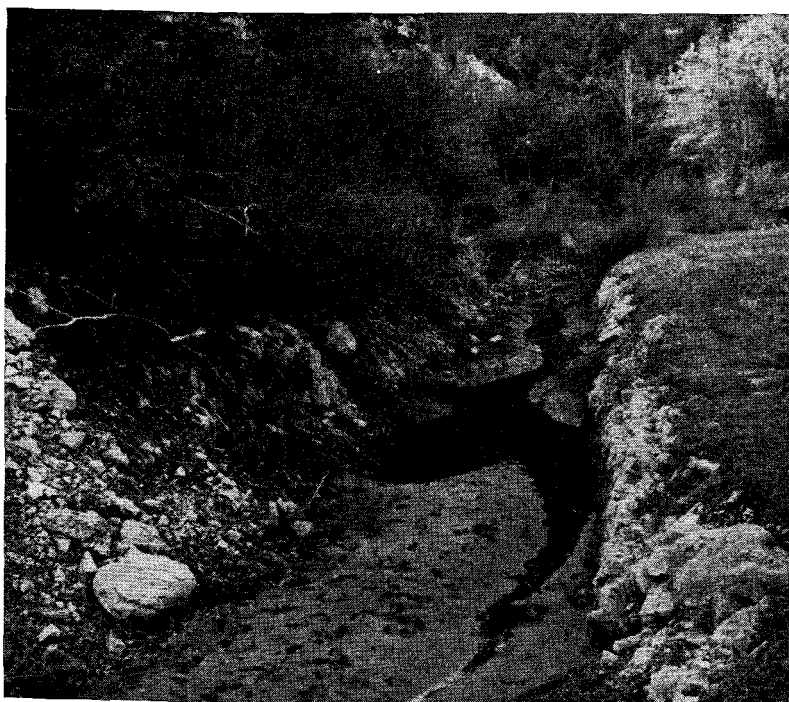
### SPLOŠNI PREGLED

V zvezi s poskusno zaježitvijo odtoka iz Cerkniškega jezera se je pokazala potreba po podrobni preučitvi vseh požiralnikov, ponikev in estavel. Avgusta, oktobra in novembra 1969 je Cerkniško jezero presahnilo, pa se je nudila ugodna priložnost, da pregledamo vse speleološke pojave, jih kolikor mogoče podrobno raziščemo, zmerimo in zrišemo, da bi lahko pozneje opazovali na njih neposredne učinke in posledice umetnega vodnega režima in eventualnega preusmerjenega odtoka. Pri ugotavljanju razprostranjenosti teh objektov na jezerskem dnu smo si pomagali z aerofotoposnetki, ki nam jih je dal na vpogled Geodetski zavod SRS. Po teh posnetkih smo izdelali tudi pregledno karto vseh drobnih reliefnih oblik, grezov, rup, ponikev, skalnih požiralnikov in estavel v naplavinah in v skalni podlagi (sl. 18 v prilogi). Vrisali smo tudi vse plitve struge, ki jih ni na drugih topografskih kartah, v naravi pa so komaj opazne. Še najlažje jih na terenu spoznamo po svojevrstni vegetaciji, ki je posledica večje zamočvirjenosti tal. Za večje požiralne sisteme smo izdelali topografske načrte na podlagi kompasnih meritev kot jih uporabljamo tudi v jamah. V naslednjih treh, štirih letih smo ob spremljavi poskusne zaježitve glavnih ponorov po izdelani dokumentaciji ugotavljali morfološke in hidrografske spremembe v posameznih požiralnikih pa tudi v obsežnejših požiralnih območjih. Zaradi boljšega pregleda bomo morfološke in hidrografske značilnosti speleoloških pojavov na dnu polja pregledali po bolj ali manj izrazitih naslednjih enotah:

- zahodni del polja z Jamskim zalivom ter požiralniki pri Zelšah ter ob Cerkniščici,
- osrednji del polja z največjimi ponikvami od Rešeta, Vodonosa, Sitarice, Retij ter Velike in Male ponikve,
- posebno območje predstavlja Zadnji kraj z obrobjem Drvošča in Otoka,
- medtem ko se vzhodni in severni del polja odlikujeta z morfološkimi in hidrografskimi potezami pritočnega obrobja polja.

### ZAHODNI DEL POLJA Z JAMSKIM ZALIVOM

Na območju med Dolenjo vasjo in Jamskim zalivom v naplavini ni sledov grezanja in spiranja v zakraselo podlago. V nasprotju z osrednjim delom polja, kjer so tla zaradi številnih ponikev kmalu po presahnitvi jezera suha, pa se v

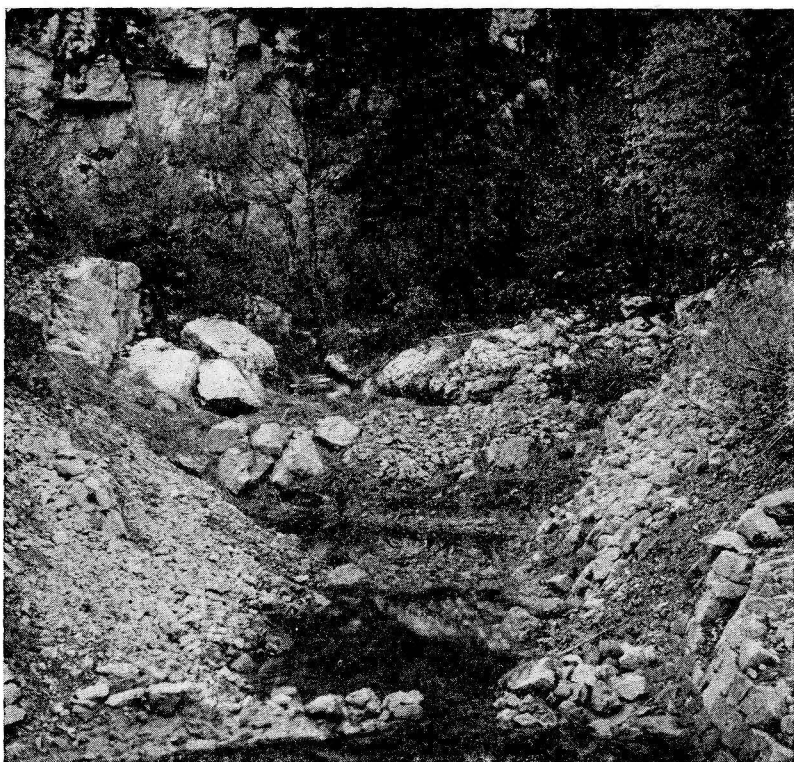


Sl. 19. Regulirane struge Stržena na obrobju Jamskega zaliva Cerkniskega polja. Foto P. Habič, 29. 10. 1970

Fig. 19. Regulated Stržen creek bed on the border of Jamski zaliv, the NW part of Cerknisko polje. Photo by P. Habič, Oct. 29, 1970

tem delu zadržuje talna voda in vlaži travnike, pa čeprav se jezero od tod najprej umakne. Površje je sicer prepreženo s številnimi strugami, ki so usmerjene proti skalnemu obodu med Tržiščem in Karlovicami. Ta usmerjenost strug nakazuje nekdanje odtekanje vode v robne požiralnike, njihova funkcija pa se je s časom spreminjala, zato so starejše struge zaraščene in mrtve. Znatna zamočvirjenost pa je zvezana z izcejanjem talne vode iz peščno gruščnatega vršaja Cerknishčice. Z ročnim svedrom smo prevrtali zgornje plasti naplavin do globine 6 m in ugotovili menjavo dolomitnega grušča in rjave ilovice. Pod temi, s talno vodo precej prepojenimi plastmi, je manj propustna ilovnata plast, ki preprečuje odtekanje vode v kraška tla pod naplavinami. V skrajnem, severozahodnem delu polja ni talnih požiralnikov, pač pa so toliko pomembnejši robni ponori, ki so razvrščeni po vsem obodu Jamskega zaliva. Začnejo se pri Nartih takoj za Ušivo loko, kjer so zadnji dolomitni izvirki pod Javorniki. Požiralni rob se nadaljuje do skrajnega severnega dela Jamskega zaliva. Največji med ponori so povezani s podzemeljskim jamskim sistemom Velike in Male Karlovice ter Svinjske jame. Poleg glavnih vhodov v te ponorne jame je ob skalnem vznožju

še vrsta nepreghodnih požiralnikov, ki so vsi povezani s podzemeljskim sistemom. Pred desetletji so z odkopavanjem teh požiralnikov skušali skrajšati poplave na Cerkniskem polju (sl. 19 in 20). Strugo Stržena so umetno speljali tik ob skalnem obrežju, kjer sedaj izginja voda v več manjših jam s skupnim imenom Narte, pa tudi v požiralnike Kamnje in pod Svinjsko jamo (R. G o s p o d a r i č 1971). Pozneje so z zapiranjem robnih ponorov dosegli podaljšanje poplav (P. H a b i č 1972). V Jamskem zalivu se torej lahko uspešno umetno širijo ali zapirajo vhodi v robni požiralni sistem, ker tam ni talnih grezov in ponikev v naplavinah. Mimo umetno zajezenih ponorov pa si voda počasi le išče in širi poti v starejše zasute rove, ki so povezani v obsežen jamski sistem od Nart mimo Karlovice do vznožja Tržišča pri Dolenji vasi pa vse do Zelš. Zasute stare rove nakazujejo robni zatrepi z malimi požiralniki v grušču in naplavinah, nanje pa opozarjajo tudi slepi in zasuti jamski rovi v notranjost Karlovic. O izdatni prevotljenosti krasa na odtočnem obrobju pa pričajo tudi številni udori in koliševke, ki smo jih našli v predelu med Cerkniskim poljem in Rakovim Škocjanom in jih bo treba še podrobneje preučiti.



Sl. 20. Požiralnik pri Svinjski jami, delno reguliran pred 1940. Foto P. H a b i č, 29. 10. 1970

Fig. 20. Swallow hole near Svinjska jama, partly regulated before the year 1940. Photo by P. H a b i č, October 29, 1978

Pri Tržišču je skalni breg navidez brez požiralnikov in ponikev, toda to le v skrajnem vzhodnem delu. V smeri proti Zelšam pa se ob robu vrstijo požiralniki, ki se vanje odtekajo manjše vodice iz bližnjega dolomitnega površja. Med Dolenjo vasjo in Zelšami je v reliefni zajedbi ob geološki meji nekaj manj naplavin, saj cerkniški vršaj od robu očitno ni tako debel kot v svojem osrednjem delu ob sedanji strugi Cerkniščice. Pri najvišjih poplavalah se iz jezera pod Dolenjo vasjo prelije voda proti Zelšam in poplavi nižje predele in požiralne kotanje, od koder se počasi umakne v podzemeljski sistem Karlovic. V te požiralnike so leta 1975 speljali kanale za odtok meteorne vode in sanitarnih odpadkov iz nove tovarne iveric pri Podskrajniku. V severnem območju Cerkniškega polja je dvoje požiralnih območij, ki pa so le v posredni zvezi z jezerom. V severnem delu je na vzhodu Loškega griča nekaj grezov, ki nakazujejo podzemeljski odtok v smeri severno od Cerknice. V to cono, ki je verjetno le nadaljevanje požiralne cone v osrednjem delu polja, spadajo tudi posamezni grezi pri Podskrajniku, kjer niha kraška talna voda v odvisnosti od nihanja gladine jezera in talne vode v cerkniškem vršaju. V požiralno cono pa spadajo tudi manjši požiralniki ob strugi Cerkniščice od Milavčeve žage pod Dolenjo vasjo navzgor skozi Cerknico. Posebej smo opazovali ponikanje Cerkniščice v sami strugi pri mostu ob tovarni Brest.

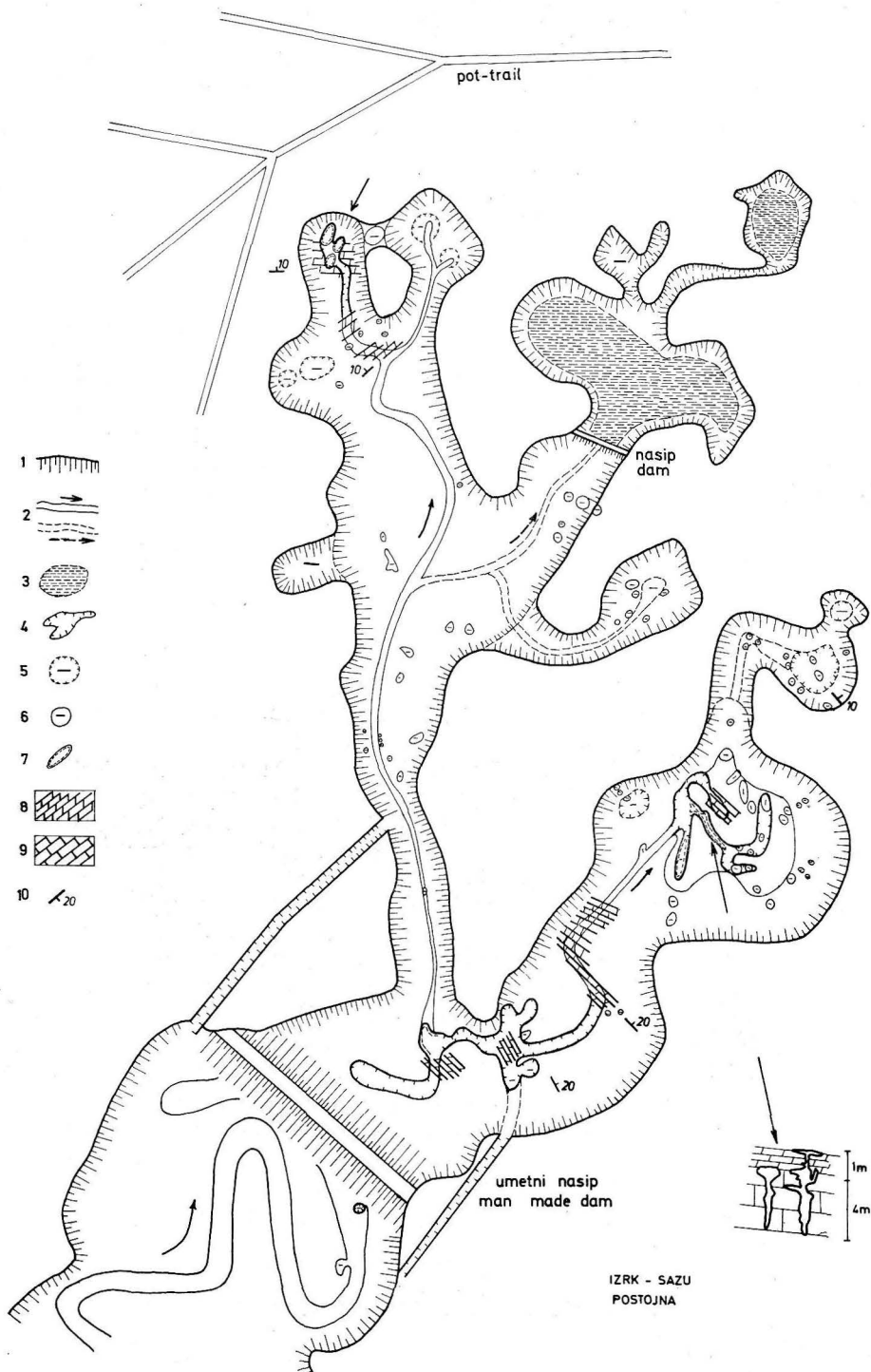
### Pijavce

Bliže Rešetu in drugim osrednjim požiralnikom in ponikvam Cerkniškega jezera se površje polja v drobnem že razlikuje od onega v Jamskem zalivu. Dobrega pol kilometra bolj zahodno od Rešeta je v ozkem poplavnem pasu ob Strženu med skalnim vzhodjem Javornikov in spodnjim delom cerkniškega vršaja več plitvih globeli v naplavinah. Mnoge med njimi so po obliki tipični požiralniki, vendar po večini zasuti in osamljeni kot grezi za Vodonosom in Rešetom. Podzemeljski odtok je v tem delu jezera verjetno šibkejši kot v osrednjem delu. V nizu razporejeni starejši in zaraščeni grezi in plitve kotanje kažejo, da je skalna podlaga sicer zakrasela, mora pa biti precej manj pretirna in prevotljena kot v osrednjem delu polja. Ni pa izključeno, da zavirajo razvoj ponikev tudi debelejšje plasti kvartarnih naplavin. Plitve struge sicer vodijo proti severu kot pri Rešetu in Vodonosu, vendar so v aluvialno ravnino le redkokje poglobljene za več kot meter. Tu ponika le malo jezerske vode, morda tudi zato, ker so glavni podzemeljski odtočni kanali v osrednjem delu polja zapolnjeni z vodo, ki ponika v večjih in bolj izpranih ponikvah kot so Rešeto, Vodonos, Sitarice in drugi. Nekaj starih grezov smo preiskali z vrtanjem in ugotovili v njih več metrov debele plasti humusa, ki je postopoma zapolnil prvotne greze v gruščnati naplavini.

## OSREDNJI DEL POLJA Z GLAVNIMI PONIKVAMI

### Rešeto

Rešeto (sl. 21) zavzema približno 6 ha površine nekako sredi med Dolenjim Jezerom in južnim skalnim obrobjem. Vijugava struga Stržena je pomaknjena bliže temu skalnemu robu, vendar se proti severu odcepi okoli 100 m široka struga z meandrastim koritom, ki preide v 2 glavni slepi veji. Daljša med njimi



Sl. 21. Morfologija Rešeta

1 — obod ponikve, 2 — struge v ponikvi, 3 — kotanje ujete vode, 4 — ponorne cone, 5 — stari ugrezi, 6 — sveži ugrezi, 7 — luknje v skali, 8 — razkrita skalna podlaga v dolomitu, 9 — razkrita skalna podlaga v apnencu, 10 — smer in vpad plasti

Fig. 21. Morphology of Rešeto ponor

1 — ponor boundary, 2 — creek beds in the ponor, 3 — basins of captured water, 4 — sink zones, 5 — old sinkholes, 6 — recent sinkholes, 7 — swallets in rock, 8 — exposed rocky bottom in dolomite, 9 — exposed rocky bottom in limestone, 10 — strike and dip of beds

je ponovno razcepljena v več strug s položnimi bregovi, ki zajemajo v sistem tudi nekaj ovalnih kotanj.

Bregovi struge začenjajo na 550 m nadmorske višine in neke bolj drugje manj strmo preidejo v stopnjah z višjega na nižje in končno v najnižje koritasto dno požiralnega sistema, ki je sprva zarezan v naplavine, nato pa na mnogih mestih doseže skalno podlago malmskega apnenca in dolomita. Najnižja korita povezujejo požiralne kotanje ali pa vanje prehajajo. Razvejano požiralno korito je na cepišču obeh slepih strug, kjer nekaj špranj vodo požira. Naslednje korito pa je 80 m bolj severno, kjer so v apnenčevih skladih 2 špranji 1 m široki in 10 m globoki. Na obodu kotanj in bregovih struge so še številni ugrezi v naplavini, ki nakazujejo še več špranj v skalnem dnu. V drugi slepi strugi požiralnih kotanj pravzaprav ni, pač pa koritasto dno preide neposredno v požiralnike v skali ob sklepu te struge. Tu je razgaljen dolomitiziran apnenec v njem pa špranje, ki so dostopne do nadmorske višine 538,5 m, to je 11,5 m pod ravnino polja. Takšna je tudi globina že zgoraj omenjenih špranj. Nikjer pa nismo mogli priti tako globoko kot navaja A. L ö h n b e r g (1934, 96), ki je v neki



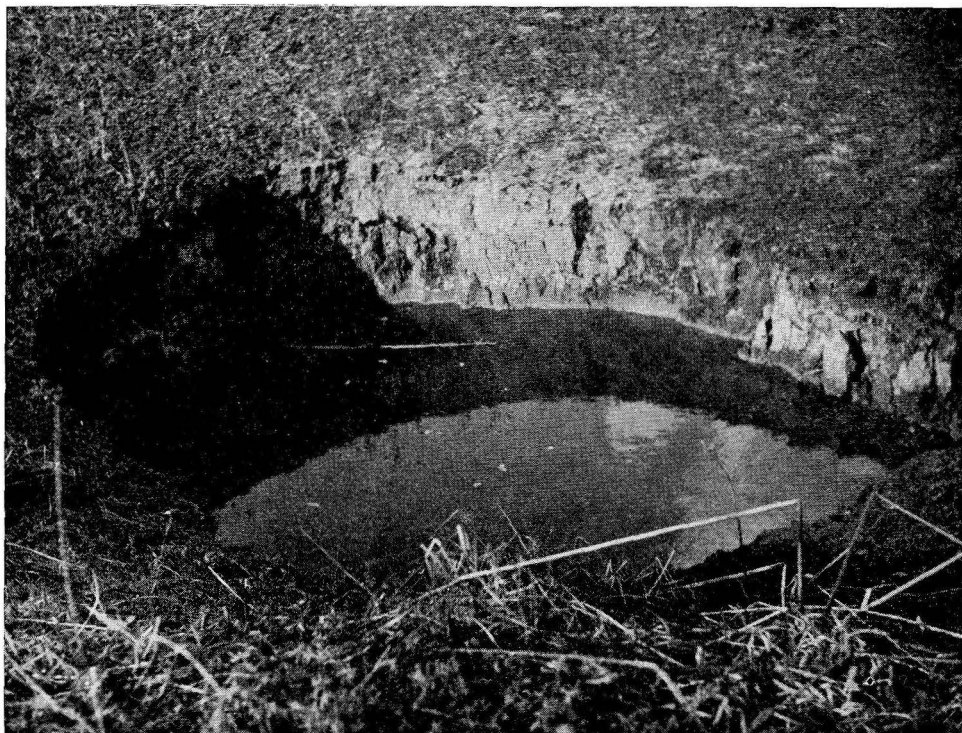
Sl. 22. Rešeto, zahodni požiralnik z razgaljeno skalno podlago pod naplavinami. Zgornjo plast naplavin sestavlja vršaj Cerkniščice, kjer je videti ledni klin (glej tudi sl. 11). Foto P. H a b i č, 13. 10. 1971

Fig. 22. Rešeto ponor, western swallet with exposed rocky bottom under the fills. The upper layer of the fill belongs to Cerkniščica fan, where ice wedge is perceived (see Fig. 11). Photo by P. H a b i č, October 13, 1971



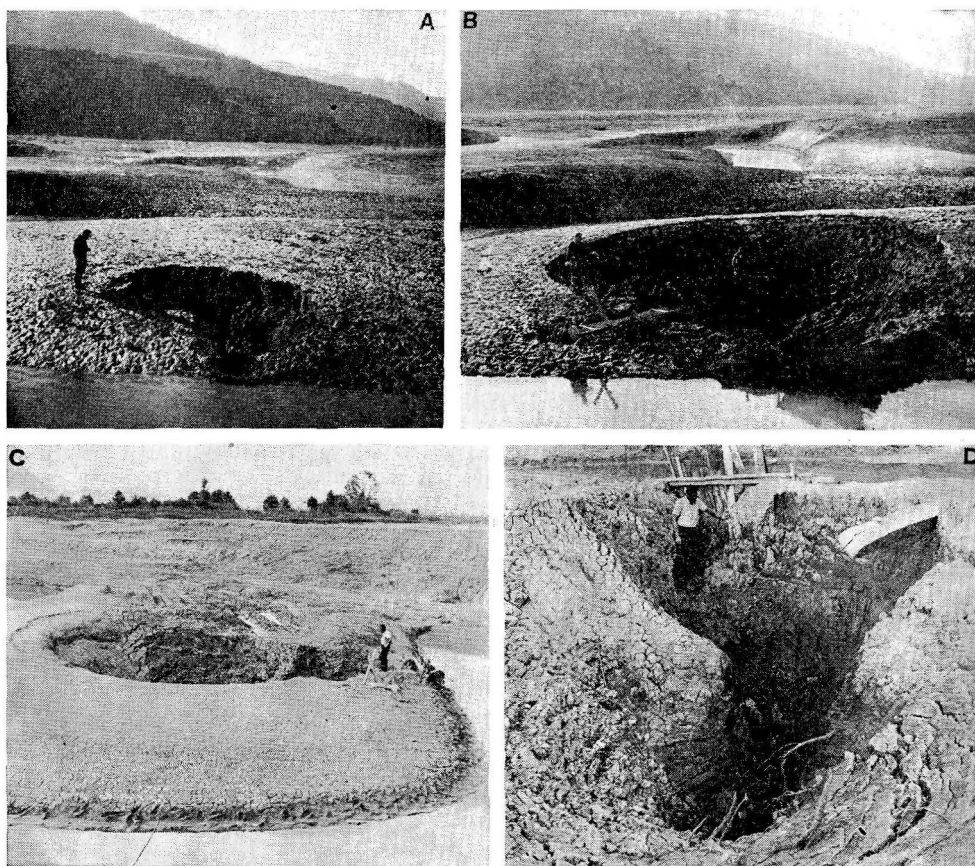
špranji dosegel globino 28 m. Tudi ob tej slepi strugi je dosti ugrezov. Skupno smo jih v Rešetu našli 35 v naplavini in 6 požiralnikov v skali. Število požiralnikov se ujema z navedbami A. Gavazzija (1904, 48) in A. Hočevarja (1940, 125).

Po velikosti strug in obsežnosti celotnega požiralnega zatrepa, ki se v več rokavih in stopnjah zajeda v naplavine cerkniškega vršaja, lahko sklepamo, da je odplavljanje naplavin v Rešetu še izdatnejše kot pri Vodonosu. V nasprotju z Vodonosom, kjer se požiralna cona proti severu zožuje, pa se pri Rešetu širi in razdeli v dva glavna sklepna rokava. Med njima je ostala starejša požiralna cona, ki je vsaj na videz mrtva. V vzhodnem rokavu je več skalnih požiralnikov že pred sklepnim delom, ki je nekaj višji in ne kaže mlajšega napredovanja kot pri Vodonosu. Zahodni rokav je bolj enoten z edinim izdatnejšim požiralnikom prav v sklepnem delu (sl. 22). Podobnost z Vodonosom pa je še večja, ker tudi za tem požiralnikom nastajajo na bližnjih njivah sveži grezi. Očitno si pod njimi širi voda podzemeljske poti proti severu (sl. 23).



Sl. 23. Nad zadnjim požiralnikom v Rešetu je nastal grez ob polnem jezeru; voda je v 3 m globoki kotanji obvisela nad izpraznjenimi požiralniki. Foto P. Habič, 1971  
Fig. 23. Above the last swallow hole in Rešeto ponor at full lake a sinkhole originated; the water remained hanging in 3 m deep trough above the drained swallow holes.

Photo by P. Habič, 1971



Sl. 24. Ugrezi pri Rešetju. Leta 1969 napravljeni jez pred poglavitnimi požiralniki Rešeta je zadrževal vodo le dober mesec, ker se je kmalu ob zajezenih strugi v naplavini odprl nov požiralnik (A). Spiranje naplavine v zakraselo podlago je hitro napredovalo, lijak je bil leto kasneje že trikrat večji (B). Poglobljanje in širjenje požiralnika se je nadaljevalo tudi v letu 1971 (C), čeprav so ribiči poskušali zavreti poniranje vode (D). V zadnjih letih ni bilo mogoče opazovati nadaljnje oblikovanje greza zaradi trajnega zadrževanja vode na polju. Foto P. Habič

Fig. 24. Sinkholes near Rešeto ponor. In the year 1969 man made dam before the main Rešeto ponors checked the water for one month only, because soon in damed up creek bed a new swallow hole opened in the fills (A). Washing off the deposits into karstified basement progresses quickly, the funnel was a year later three times bigger (B). The swallow hole deepening and widening continued in the year 1971 too (C), although the fishermen tried to hold back the water sinking (D). In last years the observations of sinkhole formation were no more possible because of constant water floods on polje.

Photo by P. Habič

V prvi polovici avgusta 1969 so ribiči povečali jez pred požiralnikom v Rešetu. Starega, ki so ga zgradili pred desetletji, je na zahodni strani predrlo voda in ga precej poškodovala. Z buldožerjem so nasuli na staro jedro precejšnjo zemeljsko pregrado, da bi zadržali v strugi tja proti Suhadolici in Strženu čim več vode za ribji zarod po presahnitvi jezera. Bregov nasipa niso utrdili, le ob strani so v ravnini polja izkopal dva jarka, ki naj bi preprečila prelivanje vode preko nasipa s tem, da bi ob naraščanju jezera dotok vode po omenjenih jarkih omogočil izravnavo poplave v območju Rešeta. Res se je po prvem dežju nabralo pred jezo precej vode, medtem ko so bili požiralniki v Rešetu še suhi. Pri nadaljnjem naraščanju se je voda začela prelivati po stranskih kanalih in polniti požiralno kotanjo Rešeta. Nasip je bil z vodo prekrit dober mesec. V začetku oktobra pa je jezero začelo izdatneje upadati in od 10. oktobra dalje je voda zastajala le še za jezo, Rešeto pa se je izpraznilo. Vse je kazalo, da bodo ribiči uspeli zadržati vodo v strugi Stržena z razmeroma preprostim ukrepom in tako zavarovati ribji zarod pred vsakoletno sušo. Toda po 15 dneh, 24. 10. 1969, je nenadoma odteklo skozi novo ponikev, ki se je odprla na nižji terasi ob strugi malo pred jezo, okrog 120 000 m<sup>3</sup> vode. Drugi manjši grez pa se je pozneje odprl tudi v strugi tik ob vznožju jezu in iz zajezene struge je odtekla še zadnja voda. V naslednjih dveh letih smo lahko spremljali le krajše zadrževanje vode za jezo. Nastala dva požiralnika so zasuli, vendar jim je to le za kratek čas uspelo. Leta 1971 se je v zasutem večjem požiralniku obnovilo grezanje naplavin in voda je še razširila prvotni grez ter ga poglobila do skalne podlage (sl. 24 a, b, c, d). Razvoj tega najmanjšega požiralnika lahko spremljamo na priloženih fotografijah. V suši 1971 so ribiči napravili še več manjših jezov vzhodno od omenjenega, vendar se je počasi vsa voda v strugah med Rešetom in Suhadolico posušila.

Manjše aluvialne rupe in lijakasti požiralniki v naplavini med jezo in strugo Stržena nakazujejo postopen razvoj požiralnega zatrep pri Rešetu, tako kot smo ga sledili tudi pri Vodonosu. Številni požiralniki pred Rešetom so ponovno prekriti z naplavinami, zasuti in mrtvi. Umetna akumulacija na takem površju pa ne zdrži dolgo, kot je dokazal poskus z jezo. Vodnih razmer v območju talnih ponikev se ne da bistveno in trajno spremeniti s površinskimi jezovi.

### Sitarica

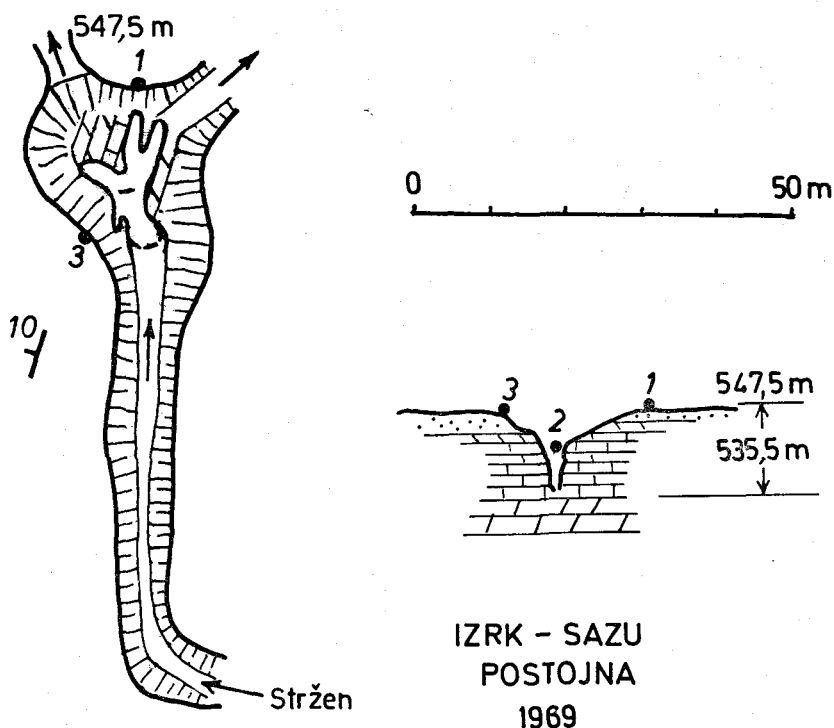
Kjer se Stržen cepi v strugi Rešeta in Vodnosa, je dvojni lijakast požiralnik Sitarice (sl. 25). Globok je 12 m in ob zgornjem robu dosti širši kot pri dnu, kjer se zoži na 0,5 m. Skalno podlago sestavljajo malmski apnenec in dolomit. Skladi upadajo za 10° proti zahodu. Zanimivo je, da je požiralnik odprt v 9 m debelem horizontu apnenca, ki ima dolomit v krovlini in talnini. Voda si torej išče poti v apnenčevih skladih, ki se menjavajo z dolomitnimi plastmi v jugozahodnem delu dna in obrobja polja (sl. 26). Struga Stržena se nadaljuje proti Rešetu in Vodonosu komaj 1 m pod ravnino polja. Vzhodno proti Srednji ponikvi še nekajkrat pogleda izpod 1 m debele naplavine skalno dno, kjer voda tudi ponika na treh krajih.

Po A. Hočevarju (1940, 123) spada Sitarica že v ponorni sistem Vodnosa. A. Gavazzi (1904, 48) in A. Löhnberg (1934, 39) pa jo naštevata

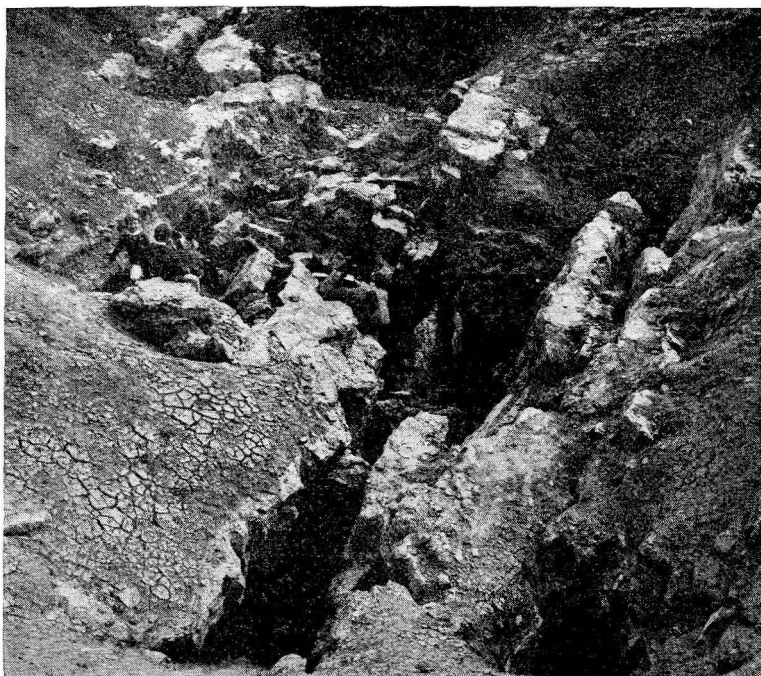
posebej kot slab požiralnik. Vendar je v njem poniknila vsa voda, ki so jo ribiči po umetni strugi speljali od požiralnika Retje proti Rešetu. Pozneje so pri Sitarici prestavili strugo Stržena, ki se sedaj ogne teh požiralnikov.

### Bečki

Bečki (sl. 27 v prilogi) so razporejeni ob meanderski strugi stranskega kra-ka Stržena, ki vodi od Sitarice proti severu in se konča v Vodonosu. Ravnica polja je na površini okoli 5 ha posejana s številnimi ločenimi okroglimi in podolgovatimi aluvialnimi vrtačami ali rupami, katerih ilovnato dno je plosko, lijakasto ali pa preide v skalni požiralnik. Med temi rupami in požiralniki se vije struga z različno nagnjenimi, nesimetričnimi in neenakomerno razmaknjenimi bregovi. Ožje, 1 do 2 m široko korito struge meandrira med bregovi in se cepi v poedine požiralnike ter jih med seboj povezuje. Našteli smo 10 požiralnikov v strugi, ki se polnijo sproti z napredovanjem vode proti Vodonosu, in 2 požiralnika, ki se začeta polniti, ko se gladina dvigne vsaj 1 m. Najgloblji požiralniki imajo 5 m globoko luknjo v skali, 5 m pa je visok lijakast obod v napla-



Sl. 25. Morfologija Sitarice  
Fig. 25. Morphology of Sitarica swallow hole



Sl. 26. Sitarica je požiralnik v strugi Stržena pri Goričici. V dnu prostornega lijaka je razgaljena skalna podlaga s širokimi špranjami. Foto P. Habič, 13. 10. 1971

Fig. 26. Sitarica is a swallet in Stržen creek bed near Goričica hum. In the bottom of big funnel the rocky bottom with wide fissures is exposed. Photo by P. Habič, October 13, 1971

vini, ki jo sestavljata rjava ilovica in pesek. Skupno smo našli 12 požiralnikov, okrog 30 grezov v bregovih in 20 rup ob strugi, ki pa so v zvezi s požiralniki.

V slovstvu ohranjeni podatki omenjajo mnogo manj požiralnikov v Bečkih. A. G a v a z z i (1904, 48) omenja šest dobrih požiralnikov, A. H o č e v a r (1940, 123) pa navaja le tri. O nastajanju novih lukenj bi se mogli prepričati le takrat, če bi imeli na voljo podobno skico požiralnikov v Bečkih kot v primeru Retja. Tako pa lahko le domnevamo, da se je morfologija Bečkov spremenila in da je razkrile več skalne podlage kot pred 70 leti.

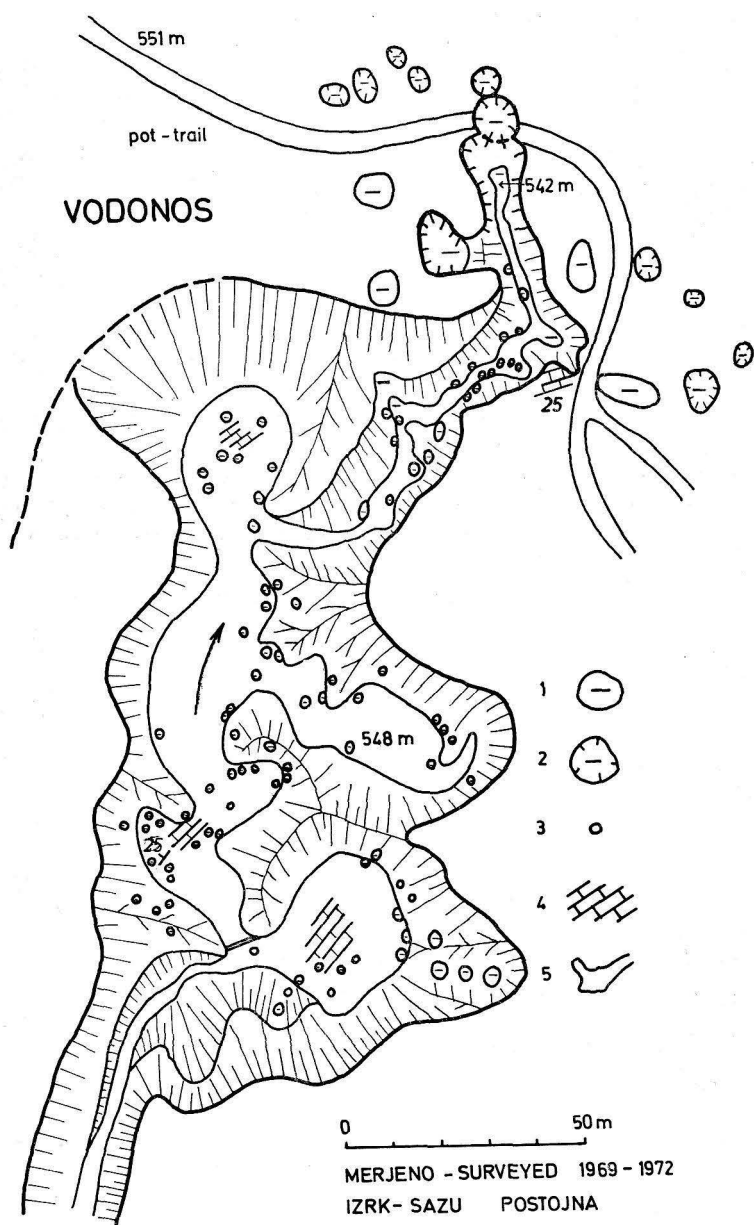
V vseh luknjah, neke pa celo v sami strugi in v sosednjih rupah, je videti skalno podlago dolomita, ki ima za 10—30° proti W in NW nagnjene vpadnice. Apnenca nismo videli, prav tako ni bilo mogoče spoznati prelomov. Lahko pa jih domnevamo zaradi različno usmerjenih skladov. Vsekakor je zanimivo, da je večina požiralnih lukenj v tistem predelu, kjer so skladi najbolj strmi in kjer po razporeditvi drugih požiralnikov lahko domnevamo dislokacijo NW—SE smeri.

Požiralno sposobnost Bečkov smo spremljali od 9.—13. 11. 1969, ko se je Stržen napolnil in segel v Vodonos in Rešeto, se pravi, da so vsi požiralniki bili aktivni. V strugi nad Sitarico smo postavili vodomere, hkrati pa smo opazovali, kako se polnijo poedine požiralne luknje. Na krivulji (sl. 27) vidimo, da požira luknja pri t. 34 70 l/s, požiralnik pri t. 30 pa 50 l/s in 90 l/s. Ko se je pretok povečal, smo lahko izmerili maksimalno požiralnost pri luknji ob t. 27 (150 l/s). Zaradi noči smo opazovanje prekinili, naslednji dan pa je voda že segala do Vodonosa, zalivala vse požiralnike in se začela zajezevati. Iz zgornjih podatkov lahko seštejemo, da so Bečki ob takratni hidrološki situaciji požirali okrog 1 m<sup>3</sup>/s.

### Vodonos

Vodonos (sl. 28) je najbolj severni sistem požiralnikov v ravnini Cerkniškega jezera. Začne se z 10 m široko strugo, nato se v razdalji 150 m ta struga razširi na 100 m, nato zopet zoži in slepo zaključi. Samo na NE strani se podaljšuje s ponorno strugo do končnega požiralnika Tilove jame ob poljski poti, ki vodi iz Dolenje vasi proti Retju (sl. 29). Ta del Vodonosa ima podobo mlajšega aktivnega požiralnika z 10 odprtini, kjer so naplavine sveže udrte, in prav toliko krožnih vdolbin, ki pomenijo potencialne udorne točke. Dno Tilove jame je 0,5 m višje od širšega dela Vodonosa, predeljeno pa je z umetno kamnito pregrado, ki bi naj zadrževala vodo pred sklepnimi najbolj požiralnimi luknjami. Dno teh lukenj sega 8 m pod ravnico, torej do 542 m nm. V slovestvu o Vodonosu navedeni podatki govorijo, da je bila dosežena kota 522,69 m (F. K r a u s 1888). A. L ö h n b e r g (1934, 94) pa je v enem teh požiralnikov dosegel globino 12 m, kjer je tudi videl prehod v dva vodoravna kanala. Avgusta in oktobra 1969 ni bilo možno priti v noben požiralnik, ker so bili neprehodni pod 540 m in brez vidne skalne podlage. Le pri t. 14 je voda odtekala v poševen, delno skalnat rov, z 400 l/s; ob suši pa v ta kanal ni bilo mogoče zlesti. Tako nismo mogli preveriti, kje so omenjeni raziskovalci dosegli navedene globine; v poštrev bi prišli le najbolj severni požiralniki Vodonosa, ki so danes morda že zasuti.

Južnejši, širši del požiralnega sistema Vodonosa ima pet med seboj povezanih ovalnih kotanj s ploskim dnom, ki so največ 6 m nižje od ravnice polja. Skalna podlaga je vidna le tu in tam, nikjer ni špranj, kamor bi lahko zlezli. V dnu so le trije sveži grezi, dosti pa je zasutih rup. Tudi na bregovih kotanj smo videli svež grez in mnogo majhnih rup. Tako se na prvi pogled dozdeva, da more tod voda komaj odtekat v nasprotju s severnim delom Vodonosa, ki ima obliko aktivnega požiralnika. To potrjujejo tudi sveži grezi na ravnici v soseščini Tilove jame (sl. 30). Nekaj je starih grezov, zelo izraziti pa so sveži grezi, eden med njimi se je odprl prav na poti. Kmetje znova in znova zasipavajo greze po njivah in ob poti, vendar se nasuti material stalno seseda. Bregovi požiralnikov in grezov kažejo po vsaki poplavi drugačno podobo, ker se rušijo in voda sproti odnaša drobir s seboj v podzemlje. Tako napreduje struga za vodnim tokom. Lahko si zamislimo, da se je začela z ovalnim požiralnikom v osrednjem delu Vodonosa, nato pa je iz hidroloških ali geoloških razlogov širila požiralne kotanje in napredovala proti severu. Poljska pot med Dolenjo vasjo in Retjem je nekoč nedvomno potekala premo preko polja ob požiralnikih, danes pa je speljana že v precejšnjem loku med svežimi grezi in požiralniki.



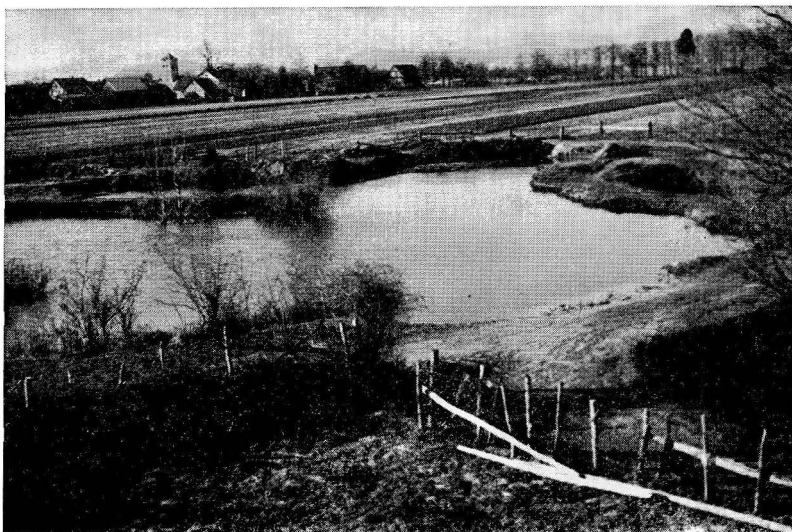
Sl. 28. Morfologija Vodonosa

1 — stari ugrezi v okolici ponikve, 2 — sveži ugrezi v okolici ponikve, 3 — grezi v ponikvi, 4 — razkrita skalna podlaga, 5 — obod ponikve

Fig. 28. Morphology of Vodonos ponor

1 — old sinkholes in the ponor vicinity, 2 — recent sinkholes in the ponor vicinity, 3 — sinkholes in the ponor, 4 — exposed rocky bottom, 5 — ponor boundary





Sl. 29. Zalita Tilova jama, glavni požiralnik Vodonosa pri Dolenjem Jezeru.  
Foto P. Habič, 1969

Fig. 29. Immersed Tilova jama, the main Vodonos swallow hole near Dolenje  
Jezero village. Photo by P. Habič, 1969

Na dveh mestih smo videli skalno podlago. To so malmski zrnati dolomiti z vpadnico  $23^{\circ}$  proti NW. Prav ob Vodonosu je bila zavrtana strojna vrtina S<sub>6</sub> do globine 31 m (M. Pleničar 1954, geološka karta in profil IV). Potekala je skozi dolomitne in apnenčeve plasti. Malo bolj severno pa je v profilu že zarisani predjamski prelom, kjer nalega na malmske kamnine zgornjetriasni dolomit. V vrtini so bile ugotovljene še razne špranje s sigo in tektonska breča, ni pa omenjenega nobenega vodnega horizonta. Nad sklepnim požiralnikom smo imeli avgusta 1969 lepo razgaljene naplavine. Zanimiva je 1 m debela plast dolomitnega proda, ki je slabo sortiran in paralelno odložen. To je že dolgo znani material vršaja Cerknšice, ki se razteza po dolgem skoraj po vsej NE polovici polja. Prva peščena plast je 2,8 m globoko, prvi prod pa 3,5 m globoko. Zanimiva je z gruščem pomešana ilovica, ki je poševno odložena na spodnji gruščnati plasti. Najspodnejši sediment (8 m globoko) sta pasovita ilovica in preperel prod.

Hidrološko delovanje Vodonosa poznamo le delno. Opazovali smo ga skupaj z zapolnjevanjem Bečkov od 9.—13. 11. 1969. Ker se je polnil ponoči, nismo mogli zasledovati požiranja v poedinih kotanjah v osrednjem delu sistema. Videli smo le dviganje pred kamnitim jezo, medtem ko so bili požiralniki za jezo suhi. Voda je pri naraščanju vedno bolj tekla skozi jez in izginjala v en požiralnik s 400 l/s. Potem pa se je začela zajezevati in pretakati v nadaljnje luknje, med katerimi pa se zdi sklepna najbolj požiralna. Tako sodimo, da požira Vodonos v sklepem delu okrog  $1 \text{ m}^3/\text{s}$  vode, nekaj pa še v osrednjem delu, tako da bi se približali  $2 \text{ m}^3/\text{s}$ , če prištejemo še požiralno količino Bečkov. Ta množina vode se morda poveča pri višjem vodostaju, dvomimo pa, da bi dosegla  $4,5 \text{ m}^3/\text{s}$ , kot je





Sl. 30. Sveža ugreza na njivi pri Vodonosu, nastala spomladi 1970. Foto P. Habič  
 Fig. 30. Recent sinkholes on the field near Vodonos ponor, originated in the spring 1970. Photo by P. Habič

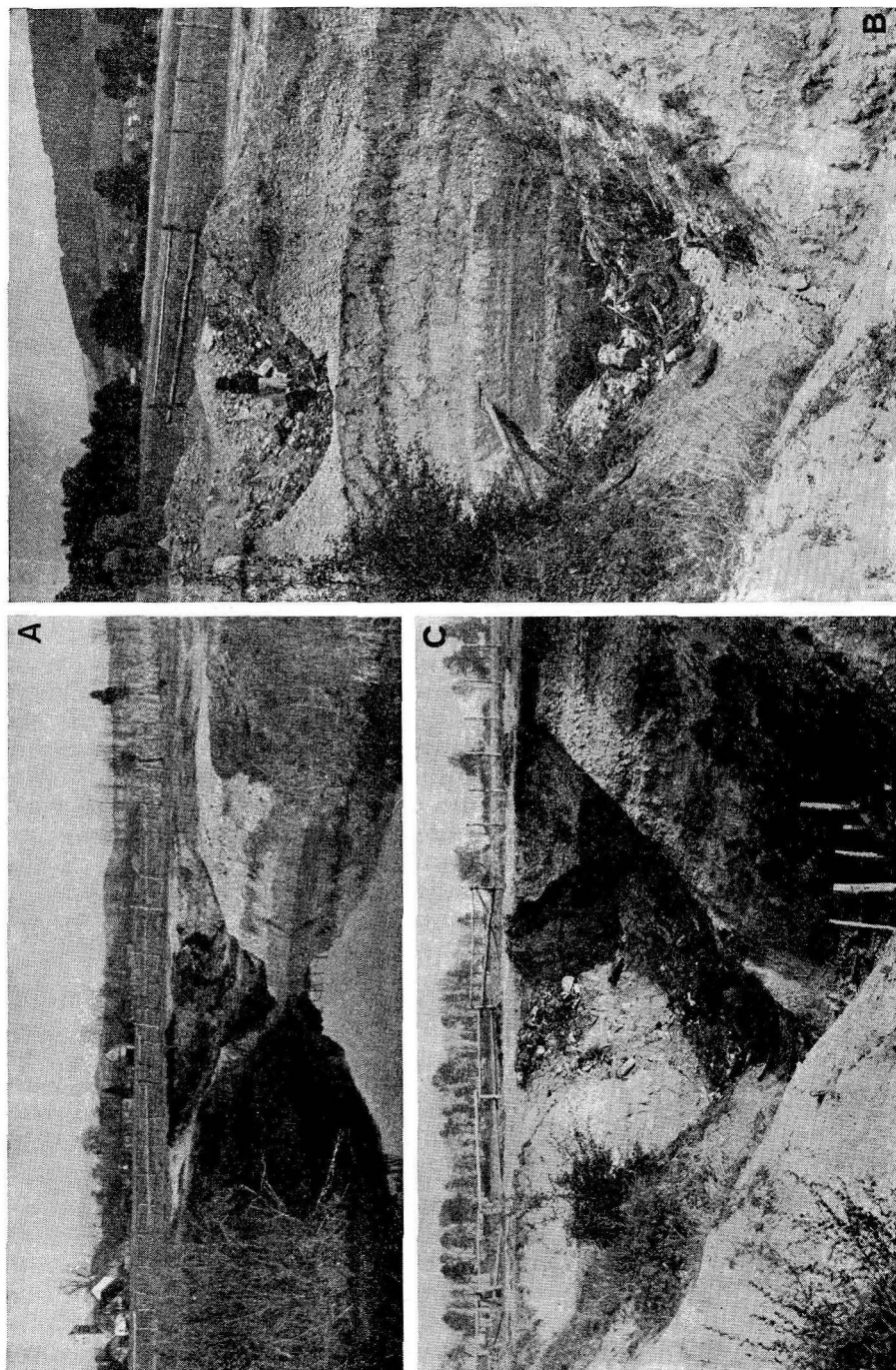
domneval A. Hočev ar (1940, 123). Sicer pa je primerjava težka, ker je k Vodonosu štel Bečke in Sitarico. A. G a v a z z i (1904, 48) pa omenja deset odprt in Vodonosa v šte v š i Bečke in ga ocenjuje kot dober požiralnik. A. P e r k o (1908, 630) govori o štirih luknjah Vodonosa.

V tem predelu Cerkniškega jezera so glavni talni odtočni podzemeljski kanali, ki pa so ali že bili izoblikovani pred površinskim nasipanjem na Cerkniškem polju, ali pa nastajajo pod naplavino in so mlajši od nje.

Sl. 31. Hitre spremembe požiralnika Tilova jama pri Vodonosu. Z ugrezi se širi požiralnik v smeri proti severu. Na sliki A iz leta 1965 je v ospredju zalit starejši ugrez, ki hidrološko še ni povezan z mlajšim grezom za njim. Leta 1970 je mlajši grez iz slike A že deloval kot glavni požiralnik (slika B), za njim pa je umetno zasut nov grez, ki je nastal na poljski poti. Naslednje leto se je zrušil del sipkih naplavin v razširjen glavni požiralnik (slika C). Foto P. Habič

Fig. 31. Quick changes of swallow hole Tilova jama in Vodonos ponor. With solution subsidence the ponor spreads northwards. In front of Fig. A from the year 1965 there is immersed older sinkhole, hydrologically not yet connected with the younger behind it. In the year 1970 younger sinkhole from Fig. A already acted as main sinkhole (Fig. B), behind it artificially filled up recent sinkhole originated in field trail. Next year a part of unconsolidated deposits has fallen in widened main swallow hole (Fig. C).

Photo by P. Habič



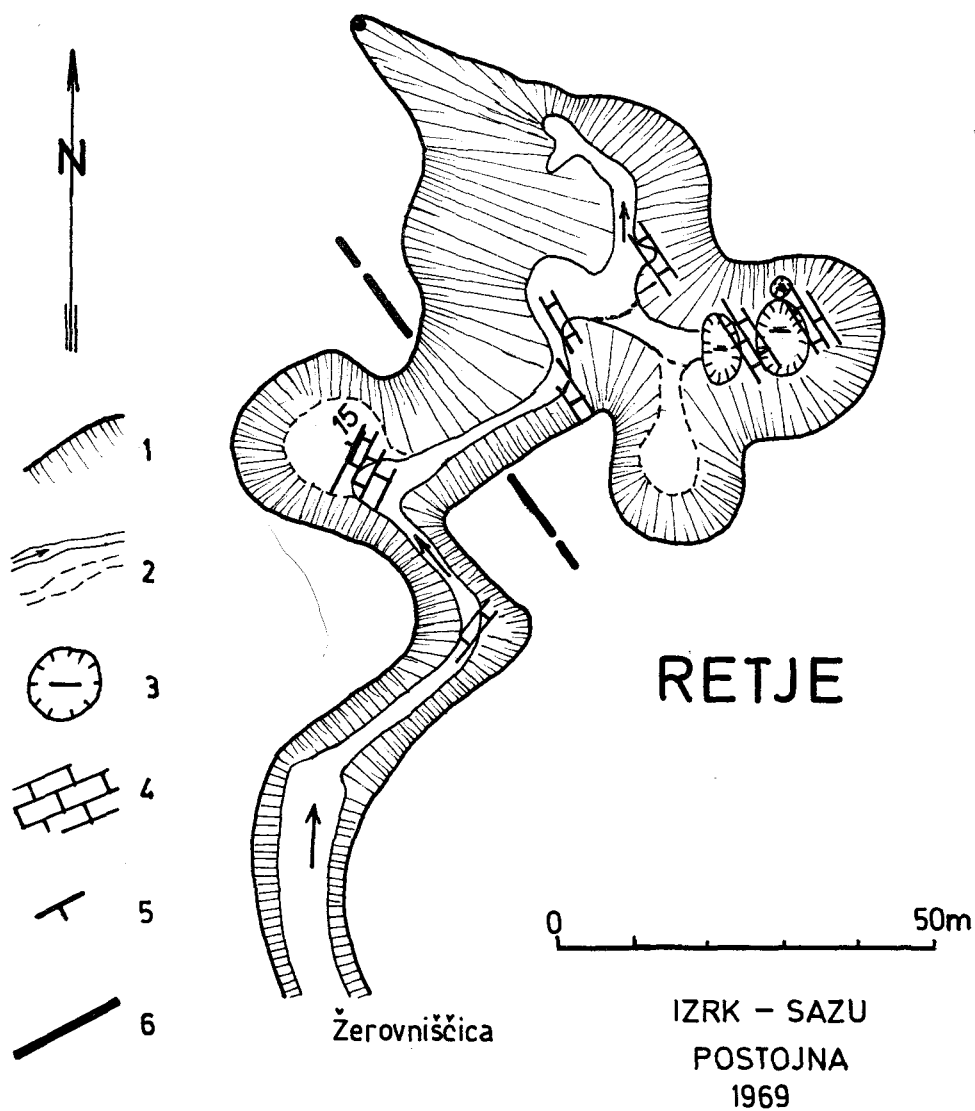
Sl. — Fig. 31

Dva izrazita zatrepa pri Vodonosu in Rešetu kažeta na mlado napredovanje procesa v smeri proti severu. To potrjujejo tudi manjši požiralniki, ki so razvrščeni od skalnega roba in struge Stržena do sedanjih ponikev Vodonosa in Rešeta, za temi požiralnimi kotanjami pa se že pojavljajo sveži grezi sredi njiv. Ker je v smeri proti severu debelina naplavine vedno večja, so tudi grezi in požiralne kotanje vse globlje. Razvoj slepih kotanj v naplavini pri Vodonosu, ki smo ga spremljali v letih 1965—1975, jasno kaže naglo spreminjanje požiralnih lukenj. S sesedanjem, izpiranjem, grezanjem in posipanjem naplavin v prevotljeno podzemlje nastajajo na površju različne oblike grezov (sl. 31 a, b, c). Zanimivo je, da se starejši požiralniki postopoma zapolnijo, voda pa najhitreje in najuspešneje spira in širi podzemeljske poti v bolj oddaljenih in v naplavine nanovo zajedenih ponikvah. Strmec podzemeljske vode je tam največji, z njim pa tudi spiranje in spodkopavanje naplavin. Ko se izpodkopani glinasto peščeni in gruščnati pokrov nad skalno votlino nenadoma ugrezne, zasuje kanale, voda pa si išče novih poti in kjer more, širi tudi starejše. To iskanje ugodnejših odtočnih poti prispeva k bočnemu širjenju požiralnega zatrepa, k občasnemu prestavljanju glavne struge, k nastajanju svežih grezov v že zablantenih požiralnikih, itd.

V ožjem delu Vodonosa smo lahko ločili štiri osnovne faze v razvoju celotnega požiralnega zatrepa, v vsaki fazi pa je vse polno mladih sprememb, ki dopolnjujejo in spreminjajo že nastale požiralne kotanje. Če sledimo požiralnikom Bečke po strugi vse tja do Sitarice pri Goričici, lahko razčlenimo razgibano požiralno območje v več podobno zaokroženih skupin požiralnikov kot pri Vodonosu. Vsaka taka skupina pa verjetno ustreza določeni fazi v napredovanju ponikev od Stržena proti severu. Oblikovitost in položaj Vodonosa kažeta, da je ta proces prestavljanja požiralnikov in njihovega zarezovanja v vršaj razmeroma hiter. Po položaju njivskih parcel okrog vasi Dolenje Jezero in po poteku poti na meji med njivsko in travniško površino lahko spoznamo, za koliko se je Vodonos že zajedel v prvotno njivsko površino. Tudi precejšen lok, ki ga napravi pot okrog Vodonosa, kaže, kako se morajo vedno bolj izogibati grezanju pri Tilovi jami. Še pred nekaj sto leti so lahko vozili prav čez sedanje najgloblje zarazane požiralnike. Tudi velik grez, ki se je odprl sredi poletja 1968 prav na poti, kaže, da se proces še ni ustavil in da se bo morala pot še bolj pomakniti proti severu na sedanje njive. Spiranje in posedanje naplavin je nezadržno in tudi nasipanje ceste ne more biti trajna rešitev. Po eni ali dveh sezonah visoke vode se grez obnovi. Najmlajši in najbolj aktivni požiralniki Vodonosa so združeni v razmeroma ozki strugi, zato bi bilo treba poskusiti z zaježitvijo glavnih podzemeljskih odtočnih kanalov. Vrsta grezov na obeh straneh Tilove jame kaže na bolj zapleten in razvejan sistem podzemeljskih vodnih poti. Če pa upoštevamo ves severni del Vodonosa, ki je precej premočrten, znaša celotna širina požiralne cone okrog 100 m in ni tolikšna, da je ne bi mogli razmeroma enostavno zaježiti z globinskimi injekcijami betonskega mleka. Za takšen poseg pa bi bile potrebne predhodne geološke in geofizikalne raziskave.

### Retje

Retje (sl. 32) je samostojen požiralnik vzhodno od Vodonosa v tistem delu sredi Cerkniškega polja, kjer se po M. Pleničarju (1954) stikata zgornjetriasni dolomit in spodnjekredni apnenec. V požiralnih luknjah so razgaljeni



Sl. 32. Morfologija Retja

1 — obod ponikve, 2 — vodne struge v ponikvi, 3 — požiralne luknje, 4 — razkrito skalno dno, 5 — smer in vpad plasti, 6 — prelom

Fig. 32. Morphology of Retje ponor

1 — ponor boundary, 2 — creek beds in the ponor, 3 — swallow holes, 4 — exposed rocky bottom, 5 — strike and dip of beds, 6 — fault

apnenci s položno vpadnico proti NW in SW ter vmesnim domnevnim prelomom v smeri NW—SE. Podatki kažejo, da se apnenec in dolomit stikata severno od požiralnika, vendar največ 50 m daleč, ker je strojna vrtina S<sub>11</sub> nedaleč od ponora potekala že v samem dolomitu (glej M. Pleničar 1954, geološko karto in prečni profil III). Na tej karti in na karti Postojna 1 : 100 000 (Zvezni geološki zavod, 1967) pa je pokrita predjamska prelomnica narisana južno od Retja.

Vse poletje 1969 ni nikoli presahnil dotok vode v Retje. Napaja ga Žerovniščica in še dva potoka izpod Slivnice, ki se poprej izlivata v njeno umetno strugo. Žerovniščica je imela ob suši 7. 11. 1969 še okrog 200 l/s vode. Izvir Žerovniščice je kraški iz jame Žerovnice ob cesti, ki pelje iz Grahovega na Bloško polico. Jamo so preiskali potapljači l. 1966 in našli enoten proti severu usmerjeni vodni rov, ki se po 390 m konča s sifonom (R. Gospodarič 1968). V jamo pride voda iz dolomitnega Bloškega polja, kar je z barvanjem ugotovil A. Hočevar dne 3. 2. 1939 (A. Šerko 1946, 126). Na tej podzemeljski poti teče voda 3 km v zračni črti skozi zgornjetriasni dolomit, nato pa 2 km skozi lijasni dolomit in apnenec, ki sega v jami in njeni okolici prav do ravnine Cerknškega jezera.

Kadar Žerovniščica naraste, ne morejo luknje v Retju požirati vse vode. A. Hočevar (1940, 24) omenja, da lahko požira le 300 l/s. Višja voda se potem preliva k naraščajočemu jezeru. Ta pojav je morda premotil A. Gavazzija (1904, 46) in A. Perka (1908, 630), da sta štela Retje med ponore (oz. estavele), ki vodo požirajo in dajejo. A. Löhnberg (1934, 41) si še tudi ni bil na jasnem, če nima opraviti z estavelo, čeprav opisuje le polnjenje in praznjenje šestih požirnih lukenj pri naraščajoči in pojemajoči Žerovniščici.

A. Löhnberg (1934, 41) je poleg opisa objavil tudi skico Retja, pa lahko primerjamo, kako se je spremenil požiralnik v 35 letih. Novejša skica (sl. 32) kaže, da preide struga Žerovniščice v višini polja v nepravilno slepo »črevo« s štirimi lijakastimi rupami. Tri metre pod ravnino so dna rup pri t. 12, 8, 7 ter med t. 2 in 5, kakršne je videl Löhnberg pred 35 leti. Današnje dno struge pa je že 0,5 m niže in pusti lijakaste rupe ob strani ter preide v skalne luknje. Tako imamo poleg teh štirih lukenj še štiri više ležeče luknje, skupaj torej osem, medtem ko jih Löhnberg navaja samo šest. V zadnjih 35 letih se je razgalilo več skalne podlage, povečalo se je število vidnih lukenj (sl. 33). Morda se je s tem povečala tudi požiralnost, v kolikor niso danes odkrite luknje požirale tudi prej, vendar skozi tanek ilovnati pokrov.

Iz Retja odteka voda v izvire Ljubljance, največ v Lubijo in Bistro (N. Čadež 1958). O globini odtoka pod površjem pa obstaja več domnev. Proti Cerknici je skalno dno pod 10 m debelim kvartarnim pokrovom. V njem je A. Löhnberg (1934, 35) ugotovil vodo z električno metodo specifičnega upora. Meritve so pokazale nekakšne vodne kanale tudi 52 m pod površjem. Vrtanja, ki jih opisuje M. Pleničar (1954), niso pokazala vodnih horizontov, pač pa s peskom in ilovico zapolnjene votline 30 m globoko. Te votline in še na novo ugotovljene pri dodatnih vrtanjih v Dolenji vasi pripisuje M. Breznik (1961, 144) globinskim podzemeljskim tokovom.

Opozoriti moramo na razmeroma osamljeno lego požiralnikov Retja in na njihovo ločeno hidrografske zaledje vsaj pri nizkih vodah, ko po presahnitvi jezera ostanejo potoki v strugah. V Retju ponika tedaj le potok Žerovniščica z manjšimi pritoki izpod Slivnice. Ob suši je to poleg gornjega dela Stržena



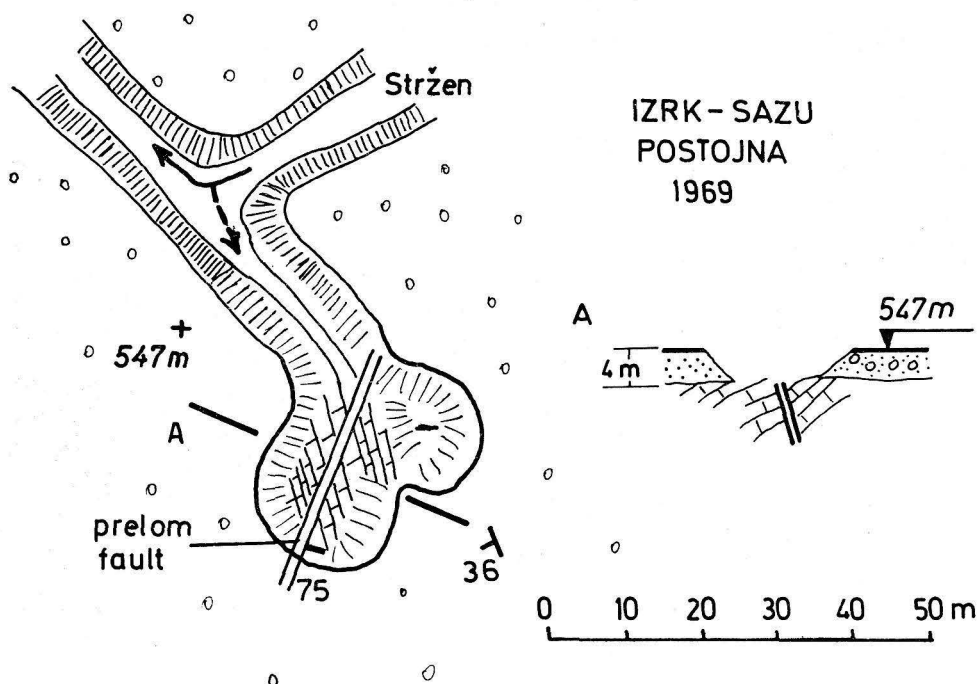
Sl. 33. Požiralniki Retja. Obsežna požiralna kotanja v naplavini je poglobljena do skalne podlage, kjer v skalnih špranjah ponira voda Žerovniščice. Foto P. Habič, 4. 8. 1969

Fig. 33. Retje ponor. A big swallow hole in fills is deepened up to rocky bottom where the Žerovniščica creek sinks into rocky fissures. Photo by P. Habič, August 4, 1969

z Lipsenjščico, ki ponika v Srednji ponikvi, edina tekoča voda na območju Cerknškega jezera. Ribiči so strugo Žerovniščice pred požiralniki Retja zaježili in v sami strugi zadržali nekaj več vode. Da pa se ta ne bi nekoristno prelivala v požiralnik, so pred jezo obnovili in delno na novo skopali jarek do Stržena pri Goričici. Stalni dotok Žerovniščice naj bi tako hranil strugo Stržena do Rešeta.

Ob vzhodni strani Drvošca se razteza zanimiva estavelna in požiralna cona, ki sega še onstran struge Stržena pa tja do Goričice. Zanimiv je skoraj sklenjen niz estavel ob vzhodnem vznožju Otoka in Drvošca, ki jih napaja podzemeljska voda iz Zadnjega kraja. Na to opozarja skladno nihanje vodne gladine na obeh straneh Drvošca, pa tudi kvaliteta vode, ki se razlikuje od Stržena, vsaj v času, ko je omejeno površinsko mešanje voda.

Poleg omenjene cone ob vznožju Drvošca pa izstopa med Drvošcem in Strženom ter med Veliko ponikvo in Goričico področje, ki se odlikuje s številnimi ponikvami, rupami, skledastimi in špranjastimi požiralniki. Področje je kilometer široko in tudi toliko dolgo. Najbolj izrazite in hidrološko pomembne so Velike, Srednje in Male ponikve ob strugi Stržena.



Sl. 34. Morfologija Velike ponikve  
Fig. 34. Morphology of ponor Velika ponikva

Ribiči so sicer z manjšimi pregradami nekoliko zavarovali Stržen pred ponikvami, vendar je bil uspeh le kratkotrajen, saj so rupe tako številne, da se nizka voda Stržena le s težavo ogne temu rešet.

### Velika ponikva

Od kolena Stržena se odcepi 50 m dolga slepa struga proti SE in se razširi v dve ovalni rupi (sl. 34). Višja vzhodnejša struga je starejša luknja v naplavini, v nižji pa se vidi skalno dno v malmskem apnencu (sl. 35 in 36). Skladi vpadajo za 55° proti SW. Seče jih prelom NNE—SSW smeri. Ob lezikah in prelomu so špranje, ki vodo požirajo, ko se prelije preko lesenega jez, a tudi tedaj, ko je struga Stržena polna vode in je ponikva zalita tako, da je ni videti. Kolikšna je požiralnost pa nismo mogli ugotoviti. A. Hočev ar (1940, 124) govori o 600 l/s. A. G a v a z z i (1904, 48) pa omenja dve luknji Velike ponikve in jo šteje med slabe požiralnike.

Naplavine so tukaj 4 m debele in sestavljene iz sive ilovice (0,5 m v talnini), peska in dolomitnega konglomerata (1 m) ter peščene ilovice in humusa (2,5 m) v krovlini.





Sl. 35. Velika ponikva ob strugi Stržena. Ob presihanju Stržena lovijo ribe v ujeti vodi, ki hitro ponikuje. Foto P. Habič, 4. 8. 1969

Fig. 35. Velika ponikva ponor at Stržen creek bed. During the creek drying up the fishes are caught in the creek bed, where the water quickly flows off. Photo by P. Habič, August 4, 1969



Sl. 36. Požiralnik Velike ponikve po presušitvi, v njem je več manjših rup in razgaljena skalna podlaga. Foto P. Habič, 13. 8. 1969

Fig. 36. Swallowing funnel of Velika ponikva after drying up, in it there are several smaller holes and exposed rocky bottom. Photo by P. Habič, August 13, 1969





Sl. 37. Srednja ponikva je mlad požiralnik sredi struge Stržena. Po pripovedovanju domačinov se je odprl šele okrog leta 1950. Požira največ 500 l/s vode. Požiralnik se je odprl v jezerski karbonatni ilovici, ki je odložena na skalno podlago. Foto P. Habič, 13. 8. 1969

Fig. 37. Srednja ponikva is recent swallowing-hole in the middle of Stržen creek bed. After natives telling it was not opened before 1950. It engulfs at most 500 l/s of water. The swallowing-hole opened in lacustrine carbonate loam deposited on rocky basement. Photo by P. Habič, August 13, 1969

### Srednja ponikva

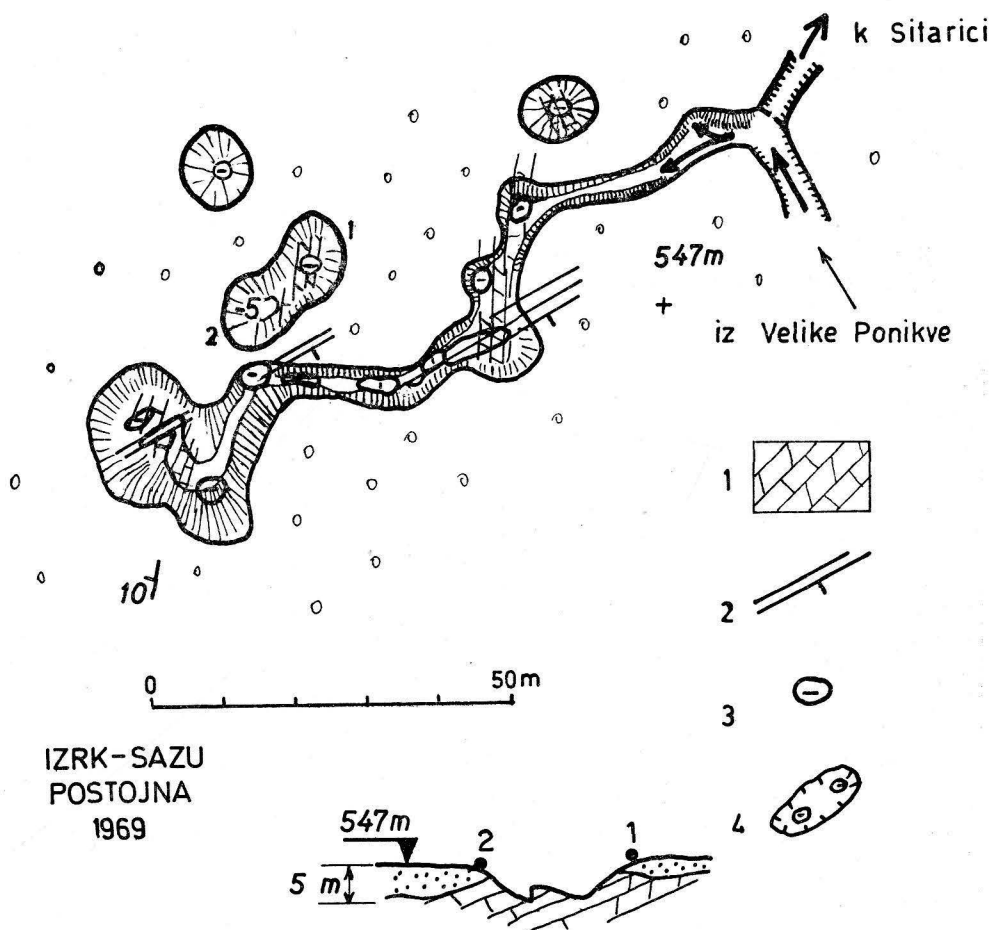
V strugi Stržena 200 m nizvodno od Velike ponikve pada voda v 8 m globoko in  $3 \times 2$  m široko požiralno luknjo Srednje ponikve (sl. 37). Te luknje v pregledani literaturi nismo našli opisane. Ne omenja je niti temeljiti A. Gavazzi. Menimo, da gre za požiralnik, ki se je razvil šele v zadnjih 50 letih tako, da požira največ  $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$  vode. Ko je ta količina prekoračena, se voda prelija dalje po strugi, ki je onkraj Srednje ponikve 1 m višja kot pa dno struge pred njo.

Voda izginja v špranjah smeri N—S. Votline so elipsaste in vodoravno razporejene. Skladi malmskega dolomita padajo proti zahodu za  $10^\circ$ . Na skalni podlagi je sprva nekaj dolomitnega proda, nato pa 4 m sive ilovice z rjavimi progami. Temu sledi svetlosiva ilovica, ki jo končno pokriva črna in rjava humusna ilovica. Analiza pelodov v sivi ilovici, ki leži neposredno na skalni podlagi, je pokazala würmsko starost iz prehoda stadiala v interstadial (A. Šercelj 1974). V bližini obravnavanega požiralnika je bila izvrtana ročna vrtina

S<sub>22</sub> (M. Pleničar 1954, profil III) do globine 1,75 m, ko je že dosegla skalno dno v apnencu. Primerjanje podatkov pove, da je v območju ponikev skalno dno dokaj vegasto.

### Mala ponikva

Mala ponikva (sl. 38) ima okrog 100 m slepe struge, ki v blagih meandrih poteka proti SW do zaokroženega sklepa. Skoraj po vsem dnu je skalna podlaga malmskega apnenca in dolomita pod 2,5 do 5 m debelimi ilovnati naplavinami. Skladi vpadajo za 10–20° proti zahodu in so presekani z rupturami NE–SW



Sl. 38. Morfologija Male ponikve

1 — razkrita skalna podlaga, 2 — prelom, 3 — grezi v ponikvi, 4 — grezi v okolici ponikve

Fig. 38. Morphology of Mala ponikva ponor

1 — exposed rocky bottom, 2 — fault, 3 — sinkholes in the ponor, 4 — sinkholes in the ponor vicinity

smeri. Ob njih so vsi požiralniki (sl. 39, 40). V strugi smo jih našli šest, v 1 m višjem sklopu požiralnika pa dva. A. G a v a z z i (1904, 46) omenja le štiri luknje in jih šteje k estavelam. A. L ö h n b e r g (1934, 39) pa šteje Malo in Veliko ponikvo k stalnim ponorom v strugi Stržena. Tudi A. H o č e v a r (1940, 124) meni, da dobivajo ponikve vodo iz Zadnjega kraja in požirajo še 500 l/s Strženove vode. Teh podatkov nismo mogli preveriti. V poletju in jeseni l. 1969 smo opazovali suhe luknje, kako teče vanje Stržen in kako jih voda popolnoma zalije. Pri polnjenju slepe struge se voda pokaže tudi v sosednjih rupah, vendar z 1 m nižjo gladino. Se pravi, da so že bližnji kanali struge tako ozki, da se gladina izravna šele pri določeni višini vodnega stolpca v Strženu ali pa šele takrat, ko voda prelije bregove in zalije vrtače z vrha.

Številne aluvialne vrtače, sveži grezi, rupe in odprti skalni požiralniki ob ponikvah na obeh straneh Stržena, so nedvomno posledica močno zakraselega dna Cerkniskega polja. Kljub nekaj debelejši plasti naplavin je ta predel zelo podoben severnemu delu Zadnjega kraja, kjer je prav tako izredno zakraselo skalno dno. Nedvomno gre tu za sorodno geološko podlago, ki je verjetno tektonsko precej pretrta in tako izpostavljena intenzivnemu zakrasevanju. Z barvanjem dokazan odtok vode iz ponikev in Zadnjega kraja pa kaže na nadaljevanje pretrte in zakrasele cone še onkraj geološke meje sredi polja, kjer se stikata jurski apnenec in triasni dolomit.



Sl. 39. Mala ponikva, požira del vode Stržena. Foto P. Habič

Fig. 39. Mala ponikva ponor takes off a part of Stržen creek water. Photo by P. Habič



Sl. 40. Mala ponikva. Voda je odstranila naplavine do skalne podlage, kjer odteka voda skozi številne špranje ob razpokah in lezikah.

Foto P. Habič, 13. 8. 1969

Fig. 40. Mala ponikva. The water eroded the deposits up to rocky bottom where through several fissures, controlled by joints and bed planes, the water flows away. Photo by P. Habič, August 13, 1969

### Lovišče

Ob presihanju jezera se postopno praznijo požiralniki in estavele od Rešeta in Vodonosa do Kotla in Češlence, pa do ponikev v Lovišču pri Otoku, kar traja po navadi 10 do 14 dni. V zalivu ob vzhodni strani Otoka so štiri izrazitejšje skledaste ponikve, globoke 2 do 3 m in široke do 30 m. Njihovo dno je prekrito z naplavinami in le na posameznih mestih ob dnu je razgaljena skalna podlaga. Špranje, v katerih izginja voda, so majhne, kar kaže na majhno požiral-

no sposobnost teh ponikev. To se sklada tudi z režimom praznjenja in polnjenja, ki pa ni odvisno le od dotoka, temveč predvsem od podzemeljskih odtočnih razmer. Ponikve v Lovišču se namreč izpraznijo tudi ob enakomernem dotoku Tresenca, vendar v skladu s splošnim praznjenjem podzemeljskih kanalov v dnu polja. Najbolj je poglobljena prva požiralna kotanja ob Tresencu, ki se zadnja izprazni. V njej sam Tresenc ob suši nemoteno ponika (sl. 41). Druge skledaste ponikve so povezane s plitvo strugo, ki se ob usihanju najprej posuši, iz posameznih ponikev pa voda postopoma odteče v podzemlje.

### ZADNJI KRAJ

Zadnji kraj zavzema na Cerkniškem polju posebno mesto tako v morfološkem kot hidrografskem pa tudi krajinskem in naravoslovnem pogledu. Leži ob strmem vznožju Javornikov in ga od prostornejšega osrednjega dela polja loči nizek podolgovat hrbet Drvošca, ki sega ob poplavah kot polotok od Goričice in Klinjega vrha do Vrat pred Otokom. Zadnji kraj je skoraj 2 km dolg, od 300 do 500 m širok zaliv Cerkniškega jezera, kjer se voda najdalj zadržuje in



Sl. 41. Požiralnik potoka Tresenc po presahnitvi Lovišča. Foto R. Gospodarič, 18. 8. 1971

Fig. 41. The swallow-hole of Tresenc creek after drying up of Lovišče ponors. Photo by R. Gospodarič, August 18, 1971





Sl. 42. Pobiranje rib iz presihajočih estavel v Zadnjem kraju. Foto P. Habič, 24. 10. 1970

Fig. 42. Picking up the fishes from drying up estavellas in Zadnji kraj. Photo by P. Habič, October 24, 1970

tudi iz številnih estavel in skalnih razpok ter požiralnikov najkasneje odteče, ob dežju pa se iz tal in skalnega obrobja voda spet najhitreje razlije. Ta značilnost je včasih postavljena tudi na glavo, saj se lahko voda iz zelo naraslega Stržena prelije v Zadnji kraj, preden le-tega poplavi kraška talna voda izpod Javornikov. Pri usihanju tudi Kotel prehiteva Lovišče na vzhodni strani Otoka, kjer izginja potok Tresenc.

Preglednost dna Zadnjega kraja močno zmanjšuje gosto zaraslo trsje, ki je zlasti v osrednjem delu težko prehodno. Ribiške steze vodijo po obrobju, ob zahodni strani pa je precej zarasla gozdna pot. Leta 1975 pa so zgradili kamionsko gozdno cesto okrog Zadnjega kraja. Vodna gladina sega skoraj povsod do strme, mestoma prepadne skalne obale, ki je podobna tipičnemu obalnemu klifu. Prava abrazijsko-korozijska terasa je večji del leta poplavljen, bolj izrazita pa je le na mestih, kjer ni ne estavel ne požiralnikov.

Po presahnitvi se pokaže iz vode skoraj ravno dno, razčlenjeno s številnimi vdolbinami različnih oblik in velikosti (sl. 42). Skalno površje je večji del pokrito s tanko plastjo jezerskega blata in karbonatne ilovice. Tudi precej plitvih, različno obsežnih skledastih kotanj je prekritih s to ilovico. Druge ožje in globlje kotanje pa imajo delno razgaljeno skalno podlago in obrobje. Take oblike so številnejše na zahodni strani ob strmem vznožju Javornikov, kjer sili voda iz kraškega podzemlja. Krovna plast ilovice je odpplavljena, špranje v apnenču,



Sl. 43. Značilno korozijsko oblikovane navpične špranje estavel v Zadnjem kraju.  
Foto P. Habič, 13. 8. 1969

Fig. 43. Characteristical corrosion forms of vertical fissures of estavelles in Zadnji kraj. Photo by P. Habič, August 13, 1969

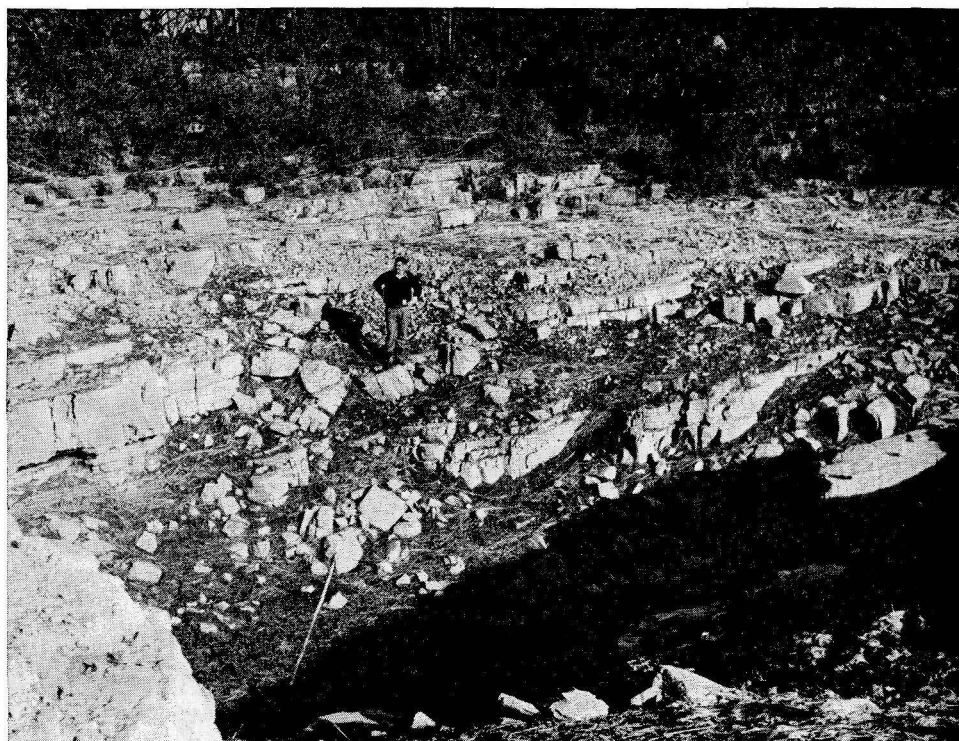
iz katerih priteka voda, pa so globoke tudi 8 in več metrov, podobne so špranjastim ozkim breznom. Stene so korozijsko razjedene, vendar gladke, z značilnimi vertikalnimi žlebovi (sl. 43 a, b). Ti žlebovi so nastali z raztapljanjem apnenca v mirni stoječi vodi ali ob rahlih tokovih od spodaj navzgor, kar potrjujejo številne anastomozne oblike, ki jih lahko imenujemo tudi obrnjene škraplje. Dno teh špranjastih brezen, estavel in ponikev je kljub pritoku vode od spodaj zapolnjeno z blatom in po večini tako zoženo, da ni nikjer mogoče priti globlje v kraška tla. Tudi vode v teh špranjah ob daljši suši nikjer več ne dosežemo.

Vodna gladina v skalnem dnu Zadnjega kraja se zniža za najmanj 10 do 15 m, kako globoko pa se dejansko spusti v največji suši, bi lahko opazovali le v primerni vrtini.

Po oblikovitosti in gostoti kraških oblik v dnu lahko Zadnji kraj razdelimo v tri dele: severni, srednji in južni.

### Gebno, Zajcovke in Bobnarice

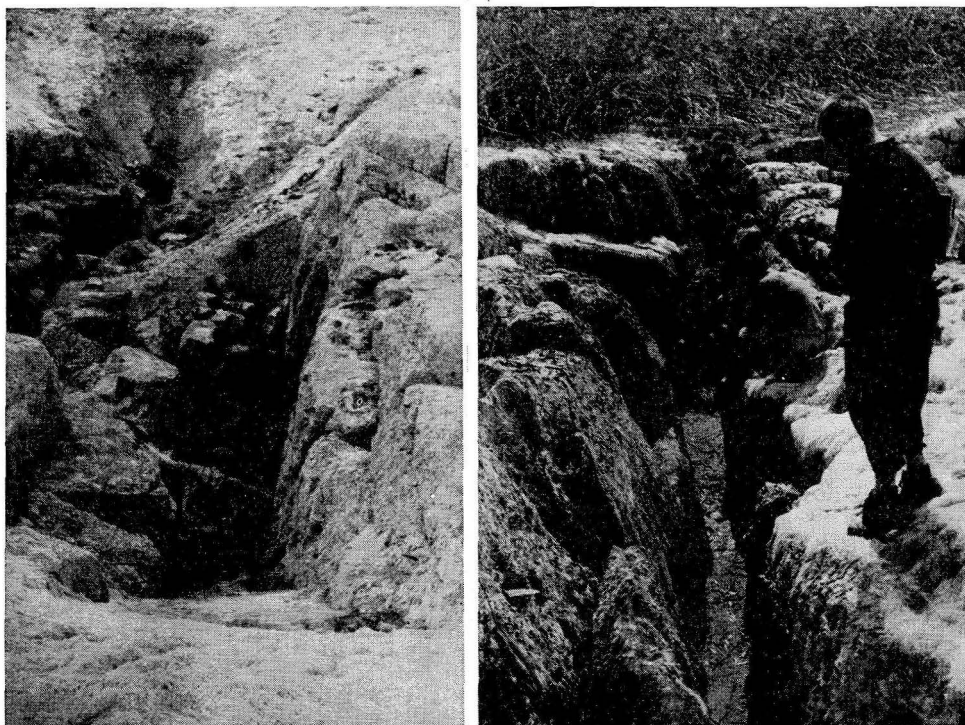
Severni del Zadnjega kraja je s treh strani zaprt in obdan s strmim kraškim bregom. Nizek preval ga veže le preko laza z dvema vodnima kotanjama na korenu polotoka Drvošča z osrednjim delom jezera. V severnem delu, ki ga imenujemo tudi Gebno, ločimo tri večje skupine estavel: Gebno v ožjem z največjo skalnato vrtačo Skednenco na vzhodni strani (sl. 44), Zajcovke ob severozahodnem kotu in Bobnarice ob zahodnem bregu (sl. 45). Težko je na kratko predstaviti vse oblike in pojave v tem delu kot tudi v celotnem Zadnjem kraju, saj je samo v severnem delu več kot 200 raznih drobnih kraških oblik v skalnem dnu, s premerom in globino nad 1 m. Po velikosti se odlikuje pas estavel, ki prečka ta del Zadnjega kraja v smeri proti NE. Čeprav nismo mogli ugotoviti vodnega toka v Zadnjem kraju, voda verjetno večji del leta v tem predelu miruje, pa kaže nagnjenost plitvih strug v jezerskem blatu med posameznimi estavelami in požiralniki, da se vsaj pri praznjenju ali polnjenju giblje voda izpod Javornikov proti NE in pod Drvoščem na odprto jezero. Malo vstran od prostornejše kotanje Skednence, ki je podobna kotlasti vrtači, je v skalnem



Sl. 44. Skednenca v Zadnjem kraju je značilna vrtačasta estavela. Foto P. Habič, 24. 10. 1970

Fig. 44. Skednenca in Zadnji kraj represents a typical doline-type of estavela. Photo by P. Habič, October 24, 1970





Sl. 45. Zadnji kraj, oblike suhih skalnih špranj, ki delujejo kot estavele (levo Velika Bobnarica, desno Zajcevka). Foto P. Habič, 8. 8. 1969

Fig. 45. Zadnji kraj, the forms of dry rocky fissures working as estavellas (on the left — Velika Bobnarica, on the right — Zajcevka). Photo by P. Habič, August 8, 1969

bregu 2 do 3 m nad visoko vodo nekako v višini 555 m vhod v zasuto jamo, ki je po vsej verjetnosti nekdanj delovala kot odtočni kanal.

V osrednjem delu Zadnjega kraja je dno razmeroma razčlenjeno in prevladujejo le manjše, plitve rupe in med njimi so bolj redke špranje. Večinoma niso širše od 2 m in so povečini le dober meter globoke. Več je globljih špranjastih estavel le na zahodni strani osrednjega dela Zadnjega kraja (sl. 46 a, b). Ob vzhodni strani pa je pod Drvoščem nekakšna polkrožna zajeda z manjšimi, do 1 m globokimi skledastimi požiralnimi špranjami. Po teh oblikah in njihovi razporeditvi ob vznožju Drvošča lahko sklepamo, da se tudi tu odteka voda podzemeljsko na odprto jezero vzhodno od Drvošča. Podobno kot v lazu na prevalu iz Gebna je tudi v osrednjem delu Drvošča nizek preval z obsežnejšo vrtačo v Pocinovem lazu, ki je povezana s podzemeljsko vodo in deluje kot estavela, saj niha v njej voda kot v Zadnjem kraju.

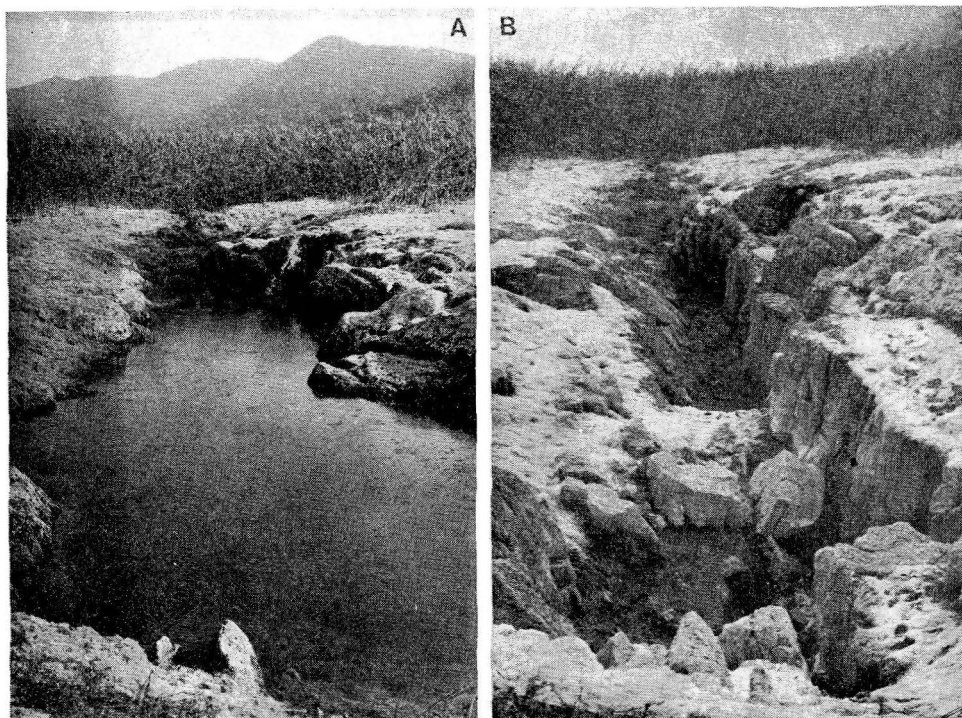
Na zahodni strani osrednjega dela je zanimiv kraški bruhalnik Vranja jama, kat. št. 1011. Vodo bruha le kratek čas po dežju in to je edini vidni kraški dotok v Zadnji kraj izpod Javornikov. Okrog jame je ob vznožju strmega, mestoma

celo prepadnega brega nekakšen nasip v obliki podolgovatega ilovnatga in gruščnatga vršaja. Debelejša plast naplavine je prekrila skalno podlago in izravnala površje, zato v tem predelu ni videti ne estavel ne drugih kraških globeli v dnu.

Južni del Zadnjega kraja se odlikuje predvsem po razgibani vijugasti strugi polni požiralnikov in estavel, ki jih skupaj označujejo domačini kot Kotel. Poleg estavel in rup v sami strugi Kotla pa je na aluvialnem dnu izven struge še vse polno skledastih in špranjastih vdolbin, ki se razen po velikosti v ničemer ne razlikujejo od podobnih oblik v drugih delih Zadnjega kraja.

### Kotel

Kotel (sl. 47 v prilogi) je torej skupina estavel v tistem delu Zadnjega kraja, kjer se rob Drvošca pod koto 582 približa pobočju Javornika na komaj 200 m. Estavele so razporejene v smeri NNW v razmaku 400 m in največ 40 m oddaljene od osrednje struge, ki jih povezuje. Meter globoka meanderska struga



Sl. 46. Zadnji kraj, podolgovata estavela z razgaljeno, ob razpoki korozijsko razširjeno špranjo, neposredno ob usihanju (A) in po presahnitvi vode (B). Foto P. Habič, 1969

Fig. 46. Zadnji kraj, oblong estavella with corrosionally widened fissures, exposed at joint, immediately at drying up (A) and after being dried up (B). Photo by P. Habič, 1969

pride iz Češlence in se pri vstopu v Kotel poglobi na 2 do 3 m. Ko zasuče proti severu, je v bregu prva 5 m globoka luknja, druga pa je na ravnici. Korito struge se nato vije v meandrih proti NNW, enkrat bolj, drugič manj odmaknjeni strmi bregovi pa vključujejo v Kotel vrsto kotanj s ploskim dnom, ki se v njih pojavi voda, kadar narašča, pa čeprav jih od struge deli višji prag (sl. 48). Iz teh kotanj se voda preliva v strugo. Našteli pa smo tudi sedem lukenj v skali (širina do 1 m, dolžina do 10 m, globina pa okrog 5 m). Oblikovane so ob razpokah in prelomih v skladih apnenca in dolomita zgornje jure.

Skalno podlago vidimo še na več mestih v sami strugi. Lezike potekajo od NE proti SE, vpadajo pa proti SW za 10–25°.

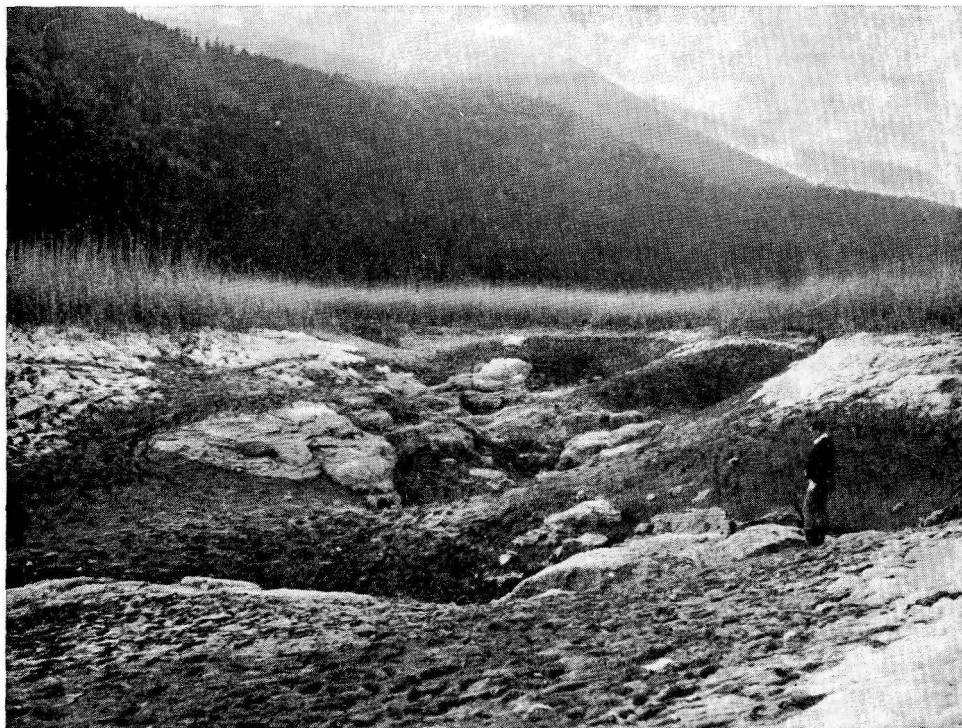
Morfološko sta zanimivi luknji pri t. 1, 2, 3 in 12, ker je ob lezikah in rupaturah videti lepe korozijske vdolbine vseh mogočih oblik. Zelo malo je odlomljenih blokov in gruča, ob bregovih in v dnu lukenj je dosti blata. Naplavine so večinoma ilovnate in največ 3 m debele. Po vsem tem se Kotel razlikuje od požiralnikov.

Estavelni značaj Kotla pokažejo krivulje na sl. 47. Prikazuje naraščanje in upadanje oz. pretok vode med Češlenco in Kotlom. Po dežju 9. 11. 1969 je naraščala gladina v Kotlu nepretrgoma do prihodnjega dežja 14. 11. 1969 in še naprej. V Češlenci pa smo opazovali upadanje po prvem dežju, ko se je izdatnost Obrha in Mrzlika, izvirov, ki napajata Češlenco, zmanjšala, tako da je voda tekla iz Kotla proti Češlenci. Po drugem dežju pa se je situacija zopet spremenila v prid Češlence, kjer se je gladina hitreje dvignila kot pa v Kotlu. Zato je voda Obrha in Mrzlika tekla zopet v Kotel tako dolgo, dokler se nista gladini izravnali in dvignili na 549 m, ko je začela voda teči iz Zadnjega kraja skozi Vrata v Stržen k ostalemu Cerkniškemu jezeru. To kratkotrajno opazovanje je pokazalo, da je Češlenca — požiralnik odvisen od dotoka Obrha in Mrzlika, Kotel in vse podobne luknje v Zadnjem kraju pa estavele takšnega tipa, da se v njih dviguje in upada podtalnica. Upadanje do popolne izsušitve dokazujejo tudi množine crknjenih rib, ki se zatečejo v posamezne luknje skupaj z vodo, a potem poginejo, ko ta upade. Od razlike gladin je odvisno, kdaj bo tekla voda v Zadnji kraj in kdaj iz njega na jezero. Žal, še ni bilo izvedenega nobenega barvanja v teh estavelah, da bi videli, če le ne dajejo vode v požiralnike ob Strženu ali celo neposredno v izvire Ljubljaniice.

V slovstvu je prav glede Kotla največ nejasnosti, kakšno vlogo igra. J. Valvasor (1687, 683) ga je zabeležil kot estavelo, vsi ostali raziskovalci za njim T. Gruber (1781), A. Steinberg (1758), A. Gavazzi (1904) pa ga označujejo kot slab požiralnik. A. Hočevar (1940, 124) pravi, da požira največ 2,5 m<sup>3</sup>/s in skupaj s Češlenco podzemeljsko odvaja 3,1 m<sup>3</sup>/s vode v Malo ponikvo. Te podatke povzema tudi F. Jenko (1954, 157). A. Löhnberg (1934, 39) šteje Kotel k požiralnikom in sploh dvomi, da bi na Cerkniškem polju obstajale estavele.

### Češlenca

Češlenca (sl. 47) je sestavljena iz dveh vrtačastih požiralnikov konec struge Otoškega Obrha in Mrzlika. Luknji sta 5 m (nm. v. 543 m) pod površjem in predeljeni z vmesnim naplaviniskim pragom, tako da se pri zalivanju z vodo najprej zapolnjuje južnejši, nato pa šele severnejši požiralnik. Vidna je skalna podlaga malmskega apnenca z vpadnico 230/15.



Sl. 48. Sklepni del estavelnega Kotla v Zadnjem kraju. V nekaj metrov globoki strugi je skalna podlaga na več mestih razčlenjena v navpične špranje. Foto P. Habič, 18. 8. 1971

Fig. 48. Final part of Kotel estavella in Zadnji kraj. In some meters deep creek bed on several places the rocky bottom is dissected into vertical fissures. Photo by P. Habič, August 18, 1971

Preden se struga ovalno zaključi, je pregrajena z lesenim in kamnitim zidom. Ta prepušča le omejeno količino vode. Šele, ko se poveča dotok Obrha in Mrzlika, njuna količina se spreminja med 0,007—3,1 m<sup>3</sup>/s, naraste voda preko jeza in se prelije v luknji, ki se hitro napolnita do roba. Ob umirjenem vodostaju smo dne 11. 11. 1969 merili pretok 250 l/s, kar bi bila tudi največja požiralnost Češlence. Ko prelije voda bregove vrtačastih rup, teče po komaj zaznavni vijugavi strugi v Kotel oziroma v Zadnji kraj in skozi Vrata v Stržen. Takšna je bila hidrološka slika v opoldanskih urah 10. in 14. 11. 1969; 12. in 13. 11. pa je voda upadala, tako da prelivanja ni bilo. Zanimivo je omeniti, da je pri naraščajočem vodostaju v Kotlu naraščala voda tudi v luknji pri Vratih (pod mostom, ki povezuje Drvošec z Otokom), medtem ko je Češlenca sredi med njima požirala Obrhovo vodo. S tem hočemo povedati, da je Češlenca s svojo požiralno funkcijo nekaj nenormalnega sredi estavelnega Zadnjega kraja.

A. Hočev ar (1940, 124) povezuje Češlenco s Kotelom in meni, da teče voda od tod v Malo ponikvo. A. G a v a z z i (1904, 48) piše o dveh odprtinah

Češlence in njeni dobri požiralnosti. Dne 28. 8. 1961 ob 15 h so sodelavci Hidro-meteorološkega zavoda SRS obarvali Češlenco in ugotovili, da je barva po 192 urah dosegla 24 km oddaljene izvire Ljubljane (I. Gams 1965, 58).

Požiralnika Velika in Mala Češlence sta v tistem delu Zadnjega kraja, kjer se ta odpira med Otokom in Drvoščem proti ravnini Cerkniškega jezera. Tu so Vrata, ki imajo poleg Češlence še več manjših kraških požiralnikov. Območje Kotla in Češlence med Drvoščem in Otokom in vznožjem Javornikov je morfološko zelo pestro, prepreženo z zavitimi strugami in posameznimi skledastimi estavelami in požiralniki. Dva izrazita dotoka, kot sta Obrh in Mrzlik, in več manjših neizrazitih občasnih pritokov tja do bruhalnika Vranje jame, kažejo na širšo dotočno cono iz kraškega zaledja Javornikov.

### Vrata

Niz rup in požiralnikov ter široka Vrata v prvotno sklenjenem hrbtu Drvošec - Otok kažejo na tektonsko predispozicijo za kraški in površinski pretok v smeri proti NE. Ob visoki vodi smo v Vratih opazovali menjavanje toka proti Zadnjemu kraju in iz njega v jezero. Menjava se v glavnem sklada z naraščanjem in upadanjem jezera. Pri polnjenju teče voda v Zadnji kraj, pri praznjenju pa iz njega. To je sicer v nasprotju s prej nakazano požiralno in pritočno funkcijo Kotla ter požiranjem Češlence. Upoštevati pa moramo, da je večinoma dotok iz gornjega jezera večji in hitrejši, kar bistveno vpliva na sistem polnjenja in praznjenja jezera. Očitno je tudi, da je površinsko praznjenje Zadnjega kraja skozi Vrata uspešno le pri višji vodi, ob upadanju pa le do določene višine. Ker je Zadnji kraj zlasti okrog Kotla nekaj nižji od prevala v Vratih, se nadalje prazni le podzemeljsko. Opazovanje vodne gladine ob upadanju pa kaže, da je pod Drvoščem nekakšna bariera, ki vzdržuje višjo gladino v Zadnjem kraju v primeru s Ponikvami in strugo Stržena. Podobne pregraje pa morajo obstajati tudi med posameznimi skupinami požiralnikov od Vodonosa do Rešeta ter Velike in Male ponikve pa do Kotla in Lovišč, kar se odraža v postopnem praznjenju teh ponikev in v zadrževanju vodne gladine v različnih višinah. Pojav smo podrobneje opazovali in ga skušali razložiti pri hidrološki spremljavi poskusne zaježitve.

V predelu med Obrhom, Mrzlikom in Otokom vse tja do Češlence ni na jezerskem dnu ne estavel ne požiralnikov. Vse kaže, da sega cona estavel in požiralnih špranj le do severnega roba Otoka. V plitvi dolinki zahodno od Otoka so podobne oblike možne, vendar jih prekriva debelejša plast naplavin, ki je po vrtnah sodeč več metrov debela (A. Šercelj 1969). Nasprotno pa je ob vzhodni strani Otoka v podobni zasedi niz požiralnikov, rup in ponikev s skupnim imenom Lovišča, kjer ponika potok Tresenc.

### RAZVOJ IN POVEZANOST PONIKEV

V ponikvah sredi polja odtekajo vode skozi naplavine v kraško podzemlje. Kjer so pod naplavinami podzemeljski kanali dovolj prostorni in segajo do naplavin na skalnem dnu, se te posipajo in spirajo v podzemlje, na površju pa nastajajo grezi. Sveže greze smo našli pri Vodonosu, Rešetu in tudi drugod po polju. Spiranje naplavin v kraško podzemlje napreduje od vznožja Javor-

nikov proti severu in ponikve Rešeto, Vodonos in Retje se vedno bolj zajedajo v vršaj Cerknške. V nasprotju s talnimi ponikvami, kjer izginja voda v naplavine, pa se v ponornih jamah na obrobju pretaka po naplavinah. Debelina naplavin v rovih Karlovice pojema z oddaljenostjo od roba polja, prav tako pa tudi v smeri proti jugu, saj so vodni tokovi v Nartih in Svinjski jami že več metrov pod ravnino polja in povečini na skalni podlagi. Na odtočni strani polja so naplavine debele do 8 in več metrov in zato tam ni svežih grezov in požiralnikov na polju pred jamami.

Naplavine na zakraseli živoskalni podlagi Cerknškega polja so za hidrološke razmere posebnega pomena. Omenili smo jih že pri izviri, kjer zajezujejo pritoke, ponikve sredi polja so v naplavinah, pa tudi pred robnimi ponori naplavine zakrivajo skalno podlago in so nasute v kraško podzemlje.

V naplavinah se odražajo mlajše pleistocenske in holocenske spremembe vodnih razmer. V nekem še ne določenem obdobju pleistocena je bilo skalno dno polja razgaljeno in izpostavljeno neposrednemu erozijskemu in korozijskemu preoblikovanju. Takrat se je izoblikovala sedanja kraška globel v apnenicah in dolomitih. Živoskalno dno je bilo izpostavljeno zakrasevanju, zato so vsaj ponekod v dnu nastale votline in podzemeljski kanali. V tej fazi oblikovanja Cerknškega polja pa so bile izvotljene tudi jame na obrobju, ki jih v celoti niti ne poznamo. V naslednji razvojni fazi so vode naplavile na polja več metrov debele plasti pretežno ilovnatih naplavin. Od kod, kdaj in zakaj je bila prvotna živoskalna kraška globel zasuta s temi naplavinami, še ni dovolj pojasnjeno. Rjave, limonitizirane ilovice s konkrecijami in bobovci so bile že po odložitvi izpostavljene preperevanju in izpiranju v razmeroma suhi klimi. Možno je, da se je pri tem prvotni sediment močno spremenil. Sledila je doba, ko so vode začele odstranjevati te naplavine, bodisi da so vanje vrezovale površinske struge, bodisi da so jih spirale in odnašale v zakraselo podlago. Najlepši dokaz o takšnih spremembah smo našli pri Srednji ponikvi, kjer so v starem požiralniku sredi rjavih ilovic na razgaljeni skalni podlagi odloženi mlajši jezerski sedimenti. Sive karbonatne jezerske gline izvirajo iz obdobja, ko so bili podzemeljski kanali zajezeni ali zasuti. Takšna naravna ojezeritev je nastala pred 30–50 000 leti in zapustila očitne sledove v naplavinah. Znatno del cerknškega vršaja izvira iz tega obdobja, kot smo lahko ugotovili po sedimentih pri Rešetu. V ostalem delu so se odlagale jezerske gline. V umetnem jarku ob zemeljskem nasipu pred požiralniki pri Rešetu smo našli sledove poznejših grezanj in posipanj tega sedimenta v prevotljeno podlago. Nekaj naplavin je bilo s površja odnešenih, znatne spremembe v razporeditvi posameznih plasti pa lahko pripišemo grezanju in posedanju. To je bilo posebno učinkovito v sosedstvu sedanjih aktivnih požiralnikov, po čemer sklepamo, da so že prej bili v skalnem dnu polja razviti odtočni kanali. Hkrati pa ti pojavi kažejo na drugo fazo spiranja naplavin v podzemlje. Ni posebnih znakov, da bi bila ta faza za dalj časa ponovno prekinjena. Še mlajši sedimenti so sicer odloženi v tedanje greze in plitve struge. So pretežno lokalnega izvora, humusni in med ilovico je precej polžjih hišic. Sklepamo, da so bili grezi zaliti z vodo in jih je postopoma zarasla močvirna vegetacija. Najmlajši grezi in aktivni požiralniki so brez teh naplavin. Ne vemo še zagotovo ali pripadajo novi fazi pospešenega spiranja v zakraselo podlago ali pa so samo najmlajše oblike istega procesa, ki ni povsod enako intenziven.

Očitno so naplavine iz zadnje ledene dobe precej zmanjšale prepustnost podzemeljskih kanalov v dnu polja in na obrobju. Ponikve v dnu so po vsej verjetnosti hidravlično med seboj povezane. Njihova skupna požiralnost le počasi narašča s korozijskim širjenjem špranj. Precej bolj pa se spreminjata oblika in položaj posameznih poniktev v osrednji požiralni coni na dnu jezera. To je pogojeno s spiranjem in posipanjem naplavin v izvotljeno podlago in je najbolj učinkovito na obrobju jezera, medtem ko so ponikve sredi polja ustaljene in oživijo le za kratek čas ob presihanju ali polnjenju jezera. Pri stalni visoki vodi se najbolj spreminjajo požiralniki pri Vodonosu in Rešetu, kjer je opaziti največji gradient podzemeljskih tokov. Ponikve na dnu jezera se tedaj pomlajujejo severno od vznožja Javornikov in Zadnjega kraja, kjer je najmanj naplavin in kjer je skalna podlaga najbolj prevotljena ter razčlenjena. Drobn razporeditev poniktev je odvisna od razporeditev apniških in dolomitnih plasti v dnu polja. V apnencih so votline večje in v njih so izoblikovane skoraj vse ponikve, v dolomitih pa so kanali ožji in imajo omejen pretok.

## HIDROLOŠKE ZNAČILNOSTI IN POSKUSNA OJEZERITEV

### PREGLED HIDROGRAFSKIH IN HIDROLOŠKIH PREUČEVANJ

Kraško Cerkniško jezero je postalo znano po obdobjem poplavljanju in presuševanju. Zato je razumljivo, da je večina raziskovalcev skušala reševati njegove hidrografske probleme.

J. Valvasor (1689, 618—696) je zapustil zapisana imena dotokov in odtokov na jezeru, s skico med seboj povezanih jezer v treh nadstropjih je ponazoril presihanje. A. Steinberg (1758, 40) je obravnaval podobno snov, le da je nadstropna jezera razložil s sistemom veznih posod tudi v Javornikih. Ker je hotel dokazati, da takšna prevotljenost v resnici obstaja, je iskal vodo v Vranji jami, Suhadolici in Karlovicah. Njegove skice teh jam (1758, 164—173) so zelo približne, za tisti čas pa prav zanimive.

Tudi B. Hacquet (1778) se je ukvarjal s hidrološkimi problemi jezera. Glede posameznih ponorov in izvirov si ni bil na jasnem, za celoto pa je predvideval v apnencu velike zbiralnike vode, ki se polnijo in praznijo v odvisnosti od padavin in možnosti odtoka vode proti Planinskemu polju. Voda se zadržuje na določeni višini, ker so razpoke oziroma špranje v votlikavem apnencu izdelane s sigo in naplavno ilovico (1778, 139). Zanimivo je, da najdemo misel o zapolnjenih kraških votlinah 100 let kasneje pri W. Puticku (1888, 9), ki je z odstranjevanjem teh naplavin upal odpraviti poplave. Podobni vodni režim jezera kot Hacquet je imel v mislih tudi E. Martel (1894, 458), vendar s to razliko, da je luknje razporedil v dve etaži, eno pod dnom polja, drugo pa nad njim. Dosti podatkov o požiralnih sistemih in o jezeru nasploh najdemo še v delu T. Gruberja (1781).

Precej hidrografskih podatkov o dobrih in slabih ter zakritih požiralnikih in estavelah je zapisal A. Gavazzi (1904). Število lukenj in njihova imena je primerjal s starejšimi viri. Posebej je še analiziral višine vodostajev pri



Vodonosu od leta 1896 do 1902. Ugotovil je močno odvisnost poplav od trajnih ali občasnih padavin (1904, 52).

Opis hidrografskih razmer Cerkniškega jezera najdemo pri A. Perku (1908) in pozneje pri A. Löhnergu (1934). Löhnerg podaja številčne podatke o dotoku in odtoku vode iz jezera ( $126 \text{ m}^3/\text{s}$ , oziroma  $23 \text{ m}^3/\text{s}$ ). Govori tudi o poplavah, ki niso samo odvisne od padavin, ampak tudi od morfologije požiralnikov in ponorov. Nova je ugotovitev o šest med seboj ločenih hidrografskih horizontih in o talni vodi v vršaju Cerkniščice, ki zajezuje oziroma zmanjšuje odtočno sposobnost požiralnikov v Rešetu, Vodonosu in Retju (1934, 93). Z metodo najmanjših kvadratov je Löhnerg ugotovil merila za male poplave (odtok  $12 \text{ m}^3/\text{s}$ , 5 milj.  $\text{m}^3$  vode), srednje poplave (odtok  $17 \text{ m}^3/\text{s}$ , 19 milj.  $\text{m}^3$  vode) in velike poplave (odtok  $34 \text{ m}^3/\text{s}$ , 87 milj.  $\text{m}^3$  vode).

Tabelarične preglede izvirov in odtokov ob jezeru ter njihove izdatnosti navaja A. Hočevnar (1940, 115—117). Dotok v Zadnji kraj je cenil na  $7,6 \text{ m}^3/\text{s}$ , odtok pa  $10,7 \text{ m}^3/\text{s}$ , ni pa povedal, kako je te vrednosti meril, glede na to, da je tu polno estavel, ki enkrat vodo požirajo, drugič jo bruhamo. Skupni dotok je cenil na  $211 \text{ m}^3/\text{s}$ , odtok pa na  $90 \text{ m}^3/\text{s}$ . Hočevnar navaja tudi podatke o obsegu poplav na podlagi opazovanja vodostajev pri Vodonosu in Gorenjem Jezeru za l. 1896, 1903, 1907/08, 1918, 1924 in 1933.

Po l. 1945 so bila hidrološka opazovanja razširjena na vse porečje Ljubljane, več je bilo vpeljanih vodomerov in padavinskih postaj, tako da je bilo možno sestaviti vodnogospodarsko zasnovo porečja Ljubljane (F. Jenko 1954). V tej študiji in poznejši knjigi (F. Jenko 1959, 35—46) so izvirne krivulje podzemnih pretočnic med poplavno vodo kraških polj in izvirom teh voda, ki so mu pokazale, da je požiralnost ponorov v dnu Cerkniškega jezera maksimirana ( $16 \text{ m}^3/\text{s}$ ). To je omogočilo sestaviti načrt za trajnejšo ojezeritev Cerkniškega polja, kjer bi morali le zamašiti vhode ponornih jam (F. Jenko 1964; 1965). Nekatere pripombe h krivuljam o maksimiranosti odtokov skozi požiralnike je glede na izkušnje na Planinskem polju podal D. Kuščer (1963). Meni namreč, da je ob naraščajoči vodi odtok drugačen kot pri upadajoči, ker estavele tedaj vodo dovajajo ne pa odvajajo. Podoben ugovor bi veljal tudi za račune o Cerkniškem jezeru, kjer je še posebej treba podvomiti v vrednost podatkov iz samo enega vodostaja pri Gorenjem Jezeru, ki sploh ne zajema izvirov ob vznožju Javornikov, pa tudi ne estavel v Zadnjem kraju. Za vodno bilanco Cerkniškega jezera pa tudi F. Jenko ni mogel zbrati zanesljivih podatkov, saj navaja maksimalni dotok  $238 \text{ m}^3/\text{s}$ , tako kot Vicentini (1875). Ker je odtok cenil na  $40 \text{ m}^3/\text{s}$ , je dobil med vsemi cenitvami največjo razliko med pritokom in odtokom. Od tod tudi optimistično načrtovanje predlogov za trajno ojezeritev. Za obdobje 1954—1963 je vodnobilančne podatke obdelal A. Kerin (1965), ki pa navaja le letni poprečni dotok  $16,82 \text{ m}^3/\text{s}$  in odtok skozi Jamski zaliv  $10,7 \text{ m}^3/\text{s}$ , medtem ko mu količine odtoka skozi požiralnike sredi jezera neposredno k izvirom Ljubljane niso bile znane.

Podatki o vodopropustnosti naplavin in skalne podlage so tudi zelo protislovni. V dveh vrtinah pri Cerknici in Dolenji vasi so razmere ugodne za akumulacijo (M. Breznik 1961, 127), medtem ko v študiji F. Jenka (1954, 120—123) beremo prav obratno. V vseh 16 strojnih vrtinah l. 1952 naj bi po-



skusi pokazali popolno vodopropustnost. Kaže, da se tudi na podlagi takšnih protislovnih podatkov ni bilo mogoče odločiti za kakšne dokončne vodno-gospodarske rešitve.

### **Z barvanjem ugotovljene zveze**

Začetki barvanja segajo v l. 1939, ko je A. Hočevars s skromnimi količinami barvila dokazal zveze med Loškim, Bloškim in Cerknjskim poljem. Omeniti velja dokaj podobne hitrosti podzemeljskega toka med temi polji. Tu je A. Hočevars prišel na misel o Loški vodi, ki bi se naj prelivala iz Loškega polja na Ljubljansko barje mimo Cerknjskega jezera ali pod njim. A. Šerk (1946, 125) je močno podvomil v ta tok, vendar so poznejša barvanja v ponorih Rešeta, Retja in Češlence pokazala, da so bili Šerkovi dvomi o neposrednih zvezah voda iz Cerknjskega jezera z Ljubljanskim barjem neupravičeni.

Hidrološka povezava Križne jame s Cerknjskim poljem je bila po neuspelem poskusu l. 1941 dokazana z dotokom obarvane vode v izvire Šteberščice (D. Novak 1964, 89; 1969, 75).

Med leti 1957 in 1961 je N. Čadež z večjimi količinami barvila in s temeljitejšim opazovanjem in analiziranjem vode izvedla barvanja požiralnikov sredi polja (I. Gamš 1965, 57). Ugotovljena neposredna zveza Cerknjskega jezera in izvirov Ljubljanice na Ljubljanskem barju je največji in najvažnejši uspeh tega raziskovanja. V temelju se je namreč spremenil pogled na hidrologijo in hidrogeologijo jezera, hkrati pa je bilo treba raziskave obnoviti in jih razširiti na vse porečje Ljubljanice. Na Cerknjskem jezeru je bila dokazana kraška bifurkacija. Del vode odteka skozi ponorne jame v Rakov Škocjan in naprej na Planinsko polje ter nato v iste izvire pri Vrhniki kot voda, ki zapusti jezero neposredno v skalnem dnu. Kljub različnim potem in geološki zgradbi pa naj bi tekla voda v obeh smereh s podobno hitrostjo. Na poti Cerknjsko jezero - Bistra ima poprečno hitrost 3,6 cm/s, skozi robno ponorno podzemlje Planinsko polje - Bistra pa je hitrost le malenkost večja 4,6 cm/s, pri tem pa moramo upoštevati različna stanja v času barvanja. Leta 1975 je bila s pomočjo 51,2 kg uranina dokazana hidrološka zveza med ponorom Vodonosa in izviri Ljubljanice. Pri takratnem vodnem stanju je znašala poprečna hitrost pretoka skoraj 5 cm/s (R. Gospodarič, P. Habič, 1976). Podzemlje je torej tudi med Cerknico in Ljubljanskim barjem precej prevotljeno pa čeprav razen zakraselega površja in koliševk tu ni dostopna nobena vodna jama.

Med podrobnejša barvanja lahko štejemo raziskave o zvezah vode med Svinjsko jamo in Kotlič v Rakovem Škocjanu ter med Malo Karlovico in Rakom v Zelških jamah (I. Gamš 1966). Tu so bila uporabljena kuhinjska sol in trosi likopodija. Poskus je bil izveden ob nizki vodi, ko je tekla skozi jame samo Cerknjsčica, med poskusom pa je narastel tudi Stržen in pokvaril enotno hidrološko sliko. Primerjave hitrosti pretoka s prejšnjimi barvanji niso najbolj primerne glede na drugo sredstvo in spremenjeno stanje vode. Nasploh je bil uspeh barvanj ob Cerknjskem jezeru dostikrat povezan z različnimi vodostaji, ki dajo različne rezultate. Na ta problem je opozoril že D. Novak (1964) pri analizi barvanj na Notranjskem krasu pa tudi na Cerknjskem jezeru.

Različne hidrološke razmere pri nizkih, srednjih in visokih vodah je posebej obdelal I. Gamš (1966). Poleg barvanja je uporabil tudi podatke drugih

kemičnih lastnosti vod (celokupne in magnezijeve trdote ter temperature). Na podlagi spreminjanja teh lastnosti in mešanja različnih vod, je napravil več sklepov iz domene hidrologije kot npr. da zgornjetriasni dolomit ob Cerkniškem jezeru in po njegovem dnu ni več popoln jez za podzemeljske vode (1966, 37), kar je sicer že verjetno zaradi odtoka vode npr. iz Retja v Bistvo. V spodnjekrednem in malmskem apnencu jugozahodnega oboda jezera je domneval hidrogeološke zapore, ker se izviri, estavele in ponori pojavljajo samo na določenih odsekih tega roba. Takšna geološka zapora, ki prekinja jame oziroma vodne tokove bi naj tudi bila med ponornimi jamami Cerkniškega jezera in pritočnimi jamami v Rakovem Škocjanu (I. G a m s 1970). Raziskovanje te problematike mu je dalo oporo za tolmačenje pretoka vode v obliki ponornic in prenikujoče vode, kar zajema pod imenom geostrukturni kraški hidrološki sistem (1966, 39).

V študiji D. N o v a k a (1964) najdemo kemične analize vode Žerovnišnice, Šteberšnice in Laških studencev pri Lazah na jugozahodni strani Cerkniškega jezera.

### **HIDROGEOLOŠKI ORIS POLJA IN NJEGOVO HIDROGRAFSKO ZALEDJJE**

Za hidrologijo Cerkniškega polja so zlasti pomembne razlike v propustnosti apnencev in dolomitov. Apnenci so bolj zakraseli, dolomiti pa predstavljajo v hidrološkem pogledu nekakšno bariero z omejeno prepustnostjo. Dolomiti so vloženi med apnence že sedimentacijsko, ali pa so sekundarno razporejeni s tektonskimi premiki in jih omejujejo narivi in prelomi. Prav čez sredo Cerkniškega polja poteka znani idrijski prelom, ob njem pa se sredi polja izklinjuje tudi predjamski nariv. Med obema tektonskima linijama je močno pretrt triadni dolomit, ki je na obeh straneh obdan s krednimi in jurskimi apnenci. Razporeditev različno prepustnih kamnin in splošna usmerjenost odtoka silita kraške vode, da se iz apnencev prelivajo na dolomitno površje, na drugi strani pa spet poniknejo v bolj zakraselo apniško podlago. S severovzhodne polovice hidrografskega zaledja Cerkniškega polja se vse vode pojavijo na površju, medtem ko se iz območja Javornikov in Snežnika na južni strani preloma prelivajo na polje le srednje in visoke vode, medtem ko se nizke verjetno podzemeljsko usmerijo k izvirom na Planinskem polju in na Ljubljanskem barju.

Razporeditev požiralnikov in ugotovljene podzemeljske vodne zveze kažejo, da del vode iz Cerkniškega jezera odteče neposredno v izvire Bistre, Lubije in Ljubljaniče skozi ali pod dolomitno bariero pri Cerknici. Prepustnost tega območja je omejena tudi zaradi naplavin površinske Cerknišnice, ki so zasule kraške podzemeljske kanale. O tem smo se prepričali pri preučevanju oblikovitosti, razporeditve in drugih značilnosti požiralnikov v dnu polja. Jezerske talne ponikve so razporejene v približno 1 km široki coni, ki prečka Cerkniško polje nekako po sredi v smeri od Otoka in Zadnjega kraja proti Dolenjemu Jezeru in Cerknici. Hidrološki pomen te cone bomo skušali še posebej predstaviti.

Na prelivanje kraških voda iz apnenca na površje vpliva poleg dolomita tudi omejena prepustnost apnencev, zlasti na pritočni južni strani polja. Na pritočni strani ni znanih večjih vodnih jam. Ob izviri Stržena so manjše špranje, dostopne le nekaj metrov in še to le ob najnižjih vodah. Očitno so

pritočni rovi zasuti s podori, pobočnim gruščem in naplavinami, ki prekrivajo skalno dno polja več metrov na debelo. Med pritočnimi jamami sta največji Vranja jama v Zadnjem kraju in Suhadolica nasproti Rešeta.

Od Ušive loke dalje se vrstijo ob vznožju Javornikov požiralniki, ki jih sledimo ob robu polja vse do dolomita pri Zelšah. V tem predelu je veliko manjših špranj, v katerih se izgublja voda od Nart do Svinjske jame. Znan je tudi obsežen jamski sistem Male in Velike Karlovice z nad 7 km rovvov. Konča se s podori in sifoni, voda pa si najde pot v smeri proti Rakovem Škocjanu (R. G o s p o d a r i č 1970). Številni podori ob robu polja in obsežne koliševke v zadledju kažejo na nekdanje votline, ki jih je izoblikovala voda iz Cerkniškega jezera, zdaj pa so povečini zasute ali porušene. Podori in naplavine precej zmanjšujejo požiralno sposobnost odtočnih kanalov v smeri proti Rakovemu Škocjanu in Planinskemu polju.

Cerkniščica je edini površinski pritok na Cerkniškem polju. Vodo zbira iz zahodnega obrobja Bloške planote, iz okolice Cajnarjev. Njeni izviri so v triasnih skrilavcih in dolomitih. Najbolj izdaten je izvir v Podslivnici, ki je tudi izkoriščen za cerkniški vodovod. Do Begunj teče Cerkniščica proti jugozahodu, nato pa v skoraj kanjonski strugi prereže liasne kamnine, da bi na jugu dosegla Cerknico in ravnino jezera. Tu je struga zarezana v lastni vršaj, v meandrih se približuje ponornemu robu in izgine v Cerkniški jamski sistem.

Ker ima 50 km<sup>2</sup> površinskega porečja, zelo hitro reagira na padavine, saj spreminja pretok od 0,2 do 110 m<sup>3</sup>/s (D. N o v a k 1964, 104). Največji pretoki so kratkotrajni in imajo hudourniški značaj, na polje prinašajo dosti dolomitnega drobirja, prsti in blata.

Manjši pritoki so na južnem vznožju Slivnice, npr. Martinjščica, Šentviški potok in Grahovski potok. Začno s prelivnimi izviri na meji zgornjetriasnega in liasnega dolomita in apnenca v grahovski sinklinali. Tečejo proti jugu k regulirani strugi Žerovniščice, dostikrat pa se voda že zgubi v naplavini pod Marofom, Martinjakom in Grahovim. Vsi ti potoki imajo po A. H o č e v a r j u (1940, 108, 109) največ 6 m<sup>3</sup>/s vode, poleti pa dostikrat presahnejo.

Na vzhodni strani Cerkniškega jezera, kjer so jurske kamnine, začno kraški izviri. Najbolj znan je izvir Žerovniščice pod cesto, ki pelje iz Grahovega na Bločice. Voda priteče iz jame Žerovnice, ki pa je dostopna le potapljačem. Začne namreč s 5 m dolgim sifonom, ki je tudi ob najnižjem vodostaju zalit. Potapljači so za tem sifonom našli proti severu usmerjeni vodni rov, ki po 390 m vnovič konča ob sifonu (R. G o s p o d a r i č 1968). V jamo pride voda iz dolomitnega Bloškega polja, kar je z barvanjem ugotovil A. H o č e v a r pred 60 leti (A. Š e r k o 1946). Na tej podzemeljski poti teče voda 3 km v zračni črti skozi zgornjetriasni dolomit, nato pa 2 km skozi liasni dolomit in apnenec, ki ga vidimo v jami in njeni okolici prav do ravnine polja. Ob suši 7. 11. 1969 je imela Žerovniščica še okoli 360 l/s vode, ob naslednjem dežju pa je narasla tudi na 20-kratno količino. Po prenehanju padavin je vnovič počasi upadala. Ta voda teče v požiralnike Retja in dalje v jezero, kadar je dotok večji od požiralne zmogljivosti Retja.

Mimo Lipsnja teče v jezero Lipsenjščica. Izvira v začetku zagatne doline pri naselju Podšteberk, zato se del vodotoka po dolini imenuje tudi Šteberščica. Izvir je vaukliški, voda se ob loškem prelomu prebija izpod malmskega apnenca. Nekako 100 m nad izvirom je koliševka Vranja jama, poleg nje pa še številne

vrtače, ki govore o močno zakraselem svetu v zaledju izvira. Izdatnost izvira se spreminja med 0,2 do 26 m<sup>3</sup>/s po A. Hočevarju (1940, 110) in 0,012 do 7 m<sup>3</sup>/s po D. Novaku (1964, 100). Kot je z barvanjem ugotovil D. Novak (1966, 89; 1969, 78) priteče voda iz 1,7 km oddaljene Križne jame s 3‰ padcem. V izvire Štebersčice priteče voda tudi neposredno iz Bloškega polja. Hidrološka vloga Križne jame med Cerkniškim, Loškim in Bloškim poljem, pa še ni dovolj znana, da bi lahko rekli, kako kroži voda med temi polji. Podatki dosedanjih barvanj niso primerljivi, ker so dobljeni pri različnih vodostajih in z različnimi količinami barvila. Za Cerkniško jezero je pomembno, da dobiva trajno in izdatne količine vode iz više ležečih polj.

Južno od Lipsnja poznamo še izvir Goriškega potoka z največ 0,57 m<sup>3</sup>/s vode (D. Novak 1964, 100), potem še številne izvire Stržena v široki zajedi polja med Gorenjim Jezerom in Lazami. Tu so pglavitni izviri Obrh, Okence in Cemun, ki pa bruha vodo tudi iz više ležečih špranj v skalni steni. Nadaljnji manjši izviri so še na južnem skalnem obrobju tja do Laz. Vsa ta voda se zbira v Strženu, ki ima ob mostu na cesti med Gorenjim Jezerom in Lazami pretok 0,008 do 33 m<sup>3</sup>/s vode (D. Novak 1964, 100), starejši viri (A. Hočevar 1940, 111; F. Jenko 1954, 140) pa govorijo o 2,8 do 84 m<sup>3</sup>/s vode.

Zaledje izvirov je podzemeljsko do 2 km oddaljene ponorne jame Golobine na Loškem polju, kjer se voda zbira delno s površja, večinoma pa podzemeljsko iz više ležečega Babnega polja in drugega kraškega zaledja. Ker je v izviri Stržena več vode, kot je pa teče in ponikne na Loškem polju, je A. Hočevar (1940, 111) domneval, da pride v izvire še voda iz Javornikov. D. Novak (1964, 113) pa je na podlagi barvanja l. 1961 sklepal, da priteče iz Golobine le visoka voda, nizka pa zaide v neznane kanale Javornikov. Tudi tukajšnje hidrološke razmere niso povsem jasne, kar se vidi v različnih cenitvah količine vode in hitrosti njenega toka pod zemljo. Pri barvanju l. 1939 in 1961 so ugotovili precej različne hitrosti pretoka, čeprav so bili vodostaji pri obeh poskusih podobni. Ta problem je podrobneje razložil F. Bidovec (1968, 221) z zastajanjem obarvane vode v podzemeljskih prostorih in njenim prihodom k izvirom ob višjem vodostaju.

Med Golobino oziroma Loškim poljem in izviri na Cerkniškem polju teče voda po antiklinalno vbočenih skladih malmskega apnenca in dolomita, ki so prepreženi s prelomi NW—SE in NE—SW smeri. V pobočju Stražišča (812 m) zadene malm na spodnjo kredo, oba pa pokriva ozek pas zgornjetriasnega dolomita.

V podobnem geološkem okolju so tudi drugi izviri ob jugozahodnem obodu jezera: Laški studenci, Tresenc, Otoški Obrh in Mrzlik v bližini Otoka. Razen Laških studencev, ki se stekajo v Stržen, imajo izviri svoje požiralne luknje. Tresenc ponika v Lovišču, Otoški Obrh in Mrzlik pa v Česlenci in Kotlu. Izviri ne presahnejo, spreminjajo pa izdatnost za približno 10-krat, kar pač zavisi od padavin v kraškem zaledju v Javornikih. Ob višjih vodostajih prispevajo k polnjenju jezera. Skupna značilnost izvirov je neznano zaledje. Najbolj verjetno pridejo vode iz Javornikov, vendar še ni dokazano iz katerih smeri. Barvanje je težko izvedljivo, ker na Javornikih ni površinskih tokov. Med izvire štejemo tudi bruhalnik Suhadolico, ki smo jo podrobneje opisali. Zadnji izviri so v Ušivi loki v zajedi polja tam, kjer zrnati dolomit spodnje krede zadene na ravnico

polja. Severozahodno od teh izvirov pa so v debeloskladovitem apnencu spodnje krede že ponorne luknje in jame Cerkniškega jezera.

Kot vidimo, je dotok vode na Cerkniško jezero zelo razčlenjen in omejen na posamezne cone, izogiba se le debelejših horizontov dolomita. To nakazuje številne vodne poti v kraškem zaledju, če ne celo nekakšno neuravnano gladino kraške talne vode, ki se nad jezero dviguje v Javornike, medtem ko je z višjih kraških polj dotok prirejen sinklinalni strukturi v obliki bolj sklenjenih tokov.

Med izviri ob jugozahodnem robu Cerkniškega jezera, posebej v Zadnjem kraju delujejo estavele. V estavelnih luknjah Kotla se voda dviguje in upada neodvisno od delovanja izvirov na sosednjem jezerskem obodu, pa lahko govorimo o podtalnici v preluknjanem malmskem apnencu in dolomitu. Gladina te vode se spreminja med 550 in 540 m, kolikor je pač možno opazovati njeno nihanje. Pri višjem vodostaju vode zapolnijo jezero in prekrijejo tudi estavelne luknje; tedaj sta vodna horizonta nad izviri in pri estavelah združena. Pri nizkih vodah pa sta ločena, saj so tedaj izviri aktivni, estavele pa so tudi 10 m pod površjem suhe. Estavele prispevajo k zapolnjevanju jezera, če se voda dvigne nad gladino vode v ostalem jezeru, ki ga polni Stržen. To pa je pričakovati le tedaj, ko dajejo Javorniki več vode kot pa vzvodna kraška polja. Jezerska voda bo usmerjena k estavelam, ko bo na višji, voda v estavelah pa na nižji absolutni višini. Delovanje estavel na Cerkniškem jezeru je tedaj odvisno od padavin in od gladine vode na jezeru in v Zadnjem kraju.

Podrobna omejitev hidrografskega zaledja Cerkniškega jezera je možna le na vzhodni strani v porečju Cerknišnice in na Bloški planoti, kjer je razvodje površinsko. Južnega in zahodnega dela zaledja pa ni mogoče prav omejiti. Razvodje poteka po zakraselih planotah Racne gore, Snežnika in Javornikov. Razvodnico ponavadi zarišejo po kraških vrhovih in slemenih, ni pa mogoče niti približno oceniti, koliko se ta sklada z dejanskim raztekanjem voda v krasu. Po Šer k o v i karti porečja Ljubljane (Arhiv Inštituta za raziskovanje krasa — Postojna) pripada Cerkniškemu jezeru okrog 400 km<sup>2</sup> površja. Odšteli smo območje Loškega potoka, ki dejansko pripada porečju Krke, kot je bilo ugotovljeno z barvanjem leta 1964. Površinsko se stekajo na polje le vode iz porečja Cerknišnice, ki obsega okoli 50 km<sup>2</sup> ali dobro desetino zaledja. Z vsega preostalega zaledja pritekajo vode na polje po podzemeljskih kanalih.

Po geološki zgradbi in reliefnih značilnostih zaledje ni enotno, v njem ločimo več manjših enot z različnimi hidrološkimi potezami. To velja tako glede množine in razporeditve padavin, velikosti odtoka in podobno. Zaradi navedenih razlik ni mogoče točno oceniti hidroloških razmer v zaledju Cerkniškega jezera. Ne glede na to, pa nam primerjava nekaterih hidroloških elementov nudi vsaj okvirno predstavo o značilnostih kraškega hidrografskega zaledja Cerkniškega jezera.

Na območju Cerkniškega jezera so vodne razmere opazovane že dalj časa. Na poplavnem področju in na vseh pritokih so postavljeni vodomeri, podatki o vodostajih in pretokih pa so za nekatere vodomerne postaje pomanjkljivi. Pri vrednotenju hidrometričnih podatkov moramo upoštevati tudi težave, ki jih povzročajo zaježitve v določenih vodomernih profilih, tako da ni mogoče določiti vseh pretokov po pretočni krivulji. Tako sta oba vodomera ob strugi Stržena bolj primerna le za določanje višine vodne gladine kot za ugotavljanje pretokov. Opazovanje vodostajev je otežkočeno tudi ob zelo visokih vodah, ko sta vodo-

mera dosegljiva le s čolnom. Potrebni so torej limnigrafi za stalno in natančno registracijo spreminjanja vodne gladine. Na teh dveh vodomernih postajah je mogoče po pretočni krivulji določiti pretoke le za nižje vodostaje, ko se voda še ne razliva po polju iz struge. Poplavna zaježitev pa lahko občutno vpliva na pretoke kot kažejo meritve pri Gorenjem Jezeru. Potrebne so tedaj stalne meritve hitrosti, kar pa je v spremenljivem poplavnem območju prav tako neizvedljivo. Poleg navedenih težav so še druge, ki onemogočajo merjenje in registracijo celotnega dotoka. Ob visokih vodah so poplavljeni vsi kraški izviri, ki polnijo jezero neposredno iz Javornikov. Le vodomeri ob površinskih in dveh kraških pritokih v jezero so izven obsega poplav. Pretočne vrednosti so v teh primerih dovolj natančno določene, vendar ti pritoki skupaj prispevajo le manjši del voda v Cerkniško jezero.

Po podatkih HMZ SRS znašajo za obdobje 1924—1958 srednji letni pretoki Ljubljani, Lubije in Bistre skupaj okrog  $36 \text{ m}^3/\text{s}$ , celotno kraško zaledje pa obsega okrog  $1000 \text{ km}^2$  površine. Srednji specifični odtok znaša tedaj  $36 \text{ l/s/km}^2$ , maksimalne vode so ocenjene na  $150 \text{ m}^3/\text{s}$ , kar da največji specifični odtok okrog  $150 \text{ l/s/km}^2$ , minimalni pa ne presega  $3,5 \text{ l/s/km}^2$ . Če ne upoštevamo razlik v dotočnih razmerah celotnega porečja kraške Ljubljani in zaledja Cerkniškega jezera, nam računi pokažejo naslednje vrednosti pretokov na Cerkniškem jezeru. Maksimalni pretok naj bi znašal okrog  $60 \text{ m}^3/\text{s}$ , srednji  $14,4 \text{ m}^3/\text{s}$ , minimalni pa  $1,4 \text{ m}^3/\text{s}$ . Te vrednosti so lahko bistveno drugačne zaradi razlik v krasu, večjih padavinah in drugačnem odtoku. Dejansko so dotoki visokih voda precej večji, ob suši pa ni na površju niti 20 % vode, ki naj bi pritekala iz zaledja polja. Očitno je temu vzrok zakraselost dna in obrobja, saj se lahko nizke vode pretakajo bodisi pod poljem ali pa ob njem proti nižjim izvirom.

Po F. Jenku (1965) je minimalni dotok na Cerkniškem jezeru ocenjen na  $2 \text{ m}^3/\text{s}$ , maksimalni dotok pa na  $240 \text{ m}^3/\text{s}$ , medtem ko je za obdobje 1948—1952 izračunani srednji letni pretok znašal  $18,4 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Po podatkih HMZ SRS (1971) naj bi bil srednji letni pretok za obdobje 1960—1969 kar  $27 \text{ m}^3/\text{s}$ . Kot vse kaže, pa je ta vrednost precej pretirana, predvsem zato, ker niso upoštevane dejanske razmere v nizvodnem delu porečja. Dotoki na Cerkniško jezero so namreč izračunani iz pretokov Ljubljani, Lubije in Bistre, od katerih pa niso odšteti vsi vmesni dotoki.

Iz navedenega je razvidno, da so hidrološke razmere na Cerkniškem jezeru in v njegovem zaledju še zelo nejasne. Vkljub dolgoletnim raziskavam in hidrološkim opazovanjem so rezultati še zelo približni. Težko je namreč spoznati in izmeriti vse vplive v zapletenem kraškem vodnem sistemu. Ko smo se med poskusno ojezeritvijo lotili hidroloških opazovanj, smo morali najprej oceniti vrednost in natančnost podatkov, po katerih so bili zasnovani zaježitveni ukrepi in predvidene hidrološke posledice.

Preučiti smo morali metodologijo hidroloških analiz. Ko pa smo spoznali pomanjkljivosti podatkov in metod, smo se lotili izpopolnjevanja hidroloških meritev in opazovanj, skušali smo poiskati metode za pravilnejše obravnavanje dobljenih podatkov. Pojasnili smo nekatera vprašanja podzemeljskih zvez med posameznimi požiralnimi sistemi in pripadajočimi izviri. Skušali smo tudi neposredno meriti požiralne sposobnosti nekaterih ponikev in zasledovati druge pojave, ki so povezani z zaježevanjem in podzemeljskim odtekanjem vode iz jezera.

## NAČRT STALNE OJEZERITVE IN POSKUSNA ZAJEZITEV PONOROV

Po naročilu Občinske skupščine Cerknica in s finančno podporo Sklada Borisa Kidriča je projektant Zavoda za vodno gospodarstvo SRS dr. ing. Franc Jenko izdelal leta 1965 Idejni projekt stalne ojezeritve Cerknškega jezera. Bistvo tega projekta je v cenemem izboljšanju vodnih razmer, kar bi dosegli z zaježitvijo glavnih odtočnih kanalov. Trajnejše poplave bi bile za gospodarstvo ugodnejše od vsakoletnih presihanj, pospešile naj bi razvoj turizma, omogočile razmah ribištva in izravnale bi vodni sistem v porečju Save. Ves načrt je bil zasnovan na posebnem računu dotoka in odtoka vode po metodi, ki sloni na takojmenovanih podzemnih pretočnicah (F. Jenko 1959, 35). Načrt je predvidel tudi tri variante, po katerih naj bi z različno stopnjo zaježitve ponorov dosegli:

1. Nepopolno stabilizacijo jezera s presušitvijo poprečno na vsakih pet let za en mesec, če bi zaježili Karlovice do kote 552 in pridušili požiralnost Jamskega zaliva od 5 na 1 m<sup>3</sup>/s.

2. Nepopolno stabilizacijo jezera brez občasne presušitve, le izjemno na vsakih 30 let, če bi zaježili Karlovice do kote 552 in pridušili Jamski zaliv od 5 na 1 m<sup>3</sup>/s ter ponikve v dnu jezera od 13 na 8 m<sup>3</sup>/s.

3. Popolno stabilizacijo jezera, če bi zaježili Karlovice do kote 552 in pridušili Jamski zaliv od 5 na 1 m<sup>3</sup>/s ter ponikve v dnu jezera od 13 na 1 m<sup>3</sup>/s.

Stroški za tretjo varianto bi bili preveliki, zato naj bi skušali doseči stanje, ki je predvideno v drugi varianti.

Projekt stalne ojezeritve je bil utemeljen kot tretja možnost melioracije jezera, ker sta obe drugi, bodisi osušitev ali popolna akumulacija, predragi. Stroški za izvedbo takšne melioracije so bili leta 1965 ocenjeni na 376 milijonov dinarjev in naj bi bili povrnjeni z lokalnimi gospodarskimi učinki (ribolov, turizem) ter z energetske in plovno vrednostjo izboljšane vodnega režima Save.

Strokovna obravnava idejnega projekta je opozorila na vrsto neznank in predpostavk, na katerih je zasnovan projekt stalne ojezeritve. Razpravo je organiziral SBK dne 20. 11. 1965 v prostorih Projekta nizke zgradbe v Ljubljani. Recenzenta ing. F. Lewicki in ing. A. Pičini sta bila mnenja, da je iz obsežnega materiala razvidna hidrološka problematika Cerknškega jezera, ki še ni zadovoljivo pojasnjena in so potrebne še nadaljnje raziskave podzemeljskih zvez in dotokov. Pri vodni bilanci dotoka in odtoka ni upoštevano izhlapevanje, zato je v to smer treba razširiti raziskovanje, potrebno je tudi okrepiti merjenje dotokov, ker so sedanji podatki še zelo nepopolni. Recenzenta sta bila mnenja, da se podatki o maksimalnih pretokih, ki jih navaja F. Jenko, skladajo s podatki HMZ. Dejanski dotok v jezero še ni znan in bi ga morali spoznati le z umetnim poseganjem v naravni režim ter z intenziviranjem hidroloških opazovanj na tem območju. Problematika, ki bi nastala z zapiranjem, ni bila zajeta v njunem poročilu, obravnavala sta le hidrološki del. Druga dva recenzenta ing. D. Legiša in ing. B. Šetina sta opozorila na pomanjkljivosti hidroloških podatkov, na katerih je zasnovan projekt. Po njunem mnenju obstajajo podatki o poplavah na Cerknškem jezeru, ki niso skladni s podatki ing. F. Jenka. Zanima ju, koliko bo pridušeni odtok z zatesnitvijo kanalov in opozarjata na računsko nepojasnjeno trditev, da se bo pretok skozi Veliko

Karlovico povečal od 32 na 40 m<sup>3</sup>/s. V projektu tudi ni dovolj pojasnjen način obratovanja z zapornico in vzdrževanje nivoja jezera. Prav tako v projektu ni omenjeno, da bo treba vse objekte vzdrževati. Upoštevati bi bilo treba, da bodo po ojezeritvi potrebne nadaljnje meritve pretokov, predvsem v Veliki Karlovinci. Mnenja sta, da bo potek nihanja vodne gladine precej drugačen, če se bodo pretočne količine v Karlovinci razlikovale od predvidenih in če ne bo dosežena takšna dušitev požiralnikov kot je v projektu zamišljena. Zato bo treba po izgradnji zapornice nekaj let opazovati in spremljati dogajanja na Cerkniškem jezeru, predno bi začeli s turističnim urejanjem.

Sledila je razprava, ki so se je udeležili različni strokovnjaki in s kritičnimi pripombami osvetlili predvideni poseg v hidrološke razmere Cerkniškega jezera. Zedinili so se za poskusno zaježitev ponorov, ki pa ne sme biti predraga. Potrebno bi bilo izdelati še program meritev in opazovanj hidroloških razmer med izvajanjem poskusa, da bi dobili odgovore na nepojasnjena vprašanja. Idejni projekt stalne ojezeritve je bil s tem preimenovan v poskusno zaježitev ponorov, ki naj bi trajala tri leta.

Vkljub večkrat izraženi zahtevi po podrobnejšem programu poskusa in dodatnih raziskavah pred zaježitvijo ponorov (dopisi in stališča Inštituta za raziskovanje krasa in Zavoda za spomeniško varstvo SRS) je bil projekt le delno dopolnjen s tehnično dokumentacijo za zaježitev ponorov (F. Jenko 1966).

V letih 1968 in 1969 so zabetonirali vhod v Malo Karlovico do stropa, Veliko Karlovico pa so nekaj metrov za vhodom pregradili z betonskim jezom nekako do polovice s prelivom v višini 551 m. Pri požiralniku Rakovski mostek so izvrstali dobrih 30 m dolg umetni rov s premerom 3,7 m, ki vodi v Blatno dvorano Velike Karlovice. Pri vhodu so postavili železno zapornico v velikosti 4×4 m s pripravo za ročno dviganje in spuščanje. Po projektu predvideno tesnenje drugih požiralnikov v Jamskem zalivu ni bilo izvedeno. Zaradi nepredvidenih težav pri gradnji odtočnega tunela in zapornice se je začetek poskusa zavlekel v pozno jesen 1969. leta, gradbeni stroški pa so se skoraj podvojili.

#### POTEK IN SPREMLJAVA POSKUSNE ZAJEŽITVE

Med gradnjo jezev in zapornice se je v dnevnem časopisju živahno razpravljalo. Nekateri so ogorčeno protestirali, drugi so dvomili v uspeh, le malo pa je bilo zagovornikov poskusa. Postavljeno je bilo tudi vprašanje, kako ugotoviti učinke zaježenih ponorov in njihov vpliv na podaljšanje poplav. Po navodilih projektanta je Zavod za turizem v Cerknici organiziral opazovanje vodne gladine pri zapornici. Določen je bil tudi režim zapiranja in odpiranja zapornice glede na višino jezera in hitrost naraščanja ali upadanja vode.

Po zaježitvi Karlovice se je začelo jezero prvič polniti 8. 11. 1969 in voda je naraščala do 30. 11., ko je dosegla koto 550,15. Zapornica pri umetnem rovu še ni bila dograjena, zato je voda nad koto 549 odtekala skozi umetni rov v Karlovico. Prvič so spustili zapornico 10. 1. 1970, ko so narasle zimske vode začele upadati. Jezero je v naslednjih dneh še nekoliko narastlo zaradi zaježenega odtoka v Karlovico, potem pa je upadalo vse do 25. marca. Deževje in taljenje snega je spet dvignilo gladino, zato so 27. 3. skušali dvigniti zapornico, kar pa jim je zaradi tehnične napake uspelo le do polovice. Šele 24. 4. 1970 so zapornico povsem odprli. Zaradi dežja in taljenja snega v Javornikih pa je jezero vkljub odprti zapornici še nekaj dni naraščalo in doseglo 2. maja koto 551,60. Tedaj se



je prelivala voda tudi čez jez v Veliki Karlovinci. Poplavljen je bil Rakov Škocjan, voda pa je preplavila za dalj časa tudi Planinsko polje. Težave z zapornico so se pojavile tudi pri zapiranju. Dne 8. maja so jo uspeli le do polovice zapreti, v naslednjih dneh pa so jo spustili še meter niže, 40 cm nad dnom pa se je končno zagostila.

Do srede junija 1970 ni bilo izdatnih padavin in jezero se je enakomerno praznilo, gladina se je znižala v 45 dneh za 1,5 m do kote 549. Dež v juniju in juliju je nato zadrževal jezero še nad koto 548 do začetka avgusta, ko je začelo jezero naglo upadati. Presahnilo je le za nekaj dni, tudi Zadnji kraj je bil suh med 20. in 25. 8., nakar je dež ponovno dvignil gladino. V začetku septembra je jezero doseglo koto 548,5, nato pa je sredi oktobra spet presahnilo. Šele proti koncu novembra je deževje napolnilo jezero, vendar le do kote 549, do začetka januarja 1971 je nato jezero upadalo. Po odjugi in dežju se je v januarju 1971 jezero počasi polnilo in v začetku februarja doseglo koto 550,70. Zaradi meritev je bila zapornica odprta od 1. do 15. 2., voda pa je enakomerno upadala še vse do srede marca. Sredi aprila je jezero doseglo koto 551, nato pa se je do konca junija enakomerno praznilo. Rahel dež je v začetku julija zadržal prazenje, vendar ne za dolgo, saj je jezero presahnilo že v začetku avgusta, ko je voda odtekla tudi iz Zadnjega kraja. Suša je trajala vse do prve polovice novembra in v porečju Ljubljane so bile to leto izredno nizke vode. Vkljub zaježitvam ponorov je bilo Cerkniško jezero skoraj 4 mesece suho. Ribiči so sprva na vse načine poskušali zadržati vodo vsaj v strugi Stržena, napravili so več nasipov, toda vse zaman.

Izdatna suša je prispevala h kritični obravnavi poskusne ojezeritve. Že analiza hidroloških razmer v letu 1970 je pokazala večje odtoke iz Jamskega zaliva od predvidenih. Nadaljnje meritve in raziskave so to potrdile. Pokazala se je potreba po zatesnitvi Jamskega zaliva vsaj v takem obsegu kot je predvidevala prva varianta idejnega projekta. V sušnem obdobju 1971 so bili nato zazidani požiralniki v Nartih. V Veliki Karlovinci smo registrirali morfološke spremembe, ki so jih povzročili spremenjeni tokovi in oživljeni pritoki skozi stare že zasute požiralnike. Ugotovili smo povečano spiranje gruča in ilovice v stranskih rovih, skozi katere je začela vdirati voda iz jezera v zajezeni glavni kanal Karlovice. Koliko se s tem povečuje odtok v Karlovinci in zmanjšuje učinek zaježitve, se še ni dalo mersko ugotoviti, proces pa razmeroma hitro napreduje. Po dolgotrajni suši so v jeseni 1971 vode le počasi naraščale. Jezero se je napolnilo šele v drugi polovici februarja 1972, sredi marca pa je prvič doseglo koto 550, v aprilu se je povzpelo še nekaj više, najvišje doslej pa je bilo v drugi polovici maja. Čeprav se je že v aprilu dvignilo jezero skoraj do 551, zapornice ni kazalo odpirati, ker je začela voda kmalu upadati. Po suši v prejšnjem letu je bilo očitno, da lahko razen dežja le razmeroma visoka voda spomladi odloži presahnitev jezera. Nepričakovani naliv sredi maja je naglo dvignil jezero za dober meter že pri odprti zapornici, ki so jo dvignili 16. maja, spustili pa spet 24. maja. Ta visoka voda je dala dragocene podatke o maksimalni požiralnosti in možnosti uravnavanja odtoka v kritičnih situacijah pri zajezenih ponorih in polnem jezeru.

Sledilo je normalno poletno prazenje jezera. Dež v juliju, avgustu in septembru je zadrževal jezero v višini okrog 549 m. Do kote 548 se je znižalo le 9. septembra, se spet dvignilo in ponovno znižalo do 547 dne 27. 10., nato pa je

jesensko deževje začelo polniti jezero. V razmeroma mokrem letu 1972 smo skušali preveriti učinek zaježitve Nart z meritvami pretokov na jezeru in v Rakovem Škocjanu ter izpopolniti podatke o požiralnosti Jamskega zaliva.

Prvo poročilo o rezultatih poskusa je izdelal projektant F. Jenko za obdobje od 14. 11. 1969 do 20. 8. 1970. Recenzijsko poročilo sta na željo SBK pripravila ing. A. Pičinin in D. Škerjanc, sodelavca HMZ SRS, julija 1971. V okviru naravoslovnih raziskav Cerkniškega jezera je HMZ SRS izdelal hidrološko poročilo o stanju hidroloških razmer pred zaježitvijo novembra 1971.

#### **OCENA PRVIH POROČIL O UČINKIH ZAJEZITVE IN PRIKAZ UPORABLJENIH HIDROLOŠKIH METOD**

Poročilo F. Jenka (1970) o poskusu je izdelano po enaki metodi, kot je bil zasnovan poskus, posebej je ocenjen večji odtok iz Jamskega zaliva po rezultatih naših meritev in opazovanj.

Obe poročili HMZ SRS jasno kažeta na težave hidroloških meritev in opazovanj vodnih razmer v porečju kraške Ljubljane, prikazana pa je posebna metoda določevanja dotoka na Cerkniško jezero, ki si jo bomo podobno kot Jenkovo posebej ogledali.

#### **METODA PODZEMELJSKIH PRETOČNIC PO F. JENKU**

Dolgotrajne poplave na kraških poljih onemogočajo normalne meritve pretokov na mestih, ki so pod vplivom zaježitve, zato enostavno ni mogoče ugotoviti dejanskega dotoka. Zelo skromne so tudi možnosti za neposredno merjenje odtokov v številnih ponikvah, požiralnikih in ponorih. V takih razmerah je uporabil F. Jenko grafično metodo »podzemnih pretočnic«, kot Q/H diagram prostorsko razmaknjenih, a hidravlično odvisnih vodostajev in vodnih količin. V vertikalnem delu je zarisana dnevna višina poplave na kraškem polju, na horizontalnem delu pa pretok v pripadajočih kraških izviri. Tako dobljene sovisnice imajo obliko zanke, od katere spredaj ali izjemoma zadaj nastopajoča navpičnica prikazuje stalnejše podzemno otekanje poplave, razponi zanke pa vmesni površinski in podzemni dotok, morebitni lomi sovisnice pred zanko predstavljajo požiralnost posameznih skupin ponorov (F. Jenko 1959, 35).

Navpičnica se pojavlja po mnenju F. Jenka zaradi stalnosti podzemnega otekanja poplave, v kateri se skriva tudi vmesni dotok, ki pa po končanem deževju ter višku poplav naglo zdrsne na neznatne količine v primerjavi z otekanjem poplave. Nagli sunki celo do navpičnice nakazujejo enako otekanje skozi ponikve in ponore ne samo pri plahneči, nego tudi pri naraščajoči vodi. Skupna požiralnost vseh požiralnikov na območju kraških polj je med poplavo stalna. Ugotovljeno pa je spreminjanje in tudi prenehanje požiranja posameznih požiralnikov na začetku ali koncu poplave, ko poplavljanje nizvodnih zajezuje vzvodne požiralnike (F. Jenko 1959, 45).

To metodo je F. Jenko uporabil pri načrtovanju trajnejše ojezeritve Cerkniškega jezera in analizi hidroloških razmer v porečju Ljubljane. Pri tem je upošteval tri različne hidrološke situacije: ko je jezero suho, ko se voda pretaka v strugi Stržena, ko se voda prelije iz struge in nastane jezero. Za vsako situacijo je skušal ugotoviti dejanske pretoke posredno. V prvi situaciji naj bi bil dotok na Cerkniško polje približno enak pretokom na izviri Bistre, spodnje Lubijske in Cerkniščice. V drugi situaciji naj bi dotok v Cerkniško jezero pred-

stavljaj vsoto pretokov Bistre, spodnje Lubije, Cerknišnice in Stržena pri Dolenjem Jezeru. V tretji situaciji pa naj bi bil dotok enak vsoti maksimalnega odtoka v dnu polja, ki je ocenjen po podzemeljski pretočnici na  $13 \text{ m}^3/\text{s}$ , maksimalnega odtoka iz Jamskega zaliva, ki je ocenjen na  $5 \text{ m}^3/\text{s}$ , ter odtoka v Karlovcu, ki ga je mogoče določiti po pretočni krivulji Stržena pri Dolenjem Jezeru. Vsoti teh pretokov pa je treba prišteti ali odšteti časovno spremembo vodne mase v jezeru. Na ta način je F. Jenko izračunal dotoke v Cerkniško jezero za obdobje od leta 1948 do 1952. Grafično je nato prikazal spremembe v nihanju jezerske gladine, ki bi nastale s predvideno zaježitvijo ponorov.

Obratno pot je napravil v poročilih o uspehu zaježitve. Grafično je prikazal, kakšno bi bilo nihanje jezera v naravnih razmerah in to primerjal z dejanskimi vodostaji jezera, kakršni so bili v prvem letu po zaježitvi Karlovice. Dotok je izračunal enako kot v projektu, ocenil pa je povečan odtok iz Jamskega zaliva.

Pomanjkljivost prikazane metode ugotavljanja dotoka v Cerkniško jezero izvira iz razlik med dejanskimi dotiki in računsko uporabljenimi v posamezni situaciji. Tako se za sušne razmere, ko je na Cerkniškem polju le nekaj nepomembnih vodnic, računa z najmanj  $2 \text{ m}^3/\text{s}$ , poprečno pa s 4 do  $5 \text{ m}^3/\text{s}$  dotoka, toliko znašajo tedaj pretoki Bistre in ene tretjine Lubije. Ta dva izvira pa dobivata vodo tudi iz Planinskega polja, kot je bilo dokazano z barvanjem leta 1964 in 1975, medtem ko se voda iz Cerkniškega jezera odteka tudi v druge izvire Ljubljane. Previsoko je ocenjena maksimalna požiralnost ponikev na dnu jezera, ki je določena po podzemeljski pretočnici Cerkniško jezero - Bistra.

Posledica navedenih pomanjkljivosti so precej precenjeni dotoki na Cerkniško polje pri nizkih in visokih vodah. V nasprotju s tem pa so odtoki iz jezera nekoliko nizko ocenjeni s predpostavko, da ponikne v Jamskem zalivu največ  $5 \text{ m}^3/\text{s}$ . Zelo približno je določena tudi pretočna krivulja za Karlovcu. V splošnem je Jenkova metoda primerna le za grobo oceno hidroloških razmer, računanje dotokov na kraško polje pa bi bilo treba opreti na dejansko požiralnost ponorov in dejanski odtok, za kar so potrebni natančnejši podatki o pretokih v jamah in o požiralni sposobnosti posameznih ponikev v dnu polja.

#### VODNOBILANČNA METODA PO HMZ SRS

Drugačno metodo za ugotavljanje dotoka na Cerkniško jezero so uporabili na Hidrometeorološkem zavodu SRS. Iz njihovih poročil je razvidno, da so odtok iz Cerkniškega jezera izračunali iz pretokov Raka v Rakovem Škocjanu ter Bistre in Lubije. Od te vsote so odšteli delež, ki ga prispeva Unica v Bistru in Lubijo. Tega so izračunali tako, da so od pretokov Unice, Rovtarskih ponikalnic in Hribščice odšteli pretoke Ljubljane na Vrhniki. Na ta način so določili tudi razmerje med odtokom iz Cerkniškega jezera proti Rakovem Škocjanu in odtokom neposredno proti Bistri in Lubiji. Vodne količine so računsko sicer vsklajene, vprašanje pa je, koliko se dobljene vrednosti skladajo z dejanskimi. Pri teh računih ni upoštevan del vode v izvirih Ljubljane, Bistre, Lubije in Raka, ki ga prispeva vmesno kraško področje in tisto zaledje, ki ne pripada cerkniškemu. Po tej metodi izračunani odtoki iz Cerkniškega jezera so precej večji; za obdobje 1960 do 1969 znaša srednji letni odtok  $27,2 \text{ m}^3/\text{s}$ , od tistih, ki jih je izračunal F. Jenko, za obdobje 1948 do 1952  $18,4 \text{ m}^3/\text{s}$ . Obdobji sta sicer različni, vendar se poprečne vrednosti ne bi smele toliko razlikovati. Nedvomno

je dotok v kraške izvire Ljubljanice in Raka mimo zaledja Cerknškega jezera in voda, ki se pretakajo čez Planinsko polje in iz Rovtarskih ponikalnic, tolikšen, da ta metoda ni primerna za neposredno ugotavljanje odtoka iz Cerknškega jezera. Še posebno je neuporabna za ugotavljanje dnevnih vrednosti. Po vsem tem lahko ugotovimo, da niti Jenkova poročila o poizkusu, niti recenzija tega poročila nista dovolj osvetlila posledic zaježitve Velike in Male Karlovice. Recenzenta A. Pičinin in D. Škerjanc sta celo izračunala, da se je po zaježitvi Karlovic povečal odtok proti Rakovem Škocjanu in ne v Bistro kot bi pričakovali.

### POLNJENJE IN PRESIHANJE JEZERA

Nivogrami jezera kažejo hitrejša naraščanja kot upadanje vodne gladine že pred zaježitvijo, po njej pa se ta razlika še stopnjuje. Po vsakokratnem naraščanju traja visoka voda le kratek čas, saj začne gladina kmalu za viškom padavin tudi upadati. Višina jezera in njegov obseg se torej stalno spreminjata. Naraščanje in upadanje je odvisno od razmerja med dotokom in odtokom. Odtok je pogojen s požiralnostjo ponorov, ki jih voda pri določeni višini jezera dosega, na dotok pa vplivajo padavine, deloma z neposrednim odtokom iz kraškega zaledja, deloma pa posredno zaradi kraške in snežne retinence.

Značaj hidroloških sprememb na Cerknškem jezeru se odraža tudi na enostavnem hidrogramu, kjer so nanizani vodostaji za dveletno obdobje pred zaježitvijo in triletno dobo poskusne zaježitve (P. Habič 1964, sl. 16).

Glede na množino padavin, ki je seveda vsako leto različna, razlikuje pa se tudi v posameznem obdobju polnjenja in presihanja jezera, lahko iz hidrograma razberemo osnovne spremembe v režimu zaježenega jezera. Znatno se je izravnavalo nihanje vodne gladine, saj so konice redkejša in zajede med njimi manj izrazite, kar pomeni, da se jezero počasneje prazni, pri višji gladini pa zaradi večje površine šele znatnejši dotok lahko vpliva na večje spremembe. V nasprotju torej z obdobjem pred zaježitvijo so vodostaji precej višji, kar se odraža v prostranejšem jezeru. Vkljub predvidenemu in doseženemu znatnemu izravnavanju vodostajev ter na videz počasnejšemu praznjenju pa sedanja zaježitev omogoča ali pa celo pospešuje praznjenje jezera pri nižjih vodostajih in po določeni sušni dobi.

V območju Cerknškega jezera ločimo dvojje različnih pritočnih strani. Razlikujeta se po količini in zlasti po režimu. Z dolomitnega severovzhodnega obrobja pritekajo v jezero manjši pritoki, ki imajo površinsko zaledje kot Cerknšičica ali kraško kot Žerovnišičica in Šteberščica. Vse te vode nikoli povsem ne presahnejo in iz njihovega zaledja se razen manjših izgub, npr. v dolini Cerknšičice med Begunjami in Dolenjo vasjo, prelivajo na Cerknško polje. Pri praznjenju jezera se te vode izgublajo v ločenih požiralnikih od Nart in Svinjske jame ter Karlovice, kjer ponika Cerknšičica, pa mimo Retja, ki požira Žerovnišičico s pritoki, do Ponikev v strugi Stržena, kjer tudi ob največji suši teče in se izgublja Šteberščica oziroma Lipsenjščica.

Lastne ponikve imajo tudi majhne vodice, ki izvirajo ob vznožju Javornikov od Laz do Ušive loke. Tresenc ponika v Lovišču, Otoški obrh in Mrzlik v Česlenci, Suhadolica in izviri pri Ušivi loki pa napajajo požiralnike pri Rešetu. Iz Javornikov in zlasti iz Loške doline pritekajo visoke kraške vode in prav

to obrobje Cerknškega jezera predstavlja drugo dotočno področje s povsem kraškimi značilnostmi, z neposrednim vlivanjem v jezero, kar onemogoča merjenje vodnih količin.

#### OPAZOVANJE PRESIHANJA

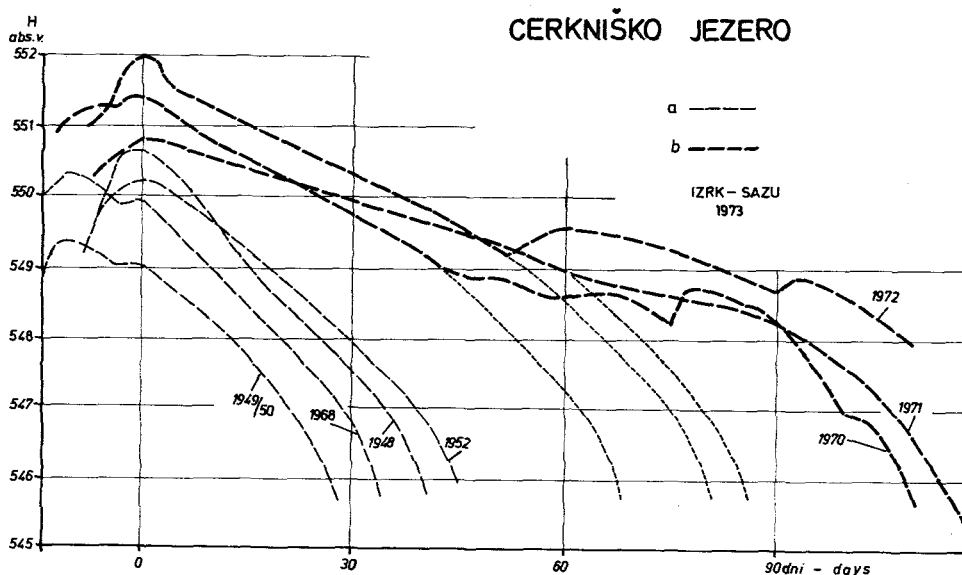
Najmočnejši izviri ob suši povsem presahnejo, kar povzroča veliko nihanje v dotokih na jezero in vse posledice, ki so s tem v zvezi kot so poplave in suše. Ob suši vse vode poniknejo že v zgornjem delu Cerknškega polja, skromni potoki so v tem času izrednega pomena zlasti za ohranitev ribjega zaroda, zato ribiči na vse načine skušajo zadržati nizko vodo na površju, da bi rešili ribji zarod, ki v množinah poginja ob presihanju jezera.

Ko po suši pritoki spet narastejo, voda postopoma zaliva požiralnike. Stržen najprej zalije Srednjo, nato Veliko in Malo ponikev. Ko požiralniki Male ponikve ne zmorejo več Stržena, odteka ta dalje proti Sitarici. Tudi Sitarica je kmalu napolnjena in Stržen teče dalje proti Rešetu. Ko se nivo Stržena pri Sitarici dovolj dvigne, se del vode prelije v strugo, ki vodi k Vodonosu. Predno pa voda doseže Vodonos, zaliva po strugi manjše požiralnike v območju Bečkov. Tudi v samem Vodonosu so potopljeni najprej vzvodni požiralniki, ko pa doseže voda zadnji požiralnik Vodonosa, Tilovo jamo, so že vsi požiralniki v območju jezerskega dna potopljeni. Voda se razlije po polju in le v smeri proti Jamskemu zalivu odteka še po strugi Stržena.

Ko se polnijo Ponikve in drugi požiralniki ob Strženu, se pojavi voda tudi v Zadnjem kraju. V Gebnu, Zajcovkah, Bobnaricah in v Kotlu se dvigne iz estavel, Češljenco pa zalije potok Obrh z Mrzlikom. Kolikšen je dotok vode v Zadnji kraj neposredno izpod Javornikov je skoraj nemogoče ugotoviti, prav tako še ne poznamo izdatnosti edinega robnega kraškega izvira v Zadnjem kraju Vranje jame, ki bruha vodo le kratek čas po deževju, podobno kot Suhadolca nasproti Rešeta. Kraški pritoki izpod Javornikov so le redko tolikšni, da sami napolnijo Zadnji kraj. Največkrat priteka vanj ob naraščanju jezera voda, ki se razlije iz Stržena. Pretakanje vode ob polnjenju v Zadnji kraj, ob praznjenju pa iz njega je najlepši dokaz o razmeroma skromni izdatnosti izvirov pod Javorniki v tem delu jezera. Menjavanje toka najlepše opazujemo pod mostom v Vratih med Otokom in Drvoščem.

Pred Rešetom je struga Stržena precej vijugava in v naplavinah je izoblikovana plitva globel. Iz nje se preliva Stržen proti Jamskemu zalivu šele pri nekaj višji gladini, ko je Rešeto že v celoti zalito. Največkrat ne naraščajo pritoki v jezero hkrati in enakomerno. Kadar Cerknšičica hitreje naraste kot Stržen, lahko priteče prav do Rešeta mimo Karlovic, Svinjske jame, Kamenj in Nart. Večinoma pa Stržen in Cerknšičica hkrati zalijeta navedene požiralnike v Jamskem zalivu. Njihova požiralna sposobnost pa je omejena in zato tudi voda iz jezera počasneje odteka kot je pritekla.

Pred zaježitvijo je jezero upadalo v normalnih pogojih praznjenja od 5 do 10 cm ali povprečno 7 cm na dan. Po zaježitvi se je dnevno zniževanje zmanjšalo, leta 1970 na 6 cm, leta 1971 ni bilo normalnih pogojev presihanja in se je jezero zniževalo povprečno 4 cm na dan, leta 1972 pa je dnevno zniževanje gladine znašalo povprečno 5,8 cm, ker so bile zaježene Narte in tudi odtok skozi odtočni kanal v jezu Velike Karlovice je bil zaježen (sl. 49).



Sl. 49. Hidrogrami praznjenja (usihanja) Cerknškega jezera; a — pred zaježitvijo robnih ponorov, b — po zaježitvi

Fig. 49. Emptying (drying up) hydrogrammes of Cerknško jezero (Lake of Cerknica); a — before damming up the border ponors, b — after damming up

Glede na različno zniževanje vodne gladine smo skušali izračunati tudi podaljšanje jezera na račun dejanskega praznjenja v obravnavanih letih. Leta 1970 bi se v normalnih razmerah brez zaježitve znižalo jezero do kote 548 m 17 dni prej, leta 1972 pa 25 dni prej. Te številke nam predstavljajo le razliko v hitrosti praznjenja, ne pa dejanskega podaljšanja, ki je bilo doseženo z zaježitvijo odtoka. Koliko dalj pa v celoti trajajo poplave po zaježitvi ponorov, je mogoče izračunati le na podlagi sprememb v odtočni krivulji jezera pred in po zaježitvi. Potrebujemo torej čimbolj natančne podatke o požiralni sposobnosti vseh ponorov in potrebujemo tudi podatke o spremembi vodne mase v jezeru. Točnih podatkov žal še nimamo, potrebne so nadaljnje meritve pretokov in čim boljša registracija vodne gladine. Takšne meritve in opazovanja niso poceni in zato je tudi od razpoložljivih sredstev odvisno, kdaj bo mogoče izdelati natančnejšo vodno bilanco jezera in uravnavati višino jezera po potrebah in željah.

Med poskusom smo skušali spremljati vsakokratno praznjenje in presihanje jezera prav do izpraznitve ponikev na dnu jezera.

Ko se zmanjša dotok Stržena v Jamski zaliv, se izpraznijo najprej požiralniki pri Svinjski jami in Kamnju, struga Stržena se skoraj povsem posuši. Cerknščica teče še do Svinjske jame, Stržen pa se od Nart proti Kamnju počasi izgublja v strugi, dokler gladina v območju Rešeta toliko ne upade, da se povsem prekine odtok proti Jamskemu zalivu, kar se zgodi nekako pri koti 547,5. Poplavne vode se na območju jezera skoraj povsod umaknejo v strugo Stržena, le v Zadnjem kraju je še sklenjena jezerska površina. Pri višini

547,20 se prekine odtok Stržena proti Vodonosu in voda v požiralnih kotanjah razmeroma hitro odteče v podzemlje. Usihanje Vodonosa traja le nekaj dni, ni pa vedno enaka, odvisna je pač od hitrosti upadanja pretoka v Strženu.

Tri dni za Vodonosom presahne Rešeto. Presihanje je nekoliko spremenjeno z jezom, ki so ga zgradili poleti 1969 ribiči. Požiralna kotanja v območju Rešeta se izprazni, ko pretok po strugi mimo jezu upada pod 700 do 800 l/s. Manjše količine nato nemoteno ponikajo v bližnjih požiralnikih za jezom. Zajezena voda počasneje presiha v novih požiralnikih pred jezom. Ko pa dotok vode iz Stržena poneha, odteče tudi zajezena voda. Predno je bil zgrajen omenjeni jez, je Stržen v celoti poniknil v Sitarici pri Goričici že dan po presahnitvi Rešet. Tudi do Sitarice priteka nato Stržen le še dan ali dva, dokler se dotok toliko ne zmanjša, da se celotni Stržen izgubi že v Mali ponikvi. Podobno kot v drugih ponikvah se tudi gladina v požiralni kotanji Male ponikve dan ali dva znižuje, dokler se te kotanje povsem ne izpraznijo in potoček nemoteno ponika v bližnjem požiralniku. Že naslednji dan po izpraznitvi Male ponikve se prekine tok Stržena pri Srednji ponikvi, kjer lahko odteče v podzemlje do 500 l/s. Višje ob strugi Stržena je še Velika ponikva, ki podobno kot Mala presahne, ker je odtok iz Stržena vanj zajezen z majhnim jezom. Stržen teče mimo izpraznjene Velike ponikve do Srednje ponikve tudi ob največji suši, pretok pa se zmanjša na komaj dobrih 20 l/s, kot smo lahko ugotovili leta 1971.

Značilno presihanje jezera smo podrobno opazovali že leta 1969. Vodonos je tedaj presahnil 26. 7., Rešeto 3. 8., Sitarica 4. 8., Mala ponikva 6. 8., Velika ponikva 7. 8. Dne 9. 8. je presahnil severni del Zadnjega kraja v območju Gebna, 10. 8. je odtekla voda iz Kotla, 11. 8. pa je presahnilo Lovišče pri Otoku (sl. 50).

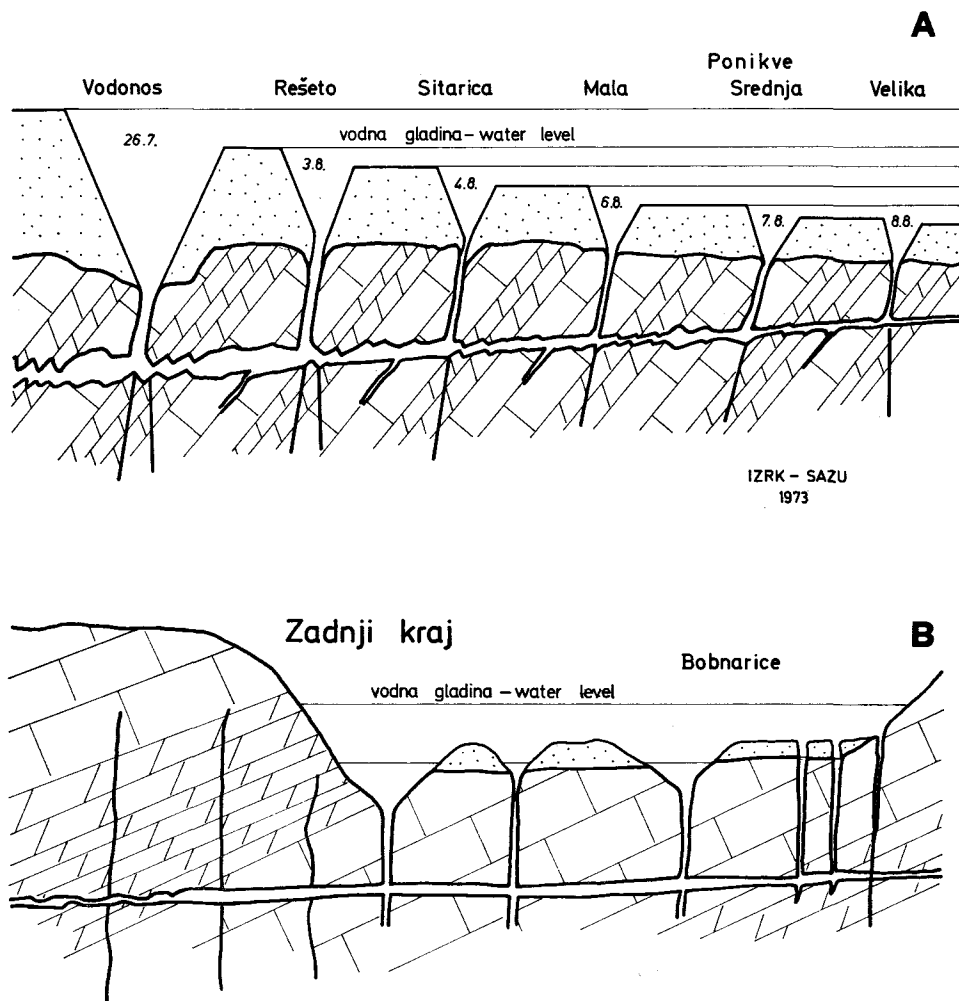
Obenem s postopnim presihanjem posameznih požiralnih območij v dnu jezera smo opazovali zniževanje vodne gladine v Zadnjem kraju in ga primerjali z zniževanjem Stržena pri mostu (sl. 51). V času, ko je usihala voda v Vodonosu in Rešetu, se je v Zadnjem kraju zniževala gladina za 10 do 15 cm na dan, v omenjenih ponikvah pa se je znižala gladina tudi za dober meter na dan. Do 6. 8., ko je presahnila Mala ponikva, je upadla gladina v Zadnjem kraju še za 50 cm, ko pa je odtekla tudi voda iz Velike ponikve, se je v Zadnjem kraju umaknila v podzemlje več kot 8 do 10 m globoko. Zanimivo je, da se Zadnji kraj izprazni redno šele po presahnitvi ponikev ob strugi Stržena. Očitno Stržen vzdržuje gladino v Zadnjem kraju in ne samostojen dotok izpod Javornikov. Podobno je tudi v Lovišču pri Otoku, ki presahne, ko se izprazni Kotel, medtem ko potok Tresenc ne vpliva na gladino vode v požiralnih kotanjah Lovišča.

Nenadno in različno znižanje vodne gladine v posameznih požiralnih kotanjah smo v naslednjih sušnih obdobjih ponovno opazovali in merili razlike v vodnih gladinah med Zadnjim krajem in Strženom pri mostu ob Goričici.

Zadnji kraj je posebna morfološka enota Cerkniškega jezera, ki se poleg pokrajinskih značilnosti tudi v hidrološkem pogledu razlikuje od preostalega večjega dela jezera.

Pri visoki vodi je videti Zadnji kraj kot odmaknjen zaliv velikega jezera. Ko pa voda s pretežnega dela jezera odteče in se vrne v strugo Stržena, je v Zadnjem kraju poslednja jezerska površina. Polotok Drvošec in Otok sta varovala Zadnji kraj pred zasipanjem in tako je na skalni podlagi v tem delu Cerkniškega jezera najmanj naplavin, jezersko dno pa najnižje. Niže segajo na

## CERKNIŠKO JEZERO



Sl. 50. Shematski vzdolžni prerez ponikov na dnu Cerknškega jezera in potek njegovega presihanja leta 1969 (A), shematski prečni prerez Zadnjega kraja (B)

Fig. 50. Schematic longitudinal section of ponors in the bottom of Cerknško jezero and the course of its drying up in the year 1969 (A), schematic cross section of Zadnji kraj (B)

območju Cerknškega jezera le posamezne požiralne kotanje kot Rešeto, Vodonos in druge.

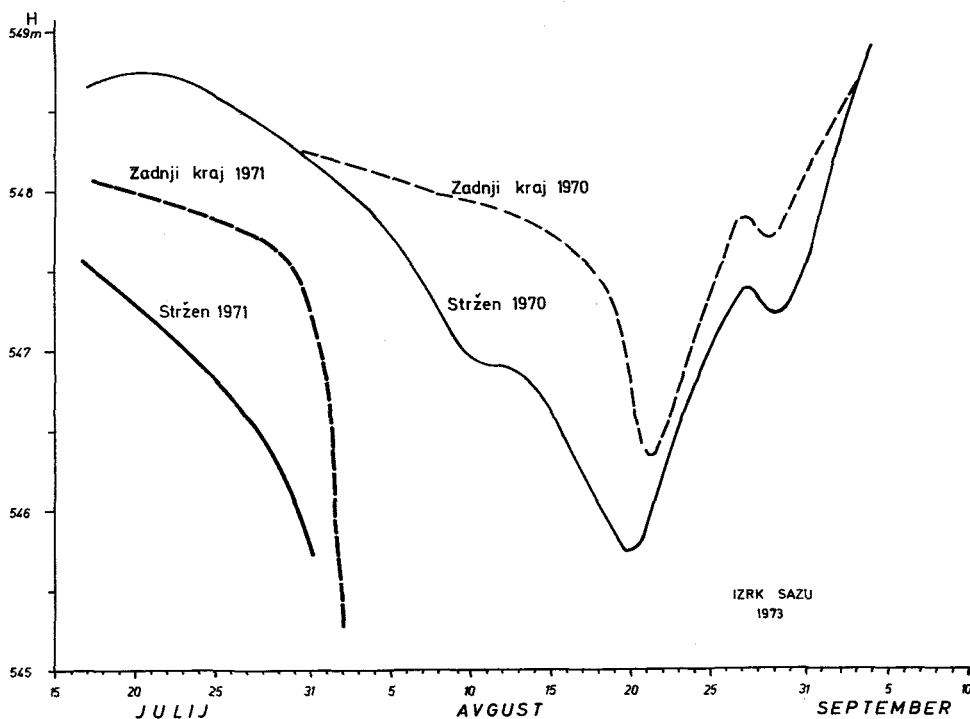
Za najtrajnejše zadrževanje jezera v Zadnjem kraju pa ni odločilno le nizko jezersko dno, temveč tudi posebne hidrogeološke razmere. Vodna gladina ob



upadanju ostaja v Zadnjem kraju više od gladine v strugi Stržena in v ponikvah ob njem.

Pri presihanju se najprej izpraznijo požiralniki, ki jih voda ob naraščanju jezera poslednje zalije. Prav tako pa zadnji presahnejo požiralniki, ki jih voda najprej zalije. Medtem ko nastajajo razlike v višini vodne gladine med posameznimi požiralniki ter med njimi in Zadnjim krajem, pa niha v Zadnjem kraju samem vodna gladina v vseh estavelah enako ali pa vsaj z zelo majhnimi razlikami, da jih doslej še nismo zapazili. Potrebne bi bile natančne meritve vodostajev v posameznih požiralnikih ob presihanju Zadnjega kraja, zlasti bi morali primerjati gladini v Gebnu in Kotlu ter Češlenci. V splošnem pa vodna gladina v Zadnjem kraju enakomerno upada in se počasi znižuje, dokler se ne pokaže uravnjeno dno, nato pa gladina razmeroma hitro upade tudi več metrov pod površje. Po naravnih votlinah vodi ne moremo slediti, zato tudi ne vemo, kako globoko pod površje se zniža gladina vode po dolgotrajni presahnitvi jezera.

### CERKNIŠKO JEZERO



Sl. 51. Primerjava vodostajev Stržena in Zadnjega kraja ob usihanju in polnjenju leta 1970 in 1971

Fig. 51. Comparison of Stržen and Zadnji kraj water levels during drying up and filling in the years 1970 and 1971

Podobno kot presiha, voda v Zadnjem kraju tudi narašča. Razen površinskega dotoka v Kotel, ko Obrh in Mrzlik zalijeta požiralnike Češlence, se dviga voda iz estavel, navpičnih špranj in razpok, ki jih je največ ob zahodni strani Zadnjega kraja. Pretoka pa v teh estavelah ne opazimo, le gladina se polagoma dviga, dokler ne zalije voda vsega površja. Značilna je oblika in razporeditev estavel in špranj. Največ jih je in najgloblje so ob zahodni strani Zadnjega kraja, ki je po vseh znakih sodeč pritočna. Na vzhodni strani so kraške globeli v dnu nekoliko drugačne in ob vznožju Drvošča bolj podobne požiralnikom kot estavelam.

Ob zahodnem bregu v srednjem delu Zadnjega kraja je Vranja jama edini pravi kraški bruhalnik. Posebnost tega bruhalnika je stalna voda, ki se zadržuje kmalu za vhomom in zaliva sifonski rov. Voda v 20 m globokem sifonskem jezeru le malo niha in ko v neposredni bližini upade za deset in več metrov, ostane v Vranji jami v isti višini. Zdi se, da je to ujeti sifon, ki je bodisi zablaten v dnu ali pa je izoblikovan v manj propustnem dolomitnem vložku.

S podobnim pojavom lokalno zajezone vode kot pri Vranji jami se srečamo tudi v jami Suhadolci severno od Zadnjega kraja onstran Klinjega vrha (617). Morda so tudi stalni izviri Mrzlik, Otoški obrh, Tresenc in manjši studenci pri Lazah vezani na manj propustne dolomitne plasti, ki leže med jurskimi apnenci in so v tem delu zelo pogostni (R. G o s p o d a r i č 1970). Različna propustnost skalne podlage vključ lokalni izdatni prevotljenosti je po našem mnenju tudi vzrok za zastajanje vode v Zadnjem kraju in za nastajanje razlik v vodni gladini ob presihanju jezera.

Prečni podzemeljski odtok iz Zadnjega kraja pod Drvoščem nakazujejo številni pojavi. Najprej opozarjajo nanj lokalni zatrepi s požiralnimi kotanjami ob vzhodni strani Zadnjega kraja in strmim vznožju Drvošča. Ta je na več krajih znižan in nizki prevali so po nastanku sorodni s pretržji v ravnini polja na obeh straneh Otoka in pri Goričici. V Vratih smo opazovali površinsko pretakanje vode med Jezerom in Zadnjim krajem, tudi vrsta kotanj v dnu od Češlence proti severovzhodu nakazuje cono izdatnejše zakrasedlosti v tej smeri in nanjo je navezan tudi podzemeljski tok. Z barvanjem Češlence je celo dokazan tok pod površjem polja v smeri proti Bistri in Ljubljani. Nekaj višja kot Vrata sta prevala sredi Drvošča in ob njegovem korenu. V obeh prevalih so izoblikovane večje vrtače in v njihovem dnu se pojavlja voda, ko se gladina v Zadnjem kraju dovolj dvigne. Na zahodni strani Drvošča pa je niz estavel, ki jih zaliva voda ob naraščanju jezera prej, preden se vanje prelije poplavna voda iz Stržena. Vanje lahko priteče le voda iz Zadnjega kraja pod Drvoščem.

Postopno praznjenje posameznih ponikev ob Strženu si moremo razložiti z različno prepustnostjo posameznih odsekov v mreži podzemeljskih kanalov. Očitno so požiralniki v dnu jezera povezani s kanali pod površjem, katerih propustnost narašča v smeri odtoka proti severu. Pri polnjenju jezera voda najprej zalije estavele in požiralnike ob vznožju Javornikov, ko ti ne morejo več požirati, se voda začne prelivati v naslednjo skupino požiralnikov, dokler ne zalije vseh. Obratno je pri praznjenju, ko se prekine površinski dotok, voda iz ponikev naglo odteče. Ker je vodna gladina v zvodni ponikvi višje kot v izpraznjeni, sklepamo, da je prepustnost vmesnega podzemeljskega kanala manjša od prepustnosti kanala nizvodno od izpraznjene ponikve. Le v tem primeru lahko nastane takšna razlika v gladini. Postopno praznjenje ponikev je

tedaj pogojeno s pojemajočo prepustnostjo podzemeljskih kanalov proti izvirni strani polja. Razmeroma naglo izpraznjenje požiralnih kotanj kaže na sorazmerno večjo prepustnost vertikalnih odsekov v ponikvah. Takšne razmere so pogojene z geološko zgradbo, kjer se menjavajo plasti jurskega dolomita in apnenca. Predvidevamo, da so v dolomitih kanali precej ožji kot v apnencih, v katerih so izoblikovane požiralne kotanje. Podobno pripisujemo dolomitu v območju Drvošča glavno vlogo v zajezevanju Zadnjega kraja in zadrževanju praznjenja v primeri s ponikvami na odprtem polju. V Zadnjem kraju pa se gladina enakomerno znižuje v vseh kotanjah, ker med njimi ni manj prepustnih dolomitov, tako predstavlja Zadnji kraj hidrogeološko enoto, ki jo loči od polja bolj dolomitni hrbet Drvošča (sl. 50). Na ta način si razlagamo enakomerno zniževanje vodne gladine v Zadnjem kraju, ko hkrati to zniževanje zaostaja za zniževanjem gladine v ponikvah onkraj Drvošča. Različno zniževanje gladin se začne, ko preneha površinsko prelivanje med Otokom in Drvošcem, dno v Vratih je nekako v višini 548,5 m. Rezultati meritev v letih 1970 in 1971 so prikazani na skici. Razlika v višini vodne gladine postopoma narašča od 0 do 1,5 m. Ko presahnejo Ponikve ob Strženu se tudi voda v Zadnjem kraju umakne v nedostopne špranje v podzemlju. Nadaljnega zniževanja vodne gladine v kraškem podzemlju ni mogoče opazovati brez ustreznih vrtin, koristni pa bi bili podatki o najnižji gladini kraške vode pod Cerkniškim poljem ob suši. Pri polnjenju jezera se gladina vode naglo dvigne iz podzemlja in razlike se kmalu izravnavajo. Iz tega sklepamo na razmeroma majhno prevotljenost skalnega dna polja, kar se sklada tudi z opazovanjem in meritvami pretokov in požiralne sposobnosti celotnih ponikev.

Izravnavanje gladine med Zadnjim krajem in ostalim jezerom smo večkrat opazovali in merili, vendar so podatki o pretakanju vode v Vratih kaj različni. Pri polnjenju in naraščanju se voda preliva v Zadnji kraj, kar kaže, da je neposredni dotok izpod Javornikov manjši od pritoka iz razlitega Stržena. Pri praznjenju jezera voda iz Zadnjega kraja odteka, kar kaže, da se ta del lažje površinsko prazni kot podzemeljsko.

Dne 3. 8. 1970 je teklo iz Zadnjega kraja okrog 500 l/s, kar bi pomenilo 6 cm znižanje gladine dnevno, ta pa se je znižala za 10 cm, razliko v izpraznjenju moremo pripisati podzemeljskemu odtoku pod Drvošcem. Za podrobnejšo analizo površinskega in podzemeljskega odtoka iz Zadnjega kraja bi potrebovali natančnejšo registracijo spreminjanja vodne gladine in kolikor mogoče točne podatke o pretakanju vode v Vratih, za kar pa bi potrebovali posebne merilne in registrirne naprave.

#### NEPOSREDNE MERITVE PRETOKOV IN POŽIRALNOST PONIKEV

Dne 21. 8. 1969 je teklo pod mostom pri vodomeru ( $H = 88$ ) proti Rešetu 10 l/s, v izpraznjenih požiralnikih je voda nemoteno ponikala. Pretok Stržena pri Veliki ponikvi je znašal 2,3 m<sup>3</sup>/s, pred Sitarico pa le še 0,5 m<sup>3</sup>/s. V Mali in Srednji ponikvi je poniknilo nad 1,5 m<sup>3</sup>/s, Sitarica pa je požirala okrog 0,5 m<sup>3</sup>/s. Retje je požiralo okrog 300 l/s. Naslednji dan je deževalo, Stržen je narastel pri mostu na  $H = 105$  ob 15. uri in iz Suhadolice je tekla voda. Jezero se je napolnilo in je 29. 8. doseglo na vodomeru pri mostu  $H = 356$ .

Po visoki vodi v septembru je zajezeno Rešeto presahnilo 13. 10. 1969, medtem ko se je Vodonos zaradi ribiškega jezu pri Rešetu posušil šele 15. 10.

Retje je bilo tedaj še zalito do roba. Dne 27. in 28. 10. je odteklo zajezeno jezero pred Rešetom, ko se je odprl požiralnik v naplavinah pred jezom.

Dne 29. 10. 1969 je imel Loški obrh še 750 l/s pretoka in je ponikal v strugi precej pred Golobino, Stržen pri Gorenjem Jezeru je imel tedaj le 30 l/s. Po podatkih HMZ je imela Šteberščica ta dan okrog 100 l/s, prav toliko pa tudi Žerovniščica. Prva je ponikala v Srednji ponikvi, druga pa v Retju.

Dne 10. 11. 1969 se je začela prelivati voda iz Stržena pri Sitarici v požiralnike Bečke, ki so razvrščeni ob strugi v smeri proti Vodonosu. Voda je postopoma polnila požiralnik za požiralnikom, ko je pretok naraščal od 0 do 400 l/s. Tudi polnjenje Česlenca in Kotla se je začelo 10. 11. Najprej sta Mrzlik in Otoški obrh napolnila Česlenca. Ko je dotok presegal 200 l/s se je začela voda prelivati iz Česlenca proti Kotlu. Dne 12. 11. se je napolnil Kotel in celotni Zadnji kraj, voda je tedaj tekla nazaj proti Česlenci, kjer je gladina medtem že nekoliko upadla. Dne 14. 11. je dež povečal pretoke Obrha in Mrzlika, Česlenca in Zadnji kraj sta se napolnila, višek vode pa se je začel prelivati skozi Vrata proti Strženu (R. G o s p o d a r i č 1970).

Pretoke pri ponikvah v dnu jezera smo ponovno merili v začetku avgusta 1970, ko se je jezero praznilo. Dne 4. 8. je bila gladina po vodomeru pri mostu pred Goričico na koti 547,82, ko je v požiralnik Tilove jame pri Vodonosu teklo 220 l/s. Dne 6. 8. so bile z meritvami ugotovljeni naslednji pretoki:

Obrh pri Danah	750 l/s	
Stržen pri Gor. Jezeru	650 l/s	<b>H = 81</b>
Pretok v jarku pri Rešetu	850 l/s	gladina na obeh straneh jezu enaka
Pretok pred Vodonosom	800 l/s	<b>H = — 33 ali H = 196 most</b>
Zadnji požiralnik Tilove jame	180 l/s	
Cerkniščica v Dolenji vasi	200 l/s	
Žerovniščica	100 l/s	
Lipsenjščica	150 l/s	
Otoški obrh	18 l/s	
Mrzlik	20 l/s	
Rak pod sotočjem s Kotlič	1,2 m <sup>3</sup> /s	<b>H = 242</b>

Celotni dotok v jezero je ocenjen na 1,2 do 1,5 m<sup>3</sup>/s. Odtok iz jezera skozi robne požiralnike 3 do 4 m<sup>3</sup>/s.

Dne 8. 8. so se pretoki še nekoliko znižali. V Tilovo jamo je teklo pri **H = — 34** le 5 l/s. Naslednja dva dni je deževalo in pretok Stržena se je dne 11. 8. vseeno znižal na 750 l/s, gladina v območju požiralnikov se je znižala za 60 cm, vodomer na mostu **H = 136**. Dne 12. 8. je znašal pretok v Rešeto 740 l/s, gladina pa je bila 150 cm nižja v območju požiralnikov, vodomer pri mostu **H = 134**. Naslednji dan 13. 8. sta bila Vodonos in Rešeto že brez vode, vodomer pri mostu **H = 128**. Voda je v naslednjih dneh postopoma upadala, 21. 8. pa je dež zaustavil presihanje in vode so napolnile jezero. Zaradi raziskav drugod na krasu nismo utegnili opazovati ponovnega presihanja jezera sredi oktobra 1970. Dne 19. 10. smo izmerili naslednje pretoke:

Unica Hasberk	3200 l/s	H = 30
Logaščica	50 l/s	H = 206
Hribščica	130 l/s	
Primcov Studenec	90 l/s	
Lubija	1000 l/s	
Bistra	2500 l/s	H = 31
Ljubljanka	2800 l/s	H = 204
M. Ljubljanka	500 l/s	
Lipsenjščica	50 l/s	H = 19
Žerovniščica	60 l/s	
Rak	40 l/s	
Kotliči	10 l/s	

Dne 21. 10. je padel prvi sneg, nato pa se je vreme spet ustalilo. Dne 22. 10. je Stržen pri mostu narastel ob 11,30 uri na  $H = 24$ , ob 13. uri pa že na  $H = 46$ . V Češlenco je teklo okrog 50 l/s in voda se je zadrževala v glavni požiralni kotanji. Tudi v Kotlu je začela naraščati. Dne 24. 10. je bila med mostom pri Goričici in Sitarico struga suha. Stržen je ponikal v strugi pred Sitarico, od Male ponikve dalje je teklo le 10 l/s. Druge ponikve ob Strženu so bile zalite. Stržen pri Gornjem jezeru je imel 700 l/s, Lipsenjščica okrog 150 l/s vode. Ponikve so tedaj požirale nekaj nad 1 m<sup>3</sup>/s.

Dne 29. 10. 1970 smo izmerili naslednje pretoke Stržena pri ponikvah:

Pred Veliko ponikvijo	480 l/s
Velika ponikve	120 l/s
Srednja ponikve	240 l/s
Mala ponikve	120 l/s

Lovišča so bila ta dan prazna in vanje je ponikal Tresenc z okrog 6 l/s. Zadnji kraj je bil suh. V naslednjih dneh so presahnile ponikve, Stržen je tekel do Srednje ponikve. Jezero se je začelo ponovno polniti 14. 11. 1970.

Praznjenje jezera smo zasledovali tudi poleti 1971. Dne 17. 7. je bilo jezero na koti 547,56 ali po vodomernu Stržena pri Goričici  $H = 200$ , Rešeto je bilo še zalito, pri Vodonosu pa je komaj še tekla voda v Tilovo jamo. Dne 20. 7. je bilo jezero na koti 547,28, po vodomernu  $H = 172$ , v Rešeto je teklo še okrog 800 l/s in gladina je bila še na obeh straneh jezera enaka. Stržen je tekel mimo Nart z 2,2 m<sup>3</sup>/s do ovinka med Kamnjem in Svinjsko jamo. Cerkniščica je s pretokom okrog 200 l/s v Dolenji vasi tekla še malo naprej od Svinjske jame proti Kamnjem. Po vodomernu Slivice je imel Rak  $H = 200$  še okrog 400 l/s pretoka in je ponikal pred Velikim naravnim mostom. Temperatura Stržena je bila 22,7°, Cerkniščice 17,4°, Raka pa 19,2° C, kar hkrati s pretoki kaže na medsebojno povezanost jezerske vode in Raka. Zanimive so tudi temperature vode v Planinski jami in sicer je imel Rakov rokav dne 21. 7. 9,2° C, Pivški pa 11,3°, razmeroma visoke temperature pa smo izmerili v izvirih Ljubljance še 22. 7. 1971:

Bistra	14,2°	H = 58
Lubija	14,0°	H = 168
Retovje	12,8°	
V. Močilnik	11,2°	

Takšna razporeditev temperatur voda v podzemlju nakazuje povezanost izvirov s Cerkniškim jezerom. Vodonos je presahnil 25. 7. 1971, Rešeto pa naslednji dan. Voda v Gebnu je upadla 2. 8., Kotel in Češlenca pa sta presahnila 4. 8., takoj naslednji dan pa tudi Lovišče. Nekaj vode je ostalo še pred jezero pri Rešetu do 8. 8., potem pa se je tudi tam umaknila v podzemlje in suša je trajala do srede novembra.

Dne 5. 11. 1971 smo izmerili nizke vode Cerkniščice:

pri Selščku	150 l/s
pri Begunjski žagi	90 l/s
pri mostu v Brest	70 l/s
pod Dolenjo vasjo	40 l/s

Od Retja do Sitarice je po umetnem jarku, ki so ga to leto izkopali ribiči, priteklo 5 l/s, nakar se je voda izgubila v strugi Stržena. V Srednjo ponikev je teklo 10 l/s, Otoški obrh je napajal Češlenco s 5 l/s. V Suhadolici je imel potoček 2 l/s pretoka, je pa že v jami tudi poniknil in se ni več prikazal v strugi pred Rešetom. Tresenc je imel 2 l/s vode, v Golobini pri Danah pa smo dosegli gladino vode v sifonih na koti 542, medtem ko je imel Obrh pred Danami 250 l/s pretoka.

V dneh 6. in 7. 11. 1971 smo izmerili naslednje pretoke:

Unica pri Hasberku	1800 l/s	
Rovtarica	3 l/s	
Petkovec	1 l/s	
Hotenjka	0,7 l/s	H = 18
Bistra	1300 l/s	H = 147
Lubija	700 l/s	H = 249
V. Ljubljanka	1000 l/s	H = 98
M. Ljubljanka	140 l/s	
Hribščica	120 l/s	
Primcov studenec	60 l/s	

Kraški izviri Ljubljance so imeli skupaj 3,3 m<sup>3</sup>/s. To so v tem opazovalnem obdobju najnižje vode. Tudi v jamah smo ugotovili v jeseni 1971 izredno nizke vode, izmerili smo jih v Tkalcu jami, v Gradišnici, v Hublju in drugod.

Deževati je začelo 8. 11., vendar na jezeru še po dveh dneh niso pritoki narastli. Dne 12. 11. je bil vodostaj pri mostu pred Goričico že na koti 547,10 ali H = 154, medtem ko je bila voda v Zadnjem kraju ta dan še na koti 545,48.

V Rešeto se še ni prelivala, pač pa je tekla v Vodonos. Višja gladina v Strženu in Vodonosu kot v Zadnjem kraju je izjemna in takšno stanje traja lahko le kratek čas pri polnjenju, ko še niso v celoti zaliti kanali pod poljem.

Na podlagi navedenih meritev in opazovanj lahko ocenimo minimalne pri-toke na Cerkniško jezero in jih primerjamo z vodami v porečju Ljubljani-ce. Vsi potoki skupaj imajo na Cerkniškem polju ob suši le okrog 300 l/s vode, ki priteka predvsem z Bloške planote. V Loški dolini je okrog 250 l/s vode, ki priteka iz severnega zaledja, medtem ko so izviri na javorniški strani popol-noma suhi.

Na Planinskem polju je 1800 l/s vode, ki se steka predvsem iz javorniškega zaledja. Če računamo z enakim specifičnim odtokom v vsem porečju Ljubljani-ce ( $3 \text{ l/s/km}^2$ ) potem bi pripadalo izvirom Unice okrog  $600 \text{ km}^2$  kraškega zaledja. Mimo Planinskega polja odteka v izvire Ljubljani-ce 1500 l/s, tej količini pa pripada  $500 \text{ km}^2$  zaledja. Iz celotnega kraškega zaledja Ljubljani-ce se preliva ob suši čez Planinsko polje dobra polovica vode. Povsem neznaten pa je delež nizkih voda na površju iz zaledja Cerkniškega in Loškega polja. Očitno se celotno območje Javornikov ob suši odceja mimo Loškega in Cerkniškega polja v izvire Unice. Vode iz Javornikov se začno prelivati na površje kraških polj šele pri višjih vodah, zato se hidrografska zaledje polj ob nizkih in visokih vodah močno razlikuje, velike razlike pa so tudi v pretokih. Vodne bilance Cerkniškega polja ni mogoče v celoti izračunati, še manj pa izmeriti.

Na podlagi podatkov o požiralnosti posameznih ponikev v dnu jezera, ki smo jih zbrali pri polnjenju in praznjenju jezera lahko ocenimo skupno po-žiralno sposobnost teh ponikev. Kolikšna je njihova dejanska požiralnost pri visokih vodah pa doslej še nismo mogli ugotoviti.

Pregled maksimalne požiralnosti posameznih skupin ponikev v dnu jezera:

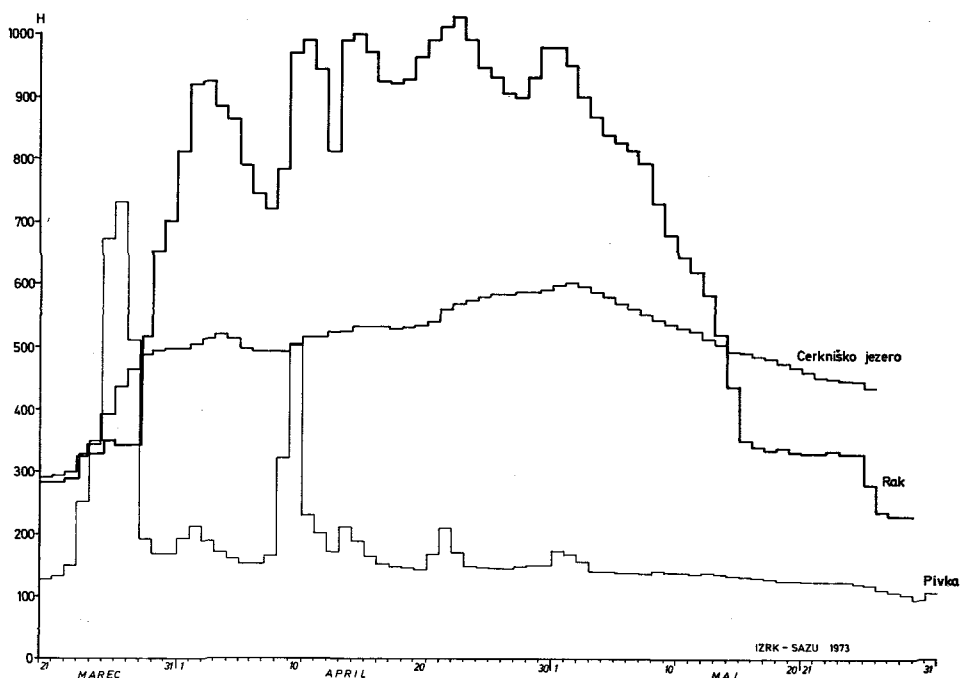
Rešeto	800 l/s
Vodonos	1500 l/s
Bečki	500 l/s
Sitarica	500 l/s
M. ponikve	1000 l/s
Sr. ponikve	500 l/s
Velike ponikve	200 l/s
Zadnji kraj	500 l/s
Češlenca	300 l/s
Kotel	200 l/s

Maksimalna požiralnost ponikev v dnu jezera bi po tem seštevku znašala okrog  $6 \text{ m}^3/\text{s}$ . Glede na mehanizem teh ponikev lahko predpostavljamo, da po-žirajo pri polnem jezeru predvsem ponikve na obrobju jezera, medtem ko one v sredini ne delujejo z največjo močjo. To predpostavko pa bo treba s poseb-nimi raziskavami še preveriti. Za natančno določitev požiralnosti Cerkniškega jezera, na katero edino lahko opremo nadaljnje hidrološke analize, bi bile te raziskave nujno potrebne.

## PREUČEVANJE ODTOKA VISOKIH VODA

Prve podatke o odtoku visokih voda iz Cerknškega jezera v zajezenih in nezajezenih razmerah smo zbrali spomladi 1970. V zadnji tretjini marca 1970 so bile v porečju Ljubljance izdatne padavine, predvsem v obliki dežja, le v višjih predelih Javornikov in Snežnika je še snežilo. Vode so naglo narastle kot kažejo priloženi hidrogrami (sl. 52). Jezero se je dvignilo nad 550 m in zato so zapornico 27. 3. 1970 odprli, toda le za polovico (1,8 m), ker se je pri dviganju zataknila. Deževalo je nato še večkrat in sicer v začetku in na kraju aprila. Cerknško jezero je ves čas naraščalo, vkljub napol odprti zapornici, sredi aprila se je začel izdatneje topiti tudi sneg v gorah, zato je jezero doseglo višek prve dni maja. Že 2. maja je začela voda enakomerno upadati, počasi pa se je izpraznila tudi Rakova dolina in do srede maja je odtekla dolgotrajna poplavna voda s Planinskega polja. Za to obdobje smo poskušali računsko ugotoviti dotok v jezero na podlagi razlik v akumulaciji in ob upoštevanju odtoka v Rakov Škocjan po pretočnici in maksimiranem odtoku v Bistro in druge izvire (sl. 53).

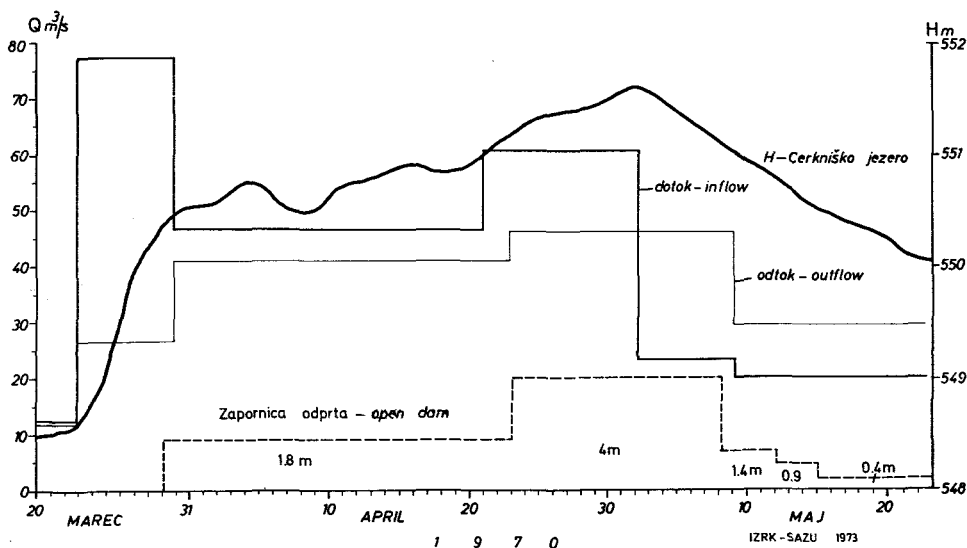
Ko so odprli zapornico pri Karlovi, je začela voda v Rakovem Škocjanu naglo naraščati in poplava je čez dva dni dosegla prvi višek, okrog 9 m po vodomernu. Po podatkih HMZ se je pretok Raka povečal od 24,5 m<sup>3</sup>/s dne 28. 3. na 42,6 m<sup>3</sup>/s 29. 3., pri najvišjih vodah pa naj bi dosegel pretok v Rakovi dolini



Sl. 52. Hidrogrami Cerknškega jezera, Pivke in Raka, od 21. 3. do 31. 5. 1970

Fig. 52. Cerknško jezero, Pivka river and Rak river hydrogrammes from March 21 to May 31, 1970





Sl. 53. Hidrogrami Cerkniskega jezera z izračunanim dotokom in odtokom ob različno odprti zapornici, od 20. 3. do 23. 5. 1970

Fig. 53. Cerknika lake hydrogrammes with calculated inflow and outflow at differently opened barrier from March 20 to May 23, 1970

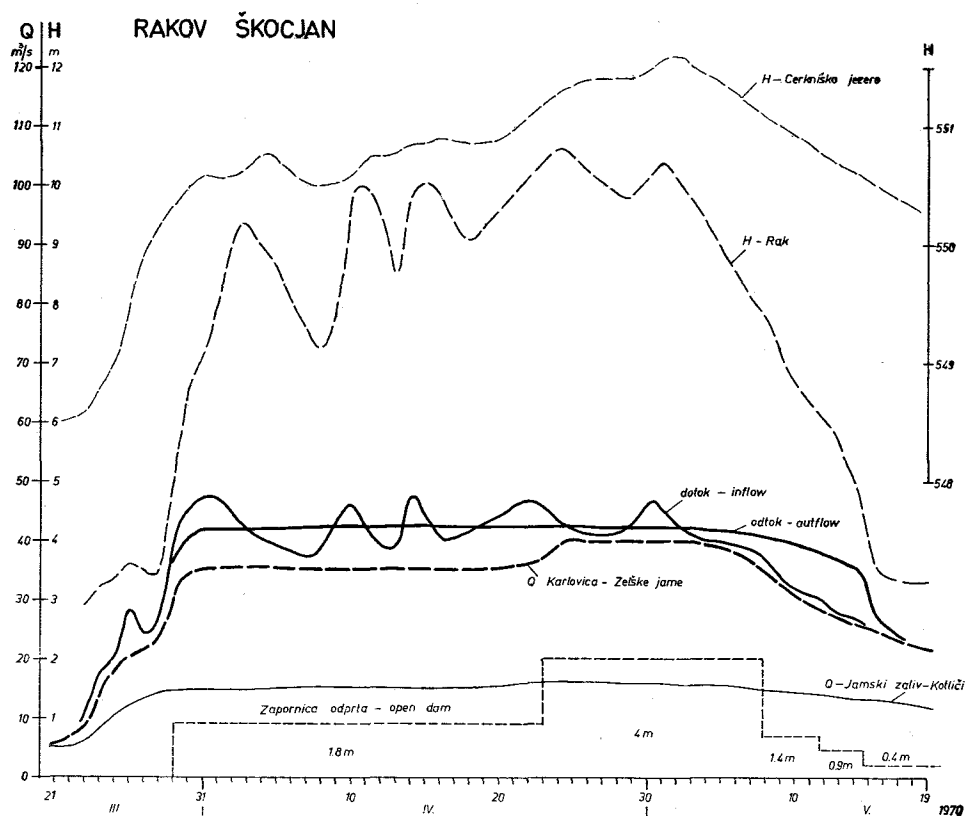
okrog  $54 m^3/s$ . Meritve pretokov pri najvišjih vodah, ko je zalita vsa dolina Raka, niso enostavne. Pretočna krivulja je veljavna le za vodostaje do največ  $H = 350$  ali  $400$ . Pri višjih gladinah se pojavi zajezevanje in voda se začne razlirati po dolini in zastaja pred Tkalco jamo in Velikim naravnim mostom. Pretoke ob visokih vodah bi mogli meriti edino tik pred vhomom v Tkalco jamo, kjer pa je zelo težaven dostop. Potrebno bi bilo vgraditi merilne priprave tudi v najožjem delu Tkalce jame, ki bi stalno registrirale hitrosti vodnega toka. Toda takih naprav še nimamo.

Ker nismo mogli meriti dejanskega pretoka v Rakovi dolini, smo primerjali le nihanje vodne gladine na Cerkniskem jezeru in v Rakovi dolini. Medtem ko je gladina na jezeru narastla in upadla le za  $1 m$ , je voda v Rakovem Škocjanu nihala za  $2$  do  $3$  metre. To nihanje pa ni bilo neposredno odvisno le od nihanja gladine jezera, temveč je nanj predvsem vplival vmesni dotok iz Javornikov. Gladina v Rakovem Škocjanu je naglo narastla takoj po dežju in je začela že upadati, ko je naraščalo jezero. Očitno se po dežju naglo poveča pritok v Raka iz Javornikov, pozneje pa tudi naglo upade, takrat pa je pretok Raka odvisen le od višine jezera.

Znatnejše nihanje vodne gladine v Rakovi dolini si lahko razložimo z razmeroma majhno akumulacijsko sposobnostjo in z znatnejšimi razlikami med dotokom in odtokom. Če dotok znatno presega požiralno sposobnost, se v majhnem akumulacijskem prostoru voda naglo dvigne, ko pa se dotok zmanjša, tudi gladina naglo upade. Ob visoki vodi spomladi 1970 nismo mogli regulirati odтока iz Cerkniskega jezera z zapiranjem zapornice, ker ta še ni bila dograjena.

Vkljub temu smo ugotovili, da se je 10. 1. 1970, ko so prvič spustili zapornico, zmanjšal pretok Raka od 40 na 22 m<sup>3</sup>/s ali za 18 m<sup>3</sup>/s pri gladini jezera na koti 549,80. Podoben pretok skozi Karlovico je bil opazovan tudi pri dvigu zapornice 28. 3. 1970, ko je Rak narastel od 24,5 m<sup>3</sup>/s na 42,6 m<sup>3</sup>/s po pretočnici za vodomer Slivice v Rakovem Škocjanu, jezero je bilo tedaj na koti 550,20. Odtok iz jezera je v naslednjih dneh rasel z višino jezera. Dne 4. 4. se je gladina povzpela na 550,76, pretok pa naj bi se po pretočnici povečal še za 10 m<sup>3</sup>/s. Ker nismo mogli meriti dejanskega pretoka, obenem pa tudi ne dotoka v Rakov Škocjan iz Javornikov, so to le cenitve, ki nakazujejo medsebojno odvisnost odtoka iz jezera in pretokov v Rakovem Škocjanu (sl. 54).

Predpostavljali smo, da bi z umetnim uravnavanjem odtoka skozi Karlovico lahko bolje spoznali vodne razmere v Rakovem Škocjanu. Zato smo v prvi polovici februarja 1971, ko so bile spet visoke vode, poskusno odprli Karlovico in merili ter opazovali pretoke v Rakovem Škocjanu in na jezeru 14 dni, medtem so vode enakomerno upadale in smo imeli ustaljen vodni režim.



Sl. 54. Hidrogrami Raka v Rakovem Škocjanu z dotokom in odtokom pri različno odprti zapornici, od 21. 3. do 19. 5. 1970

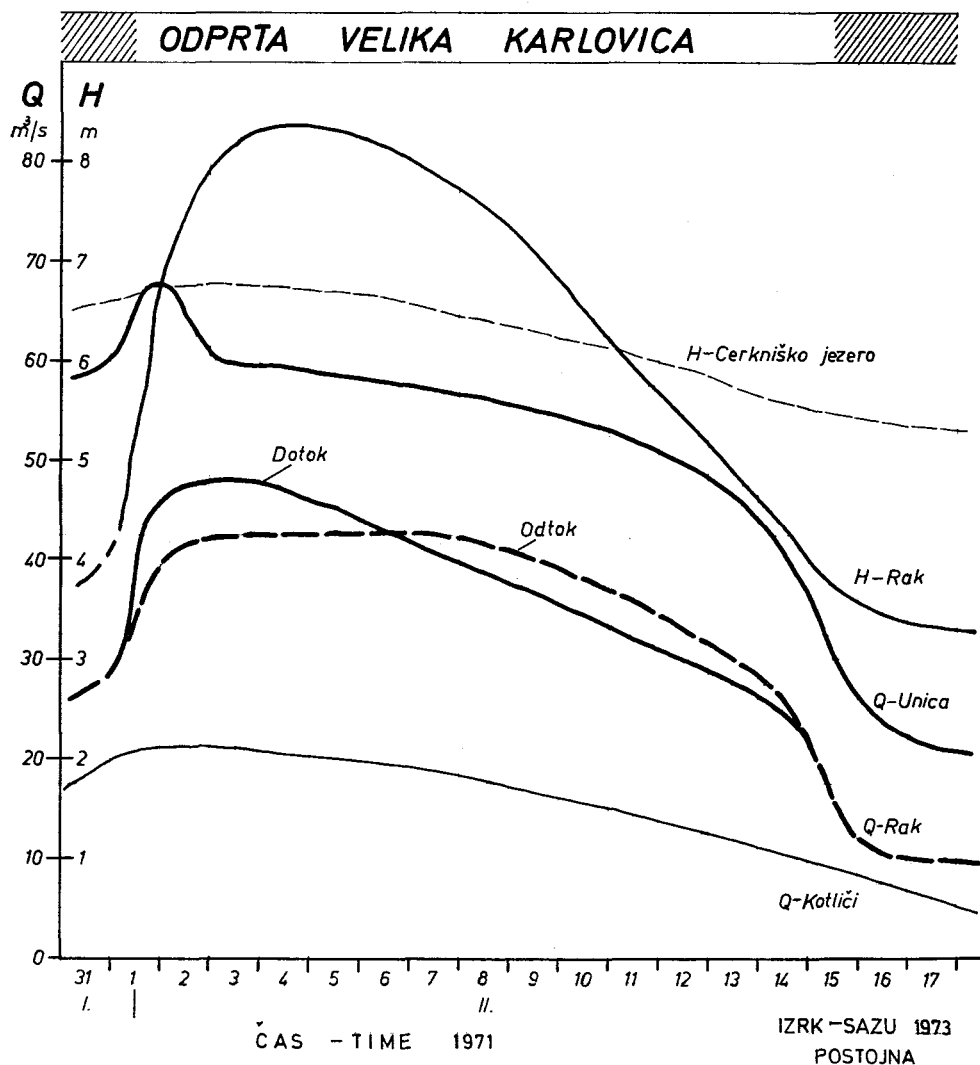
Fig. 54. Rak hydrogrammes in Rakov Škocjan valley with inflow and outflow at differently opened barrier from March 21 to May 19, 1970

Dne 1. 2. 1971 je imel Rak po vodomernu  $H = 354$  okrog  $28 \text{ m}^3/\text{s}$  pretoka. Iz Zelških jam je pri zaprti zapornici pritekalo po naših meritvah  $8,6 \text{ m}^3/\text{s}$  vode. Gladina jezera je bila na koti 550,62 in skozi Jamski zaliv je v Kotličce pritekalo skupaj z neznanim dotokom iz Javornikov  $19,4 \text{ m}^3/\text{s}$ . Ob 14. uri smo začeli z odpiranjem zapornice, kar je trajalo eno uro. Sprva je v Karlovico prodirajoča voda izpodrivala zrak iz jame, da je dvigovalo pokrov nad vstopnim jaškom v umetni rov. Ko pa je bila zapornica do polovice dvignjena je v jašku nastal srk, izpodrivanje zraka iz jame pa se je pokazalo na obrobju jezera, ko je zrak silil po starih zasutih rovih na površje. Dotok v jezero je bil v prvih dneh februarja tolikšen, da je voda naraščala še ves dan po odpiranju zapornice in se dvignila na koto 550,77, to je za 15 cm. Vode v Rakovem Škocjanu so se na dan odpiranja zapornice že nekoliko zniževale in sicer se je vodostaj znižal od 12. do 15. ure, za 2 cm, od 354 na 352.

Po dobri uri, ko je bila zapornica do kraja odprta, je začela voda v Zelških jamah naraščati. Ob 16. uri se je dvignil vodostaj Raka pri stari zelški žagi za 30 cm, pretok pa je narastel na  $18 \text{ m}^3/\text{s}$ , ob 16,30 pa že na  $20 \text{ m}^3/\text{s}$ ; ob 17,30 je bila gladina 90 cm višja, pretok pa je dosegel  $24 \text{ m}^3/\text{s}$  in je še naraščal. Z naraščanjem pretoka v Zelških jamah se je začelo zaježovanje odtoka v Tkalci jami in v Rakovi dolini se je voda razlivala iz struge. Ob 17. uri je kazal vodomern 360, ob 18. uri že 372, naslednje jutro ob 9,30 pa je voda segala na vodomernu do 662.

Poplava v Rakovem Škocjanu je dosegla višek šele 4. februarja in sicer  $H = 840$  na vodomernu Slivice ob Raku. Ker je jezero od 2. februarja enakomerno upadalo, prav tako pa tudi dotok iz Javornikov, lahko računamo na razmeroma enakomerno upadanje dotoka vode v Rakov Škocjan. Po meritvah pred zapornico je odtekalo iz jezera 1.2 ob 16. uri po umetnem rovu v Karlovico okrog  $16 \text{ m}^3/\text{s}$ . Ta odtok se je pri 15 cm višji gladini nekoliko povečal, verjetno pa ne več kot za  $2 \text{ m}^3/\text{s}$ . V Zelških jamah se je torej pretok pri odprti zapornici povečal od 8,6 na 24 do  $25 \text{ m}^3/\text{s}$ . Tako je skozi odprto Karlovico teklo največ  $18 \text{ m}^3/\text{s}$ , od tega okrog  $16 \text{ m}^3/\text{s}$  v Zelške jame, približno  $2 \text{ m}^3/\text{s}$  vode pa je odtekalo v Kotličce in druge izvire ob Raku. Skupni pretok Raka se je torej povečal od 28 na  $46 \text{ m}^3/\text{s}$ , pri tem pa se je vodna gladina v Rakovi dolini dvignila za 5 m. Normalna požiralnost Tkalce jame, ko Rak še nemoteno odteka, je po tej situaciji ocenjena na  $30 \text{ m}^3/\text{s}$ . Pri večjem dotoku pa voda zaostaja toliko časa, da doseže starejše višje odtočne kanale, tako da se odtočnost lahko poveča še za 10 do  $15 \text{ m}^3/\text{s}$ . Pri večjem dotoku se torej nivo vode v Rakovem Škocjanu toliko dvigne, da se izravna odtok z dotokom. Akumulacija je vkljub precejšnji višini razmeroma majhna, požiralna sposobnost Tkalce jame pa z višino vode narašča. Očitno je prevotljenost in kapaciteta kanalov večja pri srednjih višinah in se navzgor kot tudi navzdol zmanjšuje. Takšne razmere se skladajo z razvojem podzemeljskih votlin in odtoka v preteklih geoloških obdobjih.

Sprememba vodostajev na Cerkniskem jezeru in pretokov v Rakovem Škocjanu ter na Planinskem polju je prikazana na sliki 55; izračunan je dotok v Rakov Škocjan skozi Karlovico in skozi požiralnike v Jamskem zalivu. V 14 dneh se je pri odprti Karlovi jezero znižalo za 1,2 m in je bilo 15. 2. 1971, preden smo spustili zapornico, na koti 549,5. Pretok v Zelških jamah je zaradi znižanja gladine jezera pri odprti zapornici upadel za polovico in enako tudi



Sl. 55. Hidrogrami Raka z dotokom in odtokom ob odprti zapornici pri Karlovinci, med 31. 1. in 17. 2. 1971

Fig. 55. Rak hydrogrammes with inflow and outflow at opened barrier near Karlovica cave, from January 31 to February 17, 1971

v Kotličih. Tako smo namerili pred spustitvijo zapornice v Zelških jamah  $12 \text{ m}^3/\text{s}$  pretoka, v Kotličih pa  $10 \text{ m}^3/\text{s}$ . Po vodomeru je imel Rak pri  $H = 338$  skupno  $22,8 \text{ m}^3/\text{s}$ . Dan po spustitvi zapornice je pretok Raka upadel za  $12 \text{ m}^3/\text{s}$ , v Zelških jamah smo namerili še  $6 \text{ m}^3/\text{s}$ , kar kaže, da se je zmanjšal za  $6 \text{ m}^3/\text{s}$  tudi pretok iz Karlovice v Kotličje.

Potrebne so še natančnejše meritve pretokov pred zapornico in v Zelških jamah ter v Kotličih. Postaviti bi bilo treba registrirne naprave, da bi lahko primerjali spremembe v nivojih in pretokih v krajših časovnih presledkih. Določiti pa je treba tudi čim boljše pretočne krivulje na posameznih merskih postajah, da bi lahko indirektno ugotavljali pretoke. Le na ta način bi mogli točneje opredeliti odtok vode iz Karlovice v Zelške jame in v Kotličje. Ob poskusnem odpiranju zapornice, se je podobno kot že leto poprej pokazala potreba po namestitvi lovilne mreže v večji oddaljenosti od zapornice in bolj na široko, da plavje ne bi oviralo vtoka v umetni rov. Po 14 dneh odprte zapornice se je na mreži, ki je bila vgrajena neposredno pred zapornico, nabralo toliko dračja in drugih odpadkov, da je bila gladina vode pri zapornici 2 m nižje kot pred mrežo. Pritisk na mrežo je bil tolikšen, da jo je odtrgalo in skrivilo, zato so jo v poletju 1971 odstranili. Od takrat pa odnaša skozi odprti umetni rov vse plavje v Karlovico. V jami se je nabralo že ogromno trstike, dračja, lesa in drugih odpadkov z jezera.

Po podatkih, ki smo ji zbrali ob navedenem reguliranju odtoka v Karlovico, je v času od 2. do 15. februarja 1971 odteklo iz jezera skozi odprto Karlovico 16 milijonov  $m^3$  vode, skozi nezajezene ponore v Jamskem zalivu pa 28 milijonov  $m^3$ . Poprečni dnevni pretok skozi nezajezene ponore, kamor štejemo tudi del vode, ki priteka iz Zelških jam pri zaprti zapornici, je v tem času znašal  $23 m^3/s$ , skozi odprto Karlovico pa  $13,7 m^3/s$ . Na ta način smo spoznali, da odteče iz jezera pri gladini med 549 in 550 dve tretjini vode skozi nezajezene ponore in da je z zapornico pri Karloviici mogoče zadržati le eno tretjino celotnega odtoka. Ves zajezitveni sistem je tako razmeroma malo učinkovit, vključno uspešni zazidavi vhodov v Malo in Veliko Karlovico. Znatno del odtočne funkcije so prevzeli nezajezeni požiralniki v Jamskem zalivu. Po teh spoznanjih smo podrobneje preučevali požiralnost Jamskega zaliva in posameznih požiralnikov v njem. Večkrat smo merili pretoke neposredno pred požiralniki pri visoki vodi.

Ker je pri polnem jezeru težko ugotoviti, kje vse odteka voda v zakraseli rob od Ušive loke do Karlovic, pa tudi dalje proti Tržišču in Zelšam, nismo mogli z neposrednimi meritvami ugotoviti celotne požiralnosti vseh nezajezjenih požiralnikov. Z meritvami pretokov v Zelških jamah smo spoznali vsaj del odtoka skozi Karlovico mimo jezov in zapornice, ne pa celotnega, ker ne vemo, koliko vode iz Karlovice odteka v Kotličje in druge izvire Raka. Pomagali smo si z meritvami pretokov pod mostom pri Goričici, ter dobili novo pretočno krivuljo Stržena po zajezitvi Karlovic in Nart. Nihanje vodne gladine jezera smo primerjali s pretoki v Rakovem Škocjanu po metodi podzemeljskih pretočnic. Na ta način smo dobili realnejše podatke o dejanski požiralni sposobnosti Jamskega zaliva pri različni višini jezera.

#### BARVANJE NART PRI VISOKI VODI

Podzemeljske zveze med Cerkniškim jezerom in Rakovim Škocjanom so bile preučene predvsem pri nizkih in srednjih vodah še pred zajezitvijo Karlovic. Starejša barvanja niso posebno zanesljiva (A. Šerko 1946). Pri barvanju Velike Karlovice leta 1964 se je barva pojavila v Zelških jamah in v Kotličih v Rakovem Škocjanu (I. Gams 1965). Ko je bila barvana Mala Karlovica 12. 11. 1967, so bili obarvani Kotličji in bližnji izviri (I. Gams 1970, 177). V teh

izvirih se je pojavilo tudi barvilo, ko so barvali leta 1964 požiralnik Kamnje (I. Gams 1966). Po zaježitvi Karlovice so se hidrološke razmere v podzemlju nedvomno spremenile, zato smo z barvanjem želeli ugotoviti, v katere izvire ob Raku odteka visoka voda iz nezajezenih požiralnikov v Jamskem zalivu.

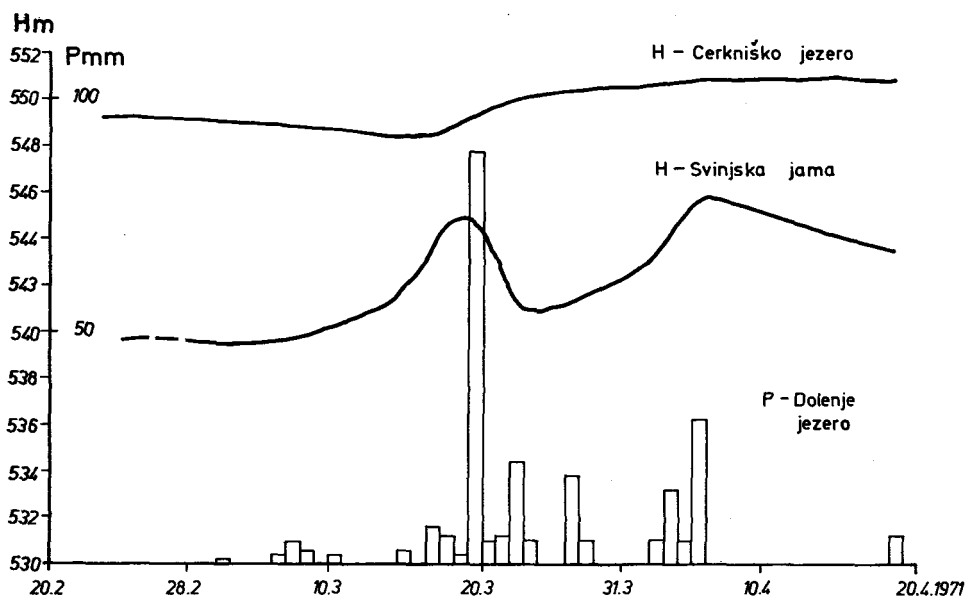
Po daljšem obdobju lepega vremena smo dne 19. 4. 1971 ob 12. uri obarvali z 10 kg Na fluoresceina zadnji požiralnik v Nartih s pretokom  $1 \text{ m}^3/\text{s}$  in gladino jezera na koti 550,56. Vsi drugi ponori so bili tedaj do vrha zaliti in zakriti z dračjem. Voda pri požiralniku Narte 5 je imela temperaturo  $12,7^\circ \text{C}$  in je odtekala v podzemlje s hitrostjo  $10 \text{ cm/s}$ , tako da je vsa barva, ki smo jo naenkrat vlili v požiralnik, štekla v 10 minutah.

V Rakovem Škocjanu smo tik pred barvanjem namerili naslednje pretoke in temperature:

Rak v Zelških jamah	$3,8 \text{ m}^3/\text{s}$	$11,6^\circ \text{C}$
Prunkovec	$0,05 \text{ m}^3/\text{s}$	$10,1^\circ \text{C}$
Izvir pri zajetju	$0,60 \text{ m}^3/\text{s}$	$11,4^\circ \text{C}$
Izvir pred hotelom	$0,04 \text{ m}^3/\text{s}$	$11,2^\circ \text{C}$
Izvir pod bungalovi	$0,7 \text{ m}^3/\text{s}$	$11,6^\circ \text{C}$
Izvir pod Milčevim gričem	$0,8 \text{ m}^3/\text{s}$	$11,6^\circ \text{C}$
Kotličiči	$12,2 \text{ m}^3/\text{s}$	$11,7^\circ \text{C}$
Rak je imel skupno	$18,2 \text{ m}^3/\text{s}$	$11,7^\circ \text{C}$ pri $H = 324$

Barvo smo po 11 urah in pol opazili najprej v 3880 m oddaljenih in 40 m nižje od ponora ležečih Kotličičih ter v bližnjem izviru Pod Milčevim gričem, le malo kasneje pa tudi v izviru Pod bungalovi. V manjših izvirih Pod hotelom in Pri zajetju se je barva pokazala 2 uri in pol kasneje, čeprav leže ti izviri bližje ponoru. Povprečna hitrost podzemeljskega toka je znašala  $9 \text{ cm/s}$ . Prunkovec in Rak v Zelških jamah nista bila obarvana. Vode, ki ponikajo v Jamskem zalivu torej ne odteka v izpraznjene kanale zajezene Karlovice. Dokazana zveza med Veliko Karlovice in Kotličiči je enostranska in možna le v primeru, da leže kanali Karlovice - Zelške jame više od kanalov, po katerih se pretaka voda iz Jamskega zaliva proti Kotličem. Vsa dosedanja opazovanja in meritve v Karlovcih in v Svinjski jami to tudi potrjujejo. V Svinjski jami je namreč nivo visoke vode 4 do 8 m nižji kot le na 200 m oddaljenem jezerskem površju. Občasna opazovanja nihanja vodne gladine jezera in toka v Svinjski jami je v času od 25. 2. do 25. 4. 1971 opravila gimnazijka Magda Cimerman iz Cerknice v okviru maturitetne naloge. Ugotovila je, da je gladina vode v Svinjski jami bolj nihala zaradi padavin kot pa zaradi spreminjanja višine jezera (sl. 56). Pojav še ni dovolj preučen in potrebno je daljše opazovanje ter natančnejša registracija sprememb.

Nedvomno se voda v rovih med Jamskim zalivom in Kotličiči pretaka nižje kot v sistemu V. Karlovice - Zelške jame. V prvem primeru segajo gladine visokih vode v podzemlju med 540 in 510 m, v drugem sistemu pa je gladina visoke vode med 550 in 520 m. Velika Karlovice je sicer z rovom povezana z



Sl. 56. Primerjava gladine vode v Svinjski jami in na Cerkniskem jezeru, od 28. 2. do 20. 4. 1971 (po M. Cimerman)

Fig. 56. Comparison of water level between the cave Svinjska jama and Cerknisko jezero from February 28 to April 20, 1971 (after M. Cimerman)

Malo Karlovico, vendar je prehod možen le v višini okrog 552 ali 553 m, zato se nižje vode med obema sistemoma ne prelivajo. Mala Karlovica pa je sicer povezana tudi s Kotliči. Pred zaježitvijo so se pretoki dopolnjevali, ker je Mala Karlovica požirala več vode, je bila požiralnost drugih ponikev v Jamskem zalivu manjša; po zaježitvi Male Karlovice pa se je nasprotno njihova požiralnost povečala.

Spoznanja o medsebojni povezanosti in različni višini podzemeljskih kanalov med Cerkniskim poljem in Rakovim Škocjanom so odločilnega pomena za razumevanje hidroloških posledic zaježitev Karlovic.

Po obarvanju vode v Rakovi dolini smo opazovali tudi izvire na Planinskem polju. Najprej se je obarvana voda pojavila v Škratovki in to po 18 urah, v Malnih po 20 in v Planinski jami po 24 urah.

Dne 20. aprila smo namerili naslednje pretoke in temperature:

Rak	18 m <sup>3</sup> /s	11,7° C
Škratovka	1,5 m <sup>3</sup> /s	11,4° C
Malni	7 m <sup>3</sup> /s	11,3° C
Planin. jama		
Rakov rokar	14 m <sup>3</sup> /s	10,8° C

Povprečna hitrost podzemeljskega toka pri srednje visoki vodi iz Raka v Škratovko je znašala 8 cm/s, v Malne 6 cm/s in v Planinsko jamo 5 cm/s. Temperature in količine kažejo, da je v Rakov rokav Planinske jame priteklo še okrog 4,5 m<sup>3</sup>/s hladnejše vode iz Javornikov, medtem ko je bil pritok te vode v Malne razmeroma majhen.

## NEKATERE FIZIKALNO KEMIČNE LASTNOSTI VODA

### TEMPERATURA JEZERSKE VODE

V letih 1969 do 1972 smo med poskusom hkrati z drugimi meritvami in opazovanji na Cerkniškem jezeru merili tudi temperaturo vode v jezeru na pritokih in odtokih. Čeprav so bile meritve le občasne, smo zbrali nekaj zanimivih podatkov o temperaturnih lastnostih Cerkniškega jezera in njegovem vplivu na sosednje kraške izvire.

V začetku junija 1970 so začele temperature jezera naraščati od 17<sup>o</sup> dne 3. 6. do 25,4<sup>o</sup> C dne 25. 6. Po dežju so kraški dotoki ohladili jezero, ki je imelo v začetku julija le okrog 20<sup>o</sup>, dne 6. 7. 21,4<sup>o</sup>. Počasi je temperatura vode naraščala in 13. 7. dosegla 28,3<sup>o</sup>. Ponoven dež je znižal temperaturo dne 17. 7. na 16,7<sup>o</sup>, nato pa se je spet voda ogrela, dne 30. 7. je imel Stržen 27,3<sup>o</sup>. Z usihanjem jezera so se zniževale tudi temperature Stržena od 25<sup>o</sup>, dne 6. 8., do 20<sup>o</sup>, dne 13. 8. To zniževanje je pogojeno z odtokom segrete jezerske vode, po strugi Stržena pa se hitreje pretaka hladnejša voda iz Obrha in izvirov Štebersčice.

Skladno z nihanjem temperature Stržena so se spreminjale tudi temperature vode v Kotličih in v Malnih. Razlike niso vedno enake zaradi različnega dotoka drugih kraških voda v te izvire (sl. 57). Voda v Kotličih je bila 2 do 8<sup>o</sup> hladnejša kot na jezeru sredi poletja 1970, v Malnih pa od 0,5 do 5<sup>o</sup> hladnejša kot v Raku, ali od 3 do 12,5<sup>o</sup> hladnejša kot v jezeru. Zanimivo je ohlajanje izvirov v Malnih od 17,4 v začetku julija do 9,7<sup>o</sup> v sredi avgusta po presahnitvi jezera, kar je pravo nasprotje s temperaturami zraka v poletju. Dnevi postajajo vsak dan bolj topli, voda pa vedno hladnejša. Takšne temperaturne lastnosti izvirov v Malnih so odvisne od vedno manjšega dotoka tople vode iz Cerkniškega jezera in naraščajočega vpliva hladne vode iz Javornikov.

Kako lahko tudi kratkotrajen dež vpliva na temperature v Malnih se je pokazalo v drugi polovici avgusta 1972. Dne 15. 8. je imelo jezero 27<sup>o</sup>, Rak 24<sup>o</sup> in Malni 19<sup>o</sup>. Jezero je bilo na koti 548,84 in zaradi precejšnjega odtoka tople vode so bile temperature Raka in Unice izredno visoke. Od 17. do 20. 8. je bilo več neviht in jezero je do 23. 8. naraslo od 314 do 328 na vodomeru Stržena pri mostu pred Goričico. Dne 23. 8. je imela jezerska voda 16,4<sup>o</sup>, Rak v Kotličih 16,0, Malni pa le 7,1<sup>o</sup>. Zaradi presenetljivo nizke temperature v Malnih smo izmerili tudi temperaturo vode v Planinski jami. V Pivškem rokavu je imela voda 12,2<sup>o</sup>, v Rakovem rokavu pa 14,6<sup>o</sup>, kar je dvakrat več kot v Malnih. Rakov rokav je nedvomno dobival vodo iz Cerkniškega jezera, medtem ko je Malne napajal hladnejši javorniški tok. Tega so tople vode Raka morale prečkati, ne da bi se močneje mešale s hladnejšo vodo. V začetku septembra smo ugotovili bistveno drugačne razmere v Malnih in v Rakovem rokavu. Dne 1. 9. je imelo jezero na koti 548,43 18,6<sup>o</sup>, Rak 18,0<sup>o</sup>, Malni 15,9<sup>o</sup>, Rakov rokav pa le 12,6<sup>o</sup>.



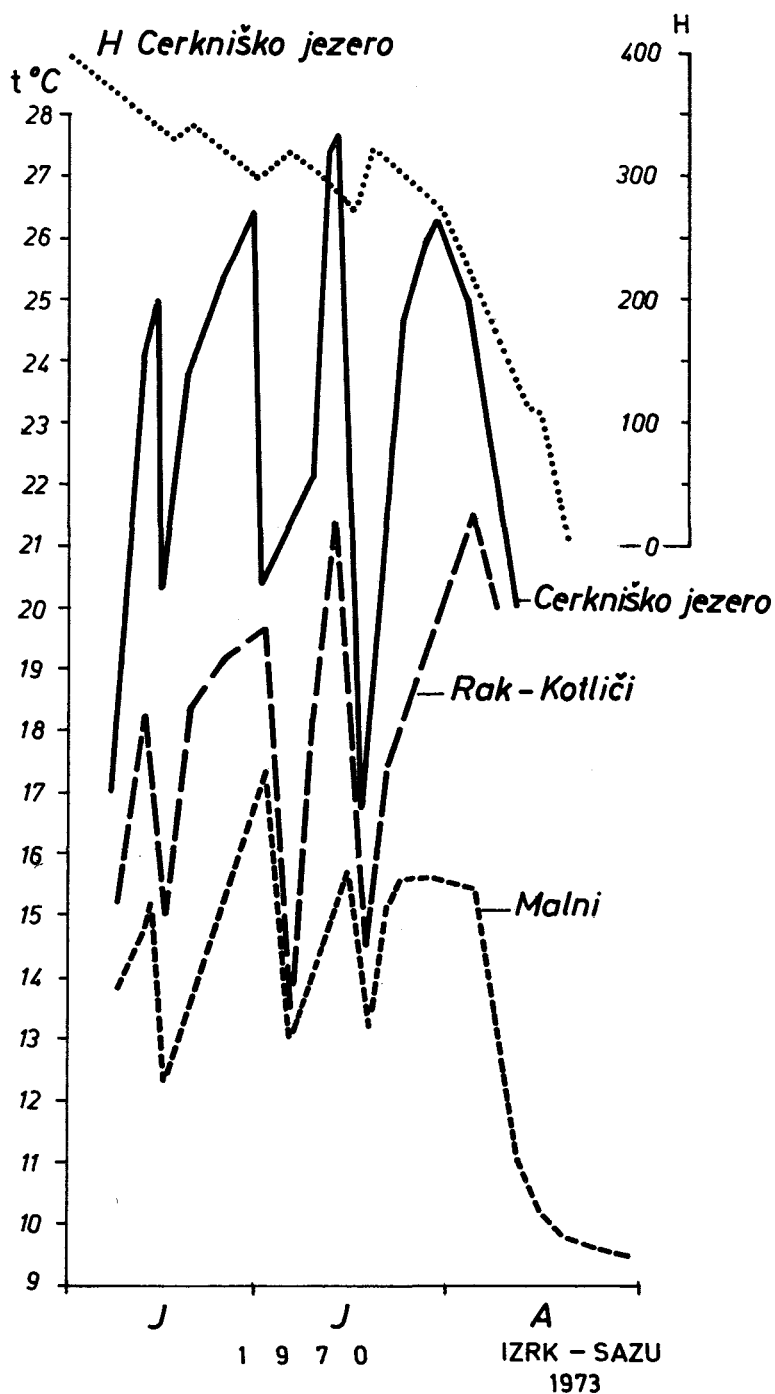
## Primerjava temperatur (v °C) Stržena, Raka in Unice v Malnih poleti 1970.

Datum	Stržen na Cerkn. j.	Razlika	Rak, Kotliči	Razlika	Unica, Malni
8. 6.	17,0	1,8	15,2	1,4	13,8
12. 6.	24,0	5,8	18,2	3,5	14,7
23. 6.	24,8	5,8	19,0	3,6	15,4
25. 6.	25,4	6,2	19,2	3,6	15,6
2. 7.	26,5	5,5	21,0	3,6	17,4
4. 7.	—	—	16,0	—	—
6. 7.	21,4	7,9	13,5	0,4	13,1
9. 7.	22,0	3,8	18,2	4,3	13,9
13. 7.	28,3	7,0	21,3	5,6	15,7
17. 7.	16,7	2,2	14,5	—	—
27. 7.	26,0	6,5	19,5	3,8	15,7
30. 7.	27,3	—	—	—	—
3. 8.	25,0	4,5	21,5	—	17,4
11. 8.	20,0	—	—	—	11,2

Dotok hladnih javorniških voda v Malne je tedaj oslabil, več te vode pa se je prelivalo v Rakov rokav in se mešalo s toplejšo vodo iz Cerknškega jezera. Kakšni so kanali in kako se prepletajo v zaledju Malnov in Rakovega rokava, da omogočajo takšno mešanje in križanje tokov, še ni znano.

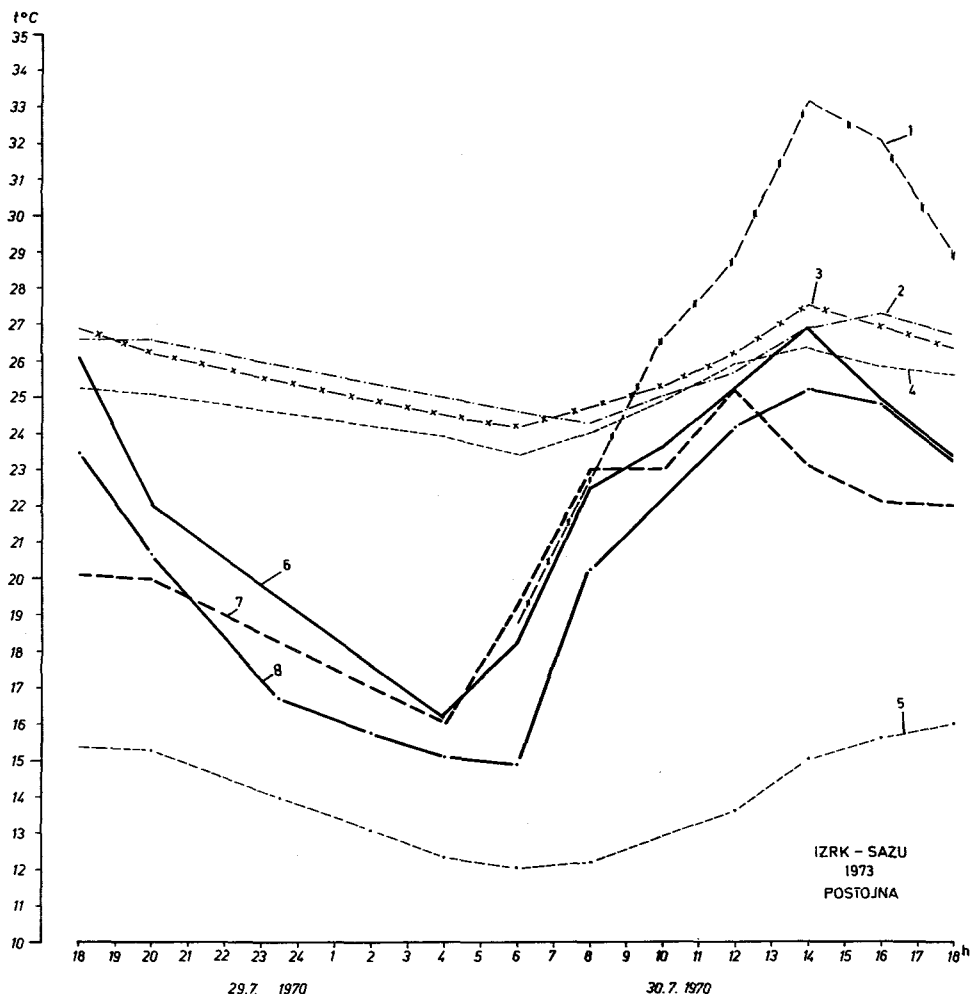
Temperaturne lastnosti Cerknškega jezera smo skušali spoznati s celodnevniimi meritvami v različnih predelih in globinah jezera. Temperaturo vode in zraka smo merili dne 29. in 30. 7. 1970 podnevi in ponoči na dve uri in sicer v Strženu pri Gorenjem Jezeru in pri Goričici, v Zadnjem kraju in na plitvini severno od Goričice. Rezultati so prikazani na sliki 58. Temperature Stržena pri Gorenjem jezeru so nihale med dnevom in nočjo za 4° med 16,2° in 12,1°, pri Goričici za 3° med 27,3° in 24,3°, podobno pa tudi v Zadnjem kraju med 26,3° in 23,4°. Precej večje so bile razlike v temperaturah zraka in sicer za 10°, od 15° do 25° pri Gorenjem Jezeru in Goričici od 16,2° do 26,7°. V Zadnjem kraju je bila zaradi popoldanske senčne lege dosežena najvišja temperatura ob 12. uri in sicer 25,2° in ne kot drugod na jezeru šele ob 14. uri. Še večje nihanje temperature smo ugotovili v plitvi vodi ob peščenem bregu pri Goričici, kjer se je voda segrela do 33°, medtem ko se je ponoči skoraj izenačila s temperaturo zraka.

Dne 30. 7. 1970 smo izmerili tudi temperaturo jezerske vode v različnih globinah. Ko so površinske vode imele povečini med 25° in 26°, na obrobju celo do 33°, smo v najglobljih kotanjah, 8 m pod površjem namerili od 16° do 19°. Razmeroma majhne razlike so v požiralniku Retje, kjer je imela voda pri dnu 21,0°. Zanimivo razporeditev različno hladne vode smo ugotovili pri Ponikvah ob Strženu, kjer se je v požiralnikih zadrževala voda s temperaturo 19°, od Male ponikve dalje po strugi je odtekala le toplejša voda s temperaturo nad 20°



Sl. 57. Temperatura Cerkniskega jezera, Raka v izviru Kotliči in Unice v izviri Malni, od junija do avgusta 1970

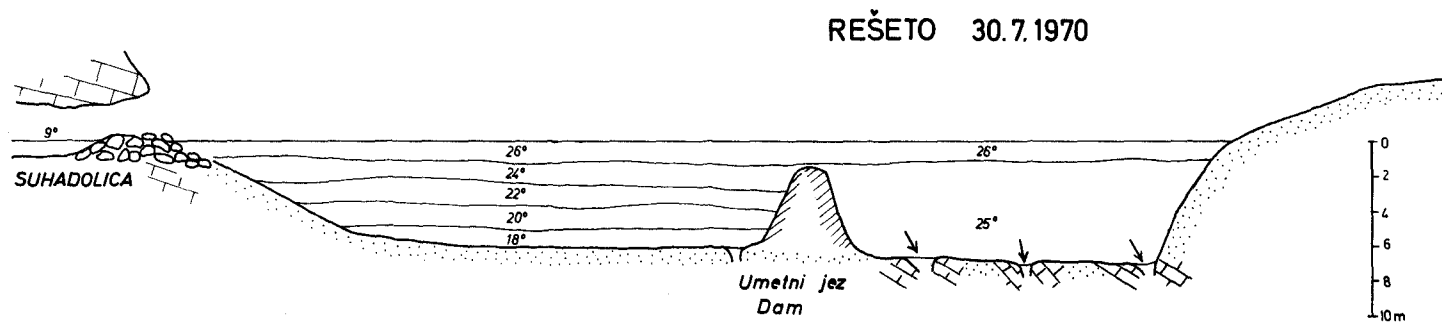
Fig. 57. The temperatures of Cerknisko jezero, of Rak river in Kotliči springs, of Unica river in Malni springs, from June to August 1970



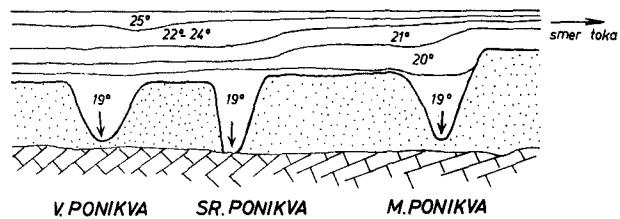
Sl. 58. Temperatura zraka in vode na Cerknjškem jezeru, 29./30. 7. 1970. Merjene temperature: 1 — plitva stoječa voda, 2 — Stržen pri Goričici, 3 — plitva voda pri Goričici, 4 — jezero v Zadnjem kraju, 5 — Stržen pri Gorenjem jezeru, 6 — temperatura zraka pri Goričici, 7 — v Zadnjem kraju, 8 — pri Gorenjem Jezeru

Fig. 58. Air and water temperatures of Cerknjško jezero, from July 29 to 30, 1970. Measured temperatures: 1 — shallow stagnant water, 2 — Stržen near Goričica, 3 — shallow water near Goričica, 4 — the lake in Zadnji kraj, 5 — Stržen near Gorenje jezero, 6 — air temperature near Goričica, 7 — in Zadnji kraj, 8 — near Gorenje Jezero village

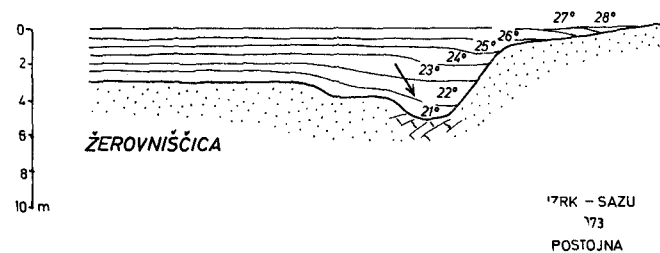
(sl. 59). Očitno se je Stržen od Gorenjega Jezera do Ponikev zaradi počasnega pretoka segrel najmanj za 3°. Ker pa so na območju Ponikev hladnejše vode otekale v podzemlje, je bila temperatura Stržena pri mostu ves dan nad 24°. Tako visoko temperaturo je imela tudi voda, ki je ponikala v Vodonosu. Na



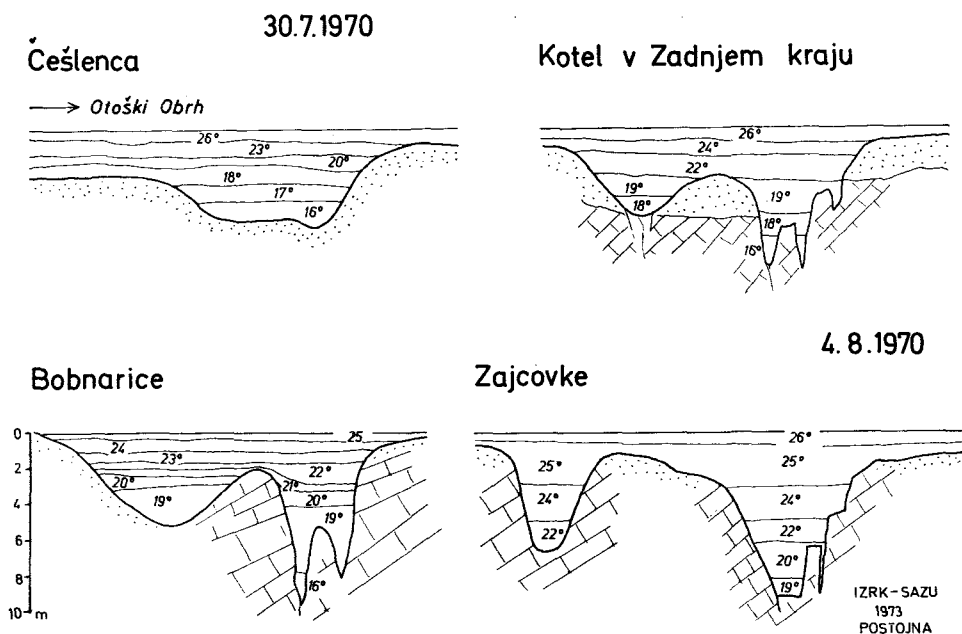
### Stržen pri Ponikvah



### Retje



Sl. 59. Temperaturni prerez jezerske vode pri požiralnikih Rešeto, Ponikve in Retje. 30. 7. 1970  
Fig. 59. Temperature cross section of lake water in Rešeto, Ponikve and Retje ponors, July 30, 1970



Sl. 60. Temperaturni prerez jezerske vode pri požiralnikih in estavelah v Zadnjem kraju, 30. 7. 1970 in 4. 8. 1970

Fig. 60. Temperature cross section of lake water in ponors and estavellas in Zadnji kraj, July 30, 1970 and August 4, 1970

odtekanje tople vode s površja jezera pri Rešetu vpliva ribiški jez. Čezenj se je v požiralnike prelivala tedaj voda s temperaturo nad  $25^{\circ}$ , medtem ko je hladna voda iz Suhadolice, kjer je stalna temperatura okrog  $9^{\circ}$ , zastajala v globeli pred ribiškim jezo pri Rešetu.

Drugod po jezeru, kjer ni večjih globeli so tudi v temperaturah le manjše razlike. Drugače pa je v Zadnjem kraju, kjer se v kotanjah zadržuje tudi do  $10^{\circ}$  hladnejša voda kot na površju (sl. 60). S pogostejšimi meritvami bi se dalo ugotoviti, kdaj voda v estavelah Zadnjega kraja izvira in kdaj ponika. Sistematičnejše meritve temperature na jezeru bi bile koristne tudi v hladni polovici leta, zlasti v času ko jezero zmrzuje. Pogosto so le območja estavel in izvirov ob Drvošču in v Zadnjem kraju brez ledu ali pa vsaj najpozneje zamrznejo. Sistematično pa tega pojava še nismo merili in opazovali.

Temperaturne značilnosti Cerkniškega jezera smo merili tudi 20. 5. 1971. Po daljšem obdobju lepega in toplega vremena, so bili pritoki šibki, jezero pa je segalo do kote 549,60. Pri tej višini poplavlja voda še del poti pri mostu in v Vratih. Zalito je površje med Rešetom in zapornico ter ves Jamski zaliv. Najbolj razsežno je jezero v zgornjem delu med Drvoščem ali Otočcem, kot domačini imenujejo ta polotok, ter Grahovim in Martinjakom. Vse ponikve v dnu polja so zalite, prav tako tudi v Zadnjem kraju. Zaliti pa so tudi vsi kraški izviri ob vznožju Javornikov. Pritokov od Laškega obrha do Ušive loke nismo

mogli meriti, ker se majhne količine izvirov mešajo z jezersko vodo. Tudi po temperaturah ni bilo mogoče določiti izvirne vode.

Zaradi razburkane vode, ta dan je pihal močan veter, nismo mogli meriti temperatur na dnu ponikev in večjih jam, ker je veter odganjal čoln. Vertikalni profil je na vsakem merilnem mestu podan le z dvema skrajnima vrednostima, vmesnih meritev nismo mogli opraviti.

Temperature so prikazane v tabeli s trdotami. Rezultati kažejo nekaj zanimivosti, ki so posledica različnega segrevanja in pretakanja vode v jezeru pa tudi v kraškem obrobju na pritočni in na odtočni strani.

Temperatura voda v jezeru je odvisna od različnih dotokov s površja in iz kraškega podzemlja ter od segrevanja ali ohlajevanja zraka in od gibanja vode v jezeru. Poleti so nižje temperature na SW strani, višje pa NE. V vzdolžnem prerezu se temperature stopnjujejo v smeri toka vode od SE proti NW, kar je posledica izdatnega segrevanja na jezerskem površju. Položaj talnih ponikev omogoča odtok hladnejše vode iz južnega dela jezera, tako da ima spodnji severni in zahodni del jezera nekaj višje temperature in to precej enake od površja do dna. Višje temperature na jezeru so razporejene po plitvem obrežju predvsem na severni strani. Ob vznožju Javornikov pa so tudi v globinah in na površju temperature najnižje. Zaradi vetra je vertikalna razporeditev različno tople vode nekoliko zabrisana, pa tudi meritve niso bile tako sistematične v vertikalnem profilu zaradi zanašanja čolna. Meritve leta 1970 so bile v tem pogledu veliko ugodnejše.

Kraški izviri od Laz do Žerovnice so imeli temperaturo vode med 7,5 in 9,8° C. Najtoplejša sta Žerovniščica in Obrh. Razmeroma nizko temperaturo ima Lipsenjščica. V primerjavi s temperaturo Obrha 16,5° C pri Danah na Loškem polju so izviri Cemuna 9,2° C in drugi pritoki Stržena na Cerknškem polju precej hladni. Takšna razlika v temperaturi kaže na razmeroma počasen pretok, ali na znaten dotok hladne vode iz neznanega podzemlja, lahko pa so vode iz Loškega polja usmerjene kam drugam mimo Cerknškega polja, kot nakazujejo nekatere dosedanje raziskave. S tem se skladajo tudi kemične analize in pretoki. Magnezija je v izvirih Obrha na Cerknškem polju precej manj kot v ponikalnici pri Danah. Razlika v magnezijevi trdoti pa sama po sebi še ni dokaz, ta trdota se namreč precej zniža tudi pri podzemeljskem pretoku med Cerknškim jezerom in Rakovim Škocjanom, kjer pa ne moremo pričakovati večjega dotoka kraške vode z nizko magnezijevo trdoto. To vprašanje bo treba še podrobneje preučiti in potrditi z večkratnimi meritvami.

Potoki izpod Slivnice in Cerknšičica so imeli temperaturo med 12 in 18° C. Razlike gredo predvsem na račun različne oddaljenosti od kraškega izvira in tako so površinske vode različno segrete predno dosežejo jezero. Izmenjavo in pretakanje vode v jezeru bi bilo treba posebej opazovati. Zanimivo bi bilo ugotoviti, kako dolgo se zadržuje voda ali koliko časa traja pretok skozi jezero ob različnih vodostajih, pri različnih dotokih in ob upadanju ali naraščanju. Vse te pojave bo treba še spremljati.

Ker ne vemo, koliko požirajo talne ponikve v dnu jezera pri visoki vodi, tudi ni mogoče ugotoviti koliko hladne vode odteče v ponikvah Stržena. Požiralniki Retje, Vodonos in Rešeto pa odvajajo že toplejše vode iz jezera. Posebno pri Rešetu, kjer jez zadržuje hladne vode, odtekajo tople površinske vode.

Ta odtok je po dosedanjih ugotovitvah usmerjen neposredno proti Bistri in Ljubljani. Zato bi bilo treba tam stalno meriti temperaturo vode. Že pred zaježitvijo so bile ugotovljene razmeroma visoke temperature Bistre, v poletnem času do 13° C. Sistematičnih meritev temperature v Bistri pa še nimamo.

Oglejmo si temperaturne razmere na drugi odtočni strani Cerkniškega jezera. V smeri proti Rakovem Škocjanu odtekajo vode v glavnem po dveh jamskih sistemih. Skozi zajezeno Veliko Karlovico odteka še nekaj vode, ki pronica v jamo skozi zakraseli breg med Dolenjo vasjo in Jamskim zalivom. Te vode izvirajo v Zelških jamah. Drugi podzemeljski tok, ki je po količini ob zaprti zapornici in zajezeni Karloviici najmočnejši, pa zbira vode iz Nart, Kamenj in Svinjske jame ter napaja izvire v Rakovem Škocjanu od Prunkovca do Kotličev. Voda v Zelških jamah je imela 20. 5. 1971. 18,2° C, Prunkovec pa komaj 8,5° C in zelo majhen pretok. Vse kaže, da Prunkovec zbira ob tem vodostaju le vodo iz ožjega kraškega zaledja ali pa je pronicanje Cerkniščice zelo omejeno in se voda ohladi do skalne temperature, na takšno razmerje opozarja magnezijeva trdota, ki je podobna kot v Zelških jamah. Nasprotno velja za druge izvire v smeri proti Kotličem, kjer temperature naraščajo od 17,3° do 19,4° C. Tako topla voda prihaja neposredno iz Cerkniškega jezera. Podzemeljski pretok je razmeroma hiter, v daljšem obdobju lepega in toplega vremena segreje jezerska voda tudi jamsko okolje v taki meri, da temperatura vode v približno 12 urah, kolikor traja pretok skozi podzemlje, pade na razdalji 3 km komaj za 2° C. Gradient je tu v primeri s pretokom skozi podzemlje med Loškim in Cerkniškim poljem izredno majhen. Vpliv tople vode seže prav do Planinskega polja. Izviri v Malnih so imeli ob meritvah maja 1971 19,5° C, sorazmerno visoka je bila tudi temperatura vode v Rakovem rokavu Planinske jame 14,8° C, medtem ko je imel Pivški rokav komaj 11,5° C. Omeniti moramo, da je bila sicer voda v Pivškem rokavu Planinske jame poleti veliko toplejša kot v Rakovem rokavu. Razmeroma nizka je bila temperatura vode v izvirih Škratovke, komaj 9,9° C, kar kaže, da v tem času Škratovka ni dobivala več vode iz Raka. To pojasnjujejo tudi razlike v trdoti vode.

#### TRDOTE VODA

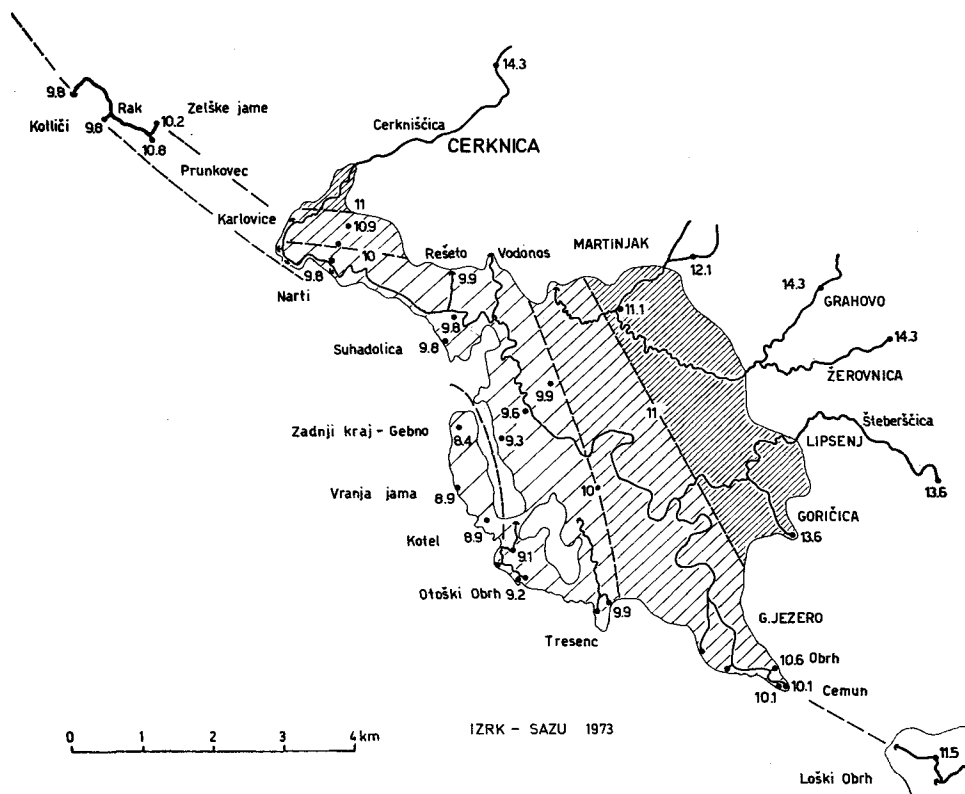
V splošnem je razporeditev trdote enaka razporeditvi temperature, najtrše vode so tam, kjer so najtoplejše in obratno. Absolutne vrednosti se razlikujejo komaj za 2° nT. Največjo trdoto nad 11° nT je imela plitva jezerska voda na vzhodni strani jezera med Martinjakom in vasjo Goričica, najnižjo pa voda v Bobnaricah v Zadnjem kraju 7,9° nT. Podobna razporeditev kot za celokupno trdoto velja tudi za karbonatno, saj nekarbonatna trdota znaša le od 0,3 do 0,7° nT. Sicer pa velja, da so na severni strani jezera trše vode v globini, na južni strani pa so zabeležene višje trdote na površju. Razlike so majhne, vendar zanimive med 0,2 in 0,5°. To si skušamo razložiti z značajem jezerskega dna in s kemičnimi procesi v stoječi jezerski vodi. Višje trdote pri jezerskem dnu so tam, kjer prevladuje dolomitna naplavina, poleg tega pa so trdote povečane z dotokom trše vode iz dolomitnih predelov. Višje celokupne trdote so namreč razporejene podobno kot največje magnezijeve trdote. Nanje vplivajo torej dotoki iz dolomitnega zaledja, ki so po količini sicer nekaj manjši, imajo pa zato toliko višje trdote. Celokupne trdote teh dotokov se gibljejo med 12,1 pri

Martinjaku in  $14,3^{\circ}$  nT pri Cerknšičici in Grahovem. Magnezijeve trdote se gibljejo od  $5,5$  do  $7,0$  in predstavljajo približno polovico celokupne trdote.

Za boljšo predstavo o razporeditvi trdote vode lahko podčrtamo, da ima severovzhodna polovica jezera trdoto nad  $10^{\circ}$  nT, jugozahodna pa pod  $9^{\circ}$ , srednji pas vzdolž jezera vsebuje vodo s trdoto med  $9$  in  $10^{\circ}$  nT. Če pa primerjamo te tri pasove po magnezijevi trdoti imajo vode v prvem pasu magnezijevo trdoto nad  $2^{\circ}$ , srednji pas  $1$  do  $2^{\circ}$ , JZ pas ob vznožju Javornikov pa okrog  $1^{\circ}$  nT (sl. 61).

Na pritočni strani jezera so trdote vode precej različne predvsem zaradi različnih pritokov. V spodnjem delu na odtočni strani jezera pa so trdote tako v prečnem profilu kot v navpičnem precej izenačene. Opazen pa je vseeno vpliv trše Cerknšičice ( $14,3$  nT), ki se meša z mehkejšo jezersko vodo ( $9,8^{\circ}$  nT) pred ponori v Jamskem zalivu.

Pri trdoti kraških dotokov so znatne razlike glede na območje, od koder te vode pritekajo. Vode izpod Javornikov, kjer prevladujejo apnenci, so meh-



Sl. 61. Celokupne trdote vode Cerknškega jezera, njegovih pritokov in odtokov (v stopinjah nemške trdote, 20. 5. 1971)

Fig. 61. Total water hardness of Cerknško jezero, its tributaries and runoffs (in german hardness degrees), May 20, 1971



kejšje in z majhno Mg trdoto. Nasprotno pa so vode iz dolomitnega zaledja precej trše in z višjo magnezijevo trdoto 14,3 in 7,0. Vmes se trdote postopoma spreminjajo tako, da je opaziti postopen prehod. Zanimivo je, da so trdote površinskih dotokov kot sta Cerkniščica in deloma Grahovščica enake kot v Žerovniščici, ki izvira iz apnenca, ima pa svoje zaledje predvsem na dolomitu.

Zanimiva je tudi enaka trdota vode v izvirih Štebersčice in Goričkega potoka, kar bi bilo lahko odraz skupnega ali vsaj enakega zaledja. Razlike v trdoti vode ob izvirih Stržena in ob požiralniku Obrha v Loški dolini pa kažejo na izdatnejši dotok predvsem iz apniškega zaledja, ali pa na izločanje magnezijevega karbonata pri počasnem pretoku obenem z ohlajanjem vode. Te razlike je treba še preučiti.

Povsem v skladu z znanimi podzemeljskimi zvezami in s temperaturnimi značilnostmi pa so trdote vode na odtočni strani v smeri proti Rakovem Škocjanu. Nekaj višjo celokupno in še bolj izrazito višjo magnezijevo trdoto ima Rak v Zelških jamah. Po trdoti se podobno kot po temperaturah razlikuje izvir Prunkovec. Drugi izviri bliže Kotličem in Kotliču pa imajo skoraj enake trdote kot jezerska voda v Jamskem zalivu. Posebnost so le izredno nizke magnezijeve trdote, ki znašajo v teh vodah komaj 0,5°, jezerska voda pa ima precej višje magnezijeve trdote med 2,2 in 2,4° nT. Zanimivo pa je, da se pri pretoku med jezerom in Škocjanom znižajo tudi celokupne trdote, toda le za 0,1° nT. Tudi te vrednosti bo treba še preveriti, podobno kot na pritočni strani.

Z občasnimi meritvami temperature in trdote voda smo spoznali nekatere značilnosti segrevanja in ohlajanja ter cirkulacijo vode v jezeru, v njegovih pritokih in odtokih. S pomočjo temperatur in trdote se da v določeni meri zasledovati podzemeljske zveze, hkrati pa nas razlike opozarjajo na drugotne vplive, mešanje različnih voda, dotoke iz neznanega zaledja in podobne pojave, s katerimi je treba računati pri hidroloških raziskavah krasa. Čeprav ni na voljo podatkov o temperaturnih lastnostih jezera pred zaježitvijo ponorov, smo spoznali nekatere posledice zaježevanja. Zastajanje vode na jezeru in počasnejše pretakanje od izvirov do ponorov vpliva na večje prilagajanje temperature kraške vode površinskim zračnim temperaturam. Poleti se zato voda bolj segreje, pozimi pa bolj ohladi. Posledice večjega segrevanja in ohlajanja vode na jezeru še niso dovolj preučene, nedvomno pa vplivajo na rastlinski in živalski svet. Vpliv toplejše in hladnejše vode se prenaša tudi v kraško podzemlje na odtočni strani in je posebno izrazit v smeri proti Rakovem Škocjanu in Planinskemu polju. Zaradi zaježenih ponorov odteka v poletju več tople vode v Unico in Malne, ki so zajeti za postojnski vodovod. Zaježeno jezero tedaj bistveno vpliva na kvaliteto vode v Malnih.

Po zaježitvi se jezero pozimi bolj ohladi in hitreje zamrzne, to se je pokazalo zlasti v zimi 1972/73, ko je ledena površina privabila mnogo drsalcev in drugih turistov. Očitno je toplo jezero poleti in zamrznjeno pozimi turistično bolj privlačno kot sicer, vprašanje pa je, kakšne so lahko posledice večjih temperaturnih sprememb v jezerskem in podzemeljskem okolju. Te nejasnosti zahtevajo nadaljnje sistematično preučevanje fizikalnih in kemičnih lastnosti (temperature, kalnosti, trdote vode, poraba kisika itd.) zaježenega in trajnejšega jezera. Še posebej pa je treba opozoriti na škodljiv vpliv odplak iz naselij in tovarn na Cerkniškem in Loškem polju.

## Temperature in trdote vode dne 19. in 20. aprila 1971

Vzorec	Trdote v °nT					
	t° C	Karb.	Celok.	CaO	MgO	Nekarb.
Narte - Cerkn. j.	12,7	9,2	9,3	7,4	1,9	0,1
Kotličiči	12,1	9,2	9,3	7,4	1,9	0,1
Milčev grič	12,1	9,2	9,3	7,4	1,9	0,1
Pod bungalovi	11,4	9,1	9,2	7,3	1,9	0,1
Pod hotelom	11,3	9,1	9,2	7,3	1,9	0,1
Pri zajetju	11,3	9,1	9,2	7,3	1,9	0,1
Prunkovec	10,3	9,6	9,7	7,3	2,4	0,1
Južni rov Zelških jam		9,8	9,9	7,1	2,8	0,1
Zelške jame	11,6	9,8	9,9	7,1	2,8	0,1
Škratovka	11,4	9,2	9,5	7,4	2,1	0,2
Rakov rokav						
Planinske jame	10,8	8,7	9,0	7,2	1,8	0,3
Malni	11,3	8,7	9,0	7,2	1,8	0,3

## Temperature in trdote vode dne 20. maja 1971

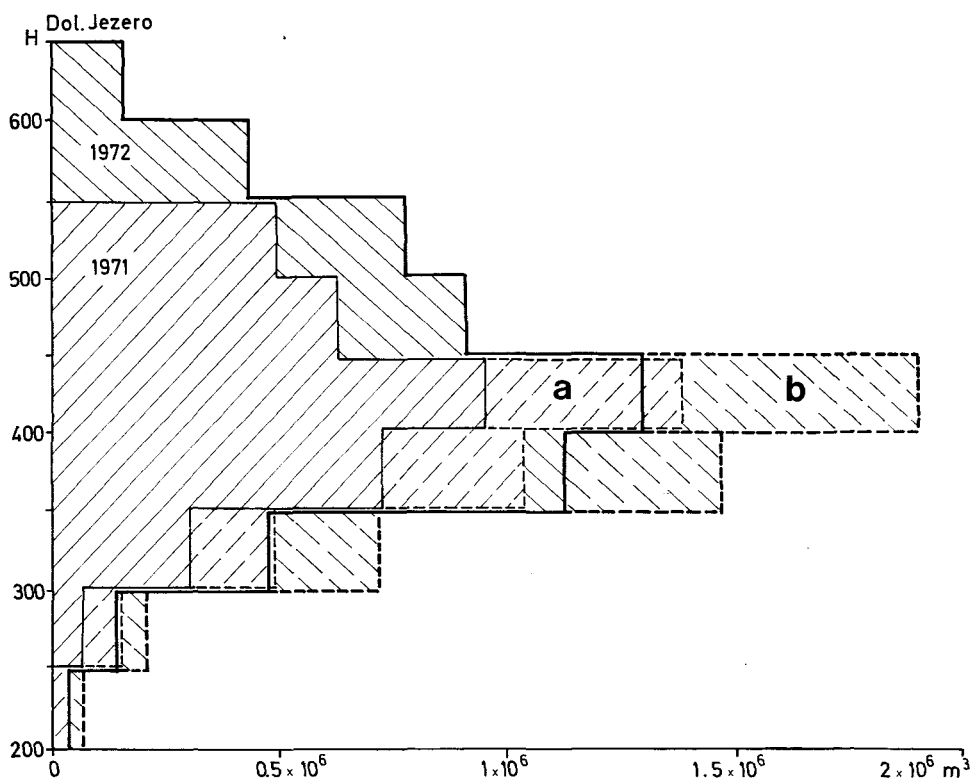
Vzorec	Trdote v °nT					
	t° C	Karb.	Celok.	CaO	MgO	Nekarb.
Obrh - Dane	16,5	10,9	11,5	7,9	3,6	0,6
Obrh - Gorenje jezero	9,8	10,1	10,6	7,8	2,8	0,5
Cemun pod steno	9,2	9,9	10,2	7,8	2,4	0,3
Izvir Obrha, luknja	9,1	9,8	10,1	7,7	2,4	0,3
Laški Obrh	7,5	9,2	9,7	8,5	1,2	0,5
Jezero pri Tresencu	20,5	9,5	9,9	8,2	1,7	0,4
Jezero - Otoški Obrh, površje	21,0	8,7	9,1	8,2	0,9	0,4
Pri Otoškem Obrhu, — 2 m	17,0	8,7	9,1	8,2	0,9	0,4
Jezero pri Voglu, površje	20,5	8,5	8,9	8,2	0,7	0,4
Jezero pri Voglu, — 1,4 m	20,5	8,7	9,1	8,3	0,8	0,4
Češlenca	21,0	8,5	8,9	7,9	1,0	0,4
Češlenca, — 4 m	16,0	9,0	9,4	8,4	1,0	0,4
Kotel, površje	21,0	8,2	8,6	7,8	0,8	0,4
Kotel, — 3,5 m	17,0	8,2	8,6	7,8	0,8	0,4
Vranja jama	8,5	8,4	9,0	7,5	1,5	0,6
Bobnarica, površje	21,0	7,8	8,4	7,4	1,0	0,6
Bobnarica- — 4 m	19,0	7,4	7,9	6,9	1,0	0,5
Zajcovke, površje	21,0	7,8	8,4	7,4	1,0	0,6
Otočec, vzh. površje	23,0	8,8	9,3	7,7	1,6	0,5
Stržen, M. ponikva, površje	21,0	9,2	9,6	7,8	1,8	0,4

Vzorec	Trdote v g/nT					
	t <sub>0</sub> C	Karb.	Celok.	CaO	MgO	Nekarb.
Stržen, M. ponikva, — 3,5 m	19,0	9,5	9,9	8,0	1,9	0,4
Jezero sr., povr.	21,5	9,5	9,9	8,0	1,9	0,4
Jezero pred Retjem, površje	21,5	10,2	10,8	7,9	2,9	0,6
Jezero pred Retjem, — 2 m	20,0	10,6	11,1	8,2	2,9	0,5
Vodonos, površje	22,0	9,6	9,9	7,6	2,3	0,3
Vodonos, — 2 m	22,0	9,8	10,1	7,8	2,3	0,3
Rešeto, površje	21,5	9,4	9,8	7,6	2,2	0,4
Rešeto, — 4 m	19,0	9,4	9,8	7,6	2,2	0,4
Suhadolica, površje	22,0	9,4	9,8	7,6	2,2	0,4
Suhadolica, — 2 m	16,0	9,4	9,8	7,6	2,2	0,4
Narte, površje	21,5	9,4	9,8	7,6	2,2	0,4
Narte, — 2 m	21,0	9,4	9,8	7,6	2,2	0,4
Jamski zaliv sr., površje	23,0	9,5	10,0	7,6	2,4	0,5
Jam. zaliv sr., — 1,2 m	22,0	9,5	10,0	7,6	2,4	0,5
Pijavce, površje	25,0	10,4	10,9	7,5	3,4	0,5
Gorički potok	9,1	13,2	13,6	11,1	3,5	0,4
Lipsenjščica	8,8	13,2	13,6	8,0	5,6	0,4
Žerovniščica	9,8	13,6	14,3	8,3	6,0	0,7
Grahovščica	18,0	13,6	14,3	7,8	6,5	0,7
Cerkniščica	18,2	13,6	14,3	7,3	7,0	0,7
Martinj. potok	16,2	11,7	12,1	6,6	5,5	0,4
Zelške jame, Rak	18,2	9,8	10,2	7,4	2,8	0,4
Prunkovec	8,5	10,4	10,8	8,4	2,4	0,4
Izvir, zajetje	17,3	9,4	9,8	7,8	2,0	0,4
Rak, Kotliči	19,4	9,4	9,8	7,8	2,0	0,4
Rak, pod mostom	19,3	9,4	9,8	7,6	2,2	0,4
Malni, spod. izvir	16,5	9,4	9,8	7,8	2,0	0,4
Malni, zgor. izvir	16,5	9,4	9,8	7,8	2,0	0,4
Rakov rokav	14,8	9,2	9,6	7,9	1,7	0,4
Pivški rokav	11,5	9,5	9,9	8,9	1,0	0,4
Škratovka	9,9	17,4	19,2	11,3	7,9	1,8

#### HIDROLOŠKI UČINEK POSKUSNE ZAJEZITVE PONOROV

Poskusili smo oceniti vodno količino, ki jo zadržujejo jezovi pred glavnimi ponori na Cerkniškem jezeru in koliko to vpliva na njegovo podaljšanje.

Učinek zaježitve najlaže ponazorimo z zajezeno vodno maso v teku leta. Izračunamo jo iz trajanja jezera pri določeni višini in razlik v požiralnosti pred zaježitvijo in po njej. Celotno zajezeno vodno maso primerjamo po določenih višinah jezera. Na sliki 62 je prikazana zajezena voda za leto 1970 in 1971 v



Sl. 62. Izračunane količine vode (v  $\text{m}^3$ ), ki so bile zadržane v Cerknškem jezeru z zaježitvijo robnih ponorov pri različnih vodostajih leta 1971 in 1972. Črtkasto je zarisan predvideni dodatni učinek (a — za leto 1971, b — za leto 1972), ki bi ga dosegli z zaježitvijo drugih ponorov v Jamskem zalivu Cerknškega polja

Fig. 62. Calculated water quantities (in  $\text{m}^3$ ) which were retained in Cerknško jezero by damming up the marginal ponors at different water levels in the years 1971 and 1972. Hatched is pointed the supposed additional effect (a — for the year 1971, b — for the year 1972) which could be attained by damming up the other ponors in Jamski zaliv of Cerknško polje

medsebojnem razmerju po višinah. Največji del zajezene vode je v območju najuspešnejše zaježitve, vendar to ni hkrati v območju najpogostejših vodostajev. Vpliv vodostajev se lepo pokaže v razlikah med letoma 1970 in 1971.

Razmeroma uspešna zaježitev pri srednjih vodostajih med 549 in 550 izgubi svojo veljavnost pri pospešenem praznjenju med 549 in 547 m. Ta učinek smo skušali ugotoviti s primerjavo trajanja vodostajev jezera pred zaježitvijo za leto 1949 in 1950 z vodostaji, kakršni naj bi bili doseženi z zaježitvijo ponorov. Na enak način smo za primerjavo prikazali razmerje dnevnih vodostajev v letih 1971 in 1972, kakršno je bilo po zaježitvi. Po metodi F. Jenka smo izračunali naravne vodostaje, kakršni bi bili v teh letih, če ne bi bili zaježeni ponori, le

da smo dotok računali iz krivulje požiralnosti in akumulacije, ne pa po J e n k o v e m sistemu (P. H a b i č, 1974, 52).

Za primerjavo sta bili zlasti primerni suhi leti 1949 in 1971. Za leto 1949 je bilo predvideno v projektu predvsem izdatno podaljšanje nizkih voda in sicer za 3 mesece v višini 547 m. Leta 1971 so bile dosežene razmere ravno obratne, sorazmerno večje je podaljšanje jezera pri srednjih višinah. Na koti 549 se je jezero podaljšalo za dva in pol meseca, na koti 547 pa se je učinek naglo zmanjšal in je jezero trajalo le 25 dni dalj kot bi sicer.

V letu 1972 se je sorazmerno najbolj podaljšalo jezero na koti 549 in sicer za 4 mesece, na koti 550 je podobno kot na koti 548 trajalo le tri mesece dalj, medtem ko so se nizke vode na koti 547 zadrževale le dva meseca dalj, kot bi se v nezajezenih razmerah. Te ugotovitve se povsem skladajo z že ugotovljeno najbolj učinkovito zaježitvijo ponorov v višini okrog 549 m.

Pri računanju celotnega učinka zaježitve upoštevamo, da je višina jezera odvisna od akumulirane vode, ta pa od razlike med dotokom in odtokom. Prav na tej osnovi je F. J e n k o zasnoval ukrepe za stalnejše jezero. Triletni poskus je pokazal, da je načrt v principu pravilen. Učinek pa je manjši, ker projektant ni razpolagal z natančnimi podatki o dotokih in odtokih in ker je iz Jamskega zaliva odtekalo več vode, kot je bilo predvideno. Poskus je omogočil ugotavljanje požiralnosti ponikev in s tem točnejšo cenitev dotoka, obenem pa so se pokazale nadaljnje možnosti uravnavanja režima jezera.

Z zaježitvijo Karlovic in pozneje tudi Nart se je zmanjšala skupna požiralnost robnih požiralnikov, s tem pa se je pospešilo polnjenje, povečala akumulacija in dvignila gladina vode, doseženo je bilo počasnejše praznjenje jezera. Najbolj so zajezeni kanali, ki odvajajo največ vode pri srednje visokem jezeru. Ker pa trajajo visoke vode le krajši čas, je celokupni hidrološki učinek odvisen od pridužitve požiralnosti in od višine jezera, nanjo pa vpliva predvsem letna množina in razporeditev padavin. V sušnih letih je učinek manjši kot v mokrih. Po stalnejšem dotoku v namočenih letih se gladina jezera uravnava po razmerju med dotokom in odtokom. V sušnem letu je jezero odvisno le od praznjenja enkratne akumulacije. Čim višja je, tem dalj se jezero prazni. V tem primeru pa je zelo pomembno, kako in kje so zajezeni ponori. Čimbolj bodo zajezeni najnižje ležeči ponori, tem dalj se bo jezero praznilo in obratno, čim manjša bo zaježitev odtoka nizkih voda, tem manjši bo končni učinek zaježitve, jezero se bo hitreje izpraznilo.

Za nadaljnje izboljšanje učinka drage zaježitve glavnih ponorov, izgradnje umetnega rova in zapornice, bi bilo treba še bolj zaježiti odtok iz Jamskega zaliva in to predvsem pri nižjih gladinah jezera. Leta 1970 je bil izdelan projekt tesnenja posameznih požiralnikov, ki so razporejeni v Jamskem zalivu od Nart do Male Karlovice v dolžini nad 1 km. Popolna zatesnitev teh požiralnikov je zaradi visokih stroškov neizvedljiva pa tudi sicer problematična. Kritično bi se zmanjšala že tako omejena možnost odtoka visokih voda, ki po močnejših nalivih hitro napolnijo jezero do kritične višine. To je potrdila tudi visoka voda spomladi 1972, ko je bil zaradi zajezenih Nart in Male Karlovice precej manjši maksimalni odtok vkljub odprti zapornici in predvideni večji požiralnosti umetnega rova v Veliko Karlovice. Tedaj se je jasno pokazalo, da je treba spremeniti koncept nadaljnje zaježevanja odtoka iz jezera.

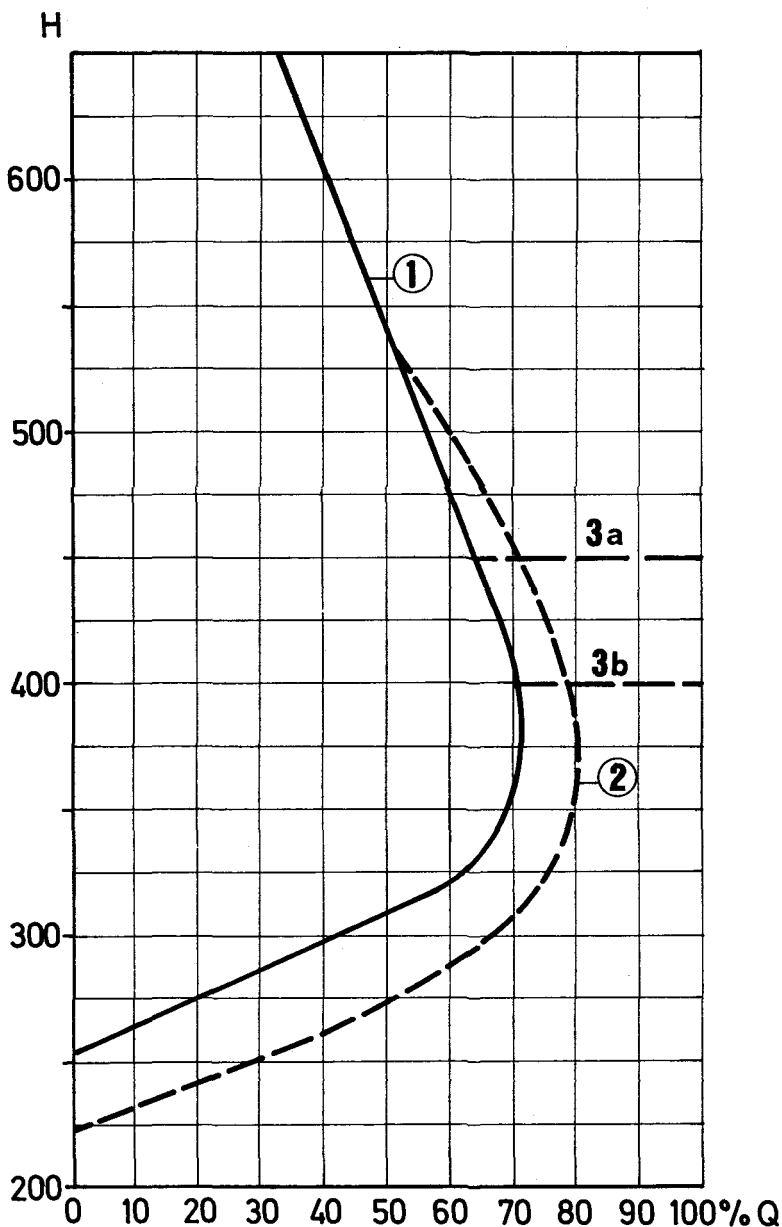
Najugodnejšo zaježitev robnih požiralnikov bi dosegli z nizkim nasipom pred Jamskim zalivom, ki bi v celoti prekinil odtok iz jezera v smeri proti Rakovem Škocjanu, neokrnjen pa bi ostal odtok visokih voda; hkrati bi normalno ponikala Cerkniščica, ki večkrat hitreje naraste kot jezero. Z razmeroma poceni doseženo 100% zaježitvijo jezera v smeri proti Rakovem Škocjanu, kamor poleti odtekajo najbolj segrete plasti jezera, bi bilo presihanje odvisno le od ponikanja vode v dnu jezera. Po sedanjih meritvah računamo, da znaša maksimalna požiralnost teh ponikev okrog  $6 \text{ m}^3/\text{s}$ . Pri manjšem dotoku bi se jezero praznilo in sicer počasneje kot sedaj, pri večjem pa bi se voda prelivala v Jamski zaliv. Preliv in izpust vode bi bilo treba tako urediti, da bi lahko merili pretoke in po želji tudi hitreje izpraznili jezero, s čimer bi bistveno izpopolnili sedanje podatke o požiralnosti Jamskega zaliva kot tudi o celotnem dotoku v jezero. Primerno urejen nasip bi olajšal uravnavanje jezerske gladine s pomočjo obstoječe zapornice in reguliranjem odtoka v Veliko Karlovico skozi umetni rov. V ta namen bi bilo treba izkopati strugo od Cerkniščice - Stržena do zapornice.

Po sedanjih računih, ki še niso oprti na dovolj natančne podatke o pretokih in požiralnosti, bi bil dosežen maksimalni učinek z nasipom do višine 550 m (sl. 63). Glede na vrsto drugih okoliščin, med katerimi je treba upoštevati tudi cesto Dolenje Jezero - Otok, naj bi segal nasip le do višine 549,5 m. Pri Ušivi loki je ob vznožju Javornikov območje manjših izvirov, požiralniki pa se vrstijo šele od Nart dalje. Nasip je treba nasloniti na skalni breg pred Nartami. Dno polja med Ušivo loko in Dolenjo vasjo je po hipsografskih in geoloških razmerah primerno za zgraditev nasipa. Ilovnato peščene naplavine so tu debele okrog 8 m in v njih ni sledov grezanja in spiranja v zakraselo podlago, zato ni pričakovati odpiranja novih požiralnikov v tem predelu. Ne glede na to, bi bilo treba najmanj dve leti nadaljevati s poskusom in opazovati ter meriti nastale spremembe v nihanju vodne gladine, v temperaturi jezera in v odtoku proti Rakovem Škocjanu.

## **NOVI POGLEDI NA RAZVOJ IN FUNKCIJO KRAŠKIH POJAVOV CERKNIŠKEGA POLJA**

1. Geološko preučevanje je imelo namen dopolniti podatke o stratigrafiji, litologiji in strukturi kamnin kraškega polja in njegovih kraških pojavov.

Zgornjetriasni in spodnjeliasni dolomiti, tu in tam spremenjeni v milonit, gradijo severovzhodno polovico polja ter njegovo severovzhodno obrobje in zaledje. Pretežni del vzhodnega in južnega obrobja, kjer so dotočne jame, ter jugovzhodno polovico dna polja gradijo jurske kamnine. To so skladoviti liasni apnenec, neskladoviti doggerski apnenec in skladoviti malmski apnenec, kamnine, ki vključujejo plasti in gnezda sekundarnega dolomita ter gomolje singenetskega roženca. Ponikve sredi polja so v pretrtem zgornjemalmskem apnencu. Apnenec spodnje krede je najbolj zakrasel in prevotljen, redka gnezda sekundarnega dolomita so komaj kaj vplivala na razpored ponornih rogov v Jamskem zalivu in na tamkajšnje najbolj poglobljeno skalno dno polja.



Sl. 63. Relativno zmanjšanje požiralnosti ponorov ob robu Cerkniškega polja pri različnih vodostajih z zaježitvijo Karlovic (1), z zaježitvijo Nart (2), s predvideno izgradnjo jezusa pred Jamskim zalivom do kote 550 (3 a) in do kote 549,5 (3 b)

Fig. 63. Relatively diminished swallowing capacity of ponors on the border of Cerkniško polje at different water levels with damming up Karlovica caves (1), damming up Narte caves (2), with supposed construction of dam in front of Jamski zaliv at 550 m (3 a) and 549,5 m altitude (3 b)

Podrobnejše površinske in podzemeljske oblike kraških pojavov so gotovo odvisne tudi od mikrostrukture in teksture posameznih skladov in litoloških členov. To posebno preučevanje, ki je tudi sicer v našem krasoslovju pomanjkljivo, smo prepustili bodočemu raziskovalnemu programu.

2. Ozemlje Cerkniškega polja je sestavni del tektonske enote Visokega kraša. Generalna slemenitev plasti in gub je dinarska, v podrobnosti pa vidimo mnoga odstopanja. V grahovski antiklinali so skladi poviti v različne smeri, v kompleksu Javornikov potekajo plasti tudi proti severu in severovzhodu. Najbolj pa se slemenitev menjava na obeh straneh predjamskega nariva med Rakekom in Danami, kjer je mezozoik Kamne gorice, Slivnice in Gradišča z zgornjetriasnim dolomitom v podlagi narinjen na mezozoik Javornikov s spodnjekrednim apnencem v krovlini. Ta tektonski stik različnih kamnin ob predjamskem narivu in tod potekajoči coni idrijskega zmika s spremnimi rupturami je bil odločilnega pomena za zasnovo kraškega polja in njegov razvoj do današnje izrazite depresije.

Statistično in genetsko kartiranje ruptur je pokazalo njihovo prostorsko orientacijo v NW—SE in NE—SW, posebej še v N—S smeri. V številnih golicah okrog polja so različno usmerjeni skladi najbolj pretrti z mlajšimi razpokami v N—S smeri. Starejše razpoke so glede na sklade vzdolžno in počez orientirane, zato v smereh zelo neenotne. S položnimi lezikami v mnogih primerih sestavljajo mrežo stopnjastih špranj. Njih stene so prevlečene z limonitno skorjo, ki se je domnevno izločila iz prenikujoče vode v določeni globini, tedaj ko je bilo površje še znatno bolj pokrito s kraško prstjo, morda tudi s starejšimi kvartarnimi naplavinami kot danes.

Mnoge razpoke so spremenjene v prelome z vodoravnimi in poševnimi drsami. Ob bolj izrazitih takih prelomih oziroma conah so se domnevno razvile morfološke stopnje, grape, doline in zatrepi, pa tudi preme robne stene kraškega polja npr. v Jamskem zalivu, ob Zadnjem kraju in drugod. Tektonska pretrtost je po eni strani prispevala k pospešenemu kršenju skalnih robov v klimatsko ugodnih pogojih, po drugi strani pa morda tudi k nastajanju višinskih razlik med posameznimi relativno premaknjenimi morfološkimi enotami. Iz splošne geološke zgradbe polja in okolice lahko sklepamo, da sta se v terciarni in kvartarni dobi obe krili predjamskega nariva relativno premaknili 1,5 km po višini in 1 km po ravnini. Orientacijsko vrednost za neotektonsko intenzivnost ob dislokacijah pa dajejo prelomljene kvartarne in holocenske naplavine pri Rešetu, kjer smo lahko presodili na premike okrog 4 mm/10 let. Ta intenzivnost pa je lahko, če se je uveljavljala tudi v skalni podlagi v vsem kvartarju, bistveno odredila učinkovitost mehanske in kemične denudacije v posameznih predelih ožjega in širšega območja Cerkniškega polja.

Študij struktur v kamninah Cerkniškega polja je seveda močno otežkočen, saj je skalno dno razkrito le ob strugi Stržena in pri ponikvah. Dosedanje vrtine so ugotovljale le debelino naplavin in globino skalne podlage, ne pa npr. potek in naklon narivne ploskve med zgornjetriasnim dolomitom v strukturni krovlini in jurskimi oziroma spodnjekrednimi apnenci v strukturni talnini. Za rešitev hidrogeoloških in geoloških ter geomorfoloških ugank bi bile globlje vrtine tod zelo koristne.

3. Morfografska analiza reliefa je zajela višinske značilnosti posameznih reliefnih elementov kot so vrhovi in police na apnencih in dolomitih ne glede



na zgradbeni položaj. Ti reliefni elementi naj bi bili skladni z zakonitostmi fluvialnega ter korozijsko denudacijskega preoblikovanja. Ugotovljenih je več faz poglobljanja in uravnavanja reliefa.

Razlikuje se kraško korozijsko površje na apnencih ob jugozahodnem robu polja od bolj fluvialnih in denudacijskih oblik na dolomitih na severovzhodni strani. Očitne so premočrtne strmine pobočij, vršne in vznožne uravnave, zatrepi, žlebovi, kopasti vrhovi in globeli na apnencih, medtem ko na dolomitih prevladujejo razsežnejše uravnave, vzdolžna slemena, nerazčlenjene police, mlade doline in ponekod tudi večja nerazčlenjena pobočja, ki prehajajo v položne vznožne ravni.

Reliefne razlike med dolomitom in apnencem so v drobnem izrazite, manj jasne pa so višinske razlike med ostanki uravnjav in polic na različnih kamninah. Te ostanke smo primerjali v domnevi, da so erozijsko denudacijskega porekla in če so približno v enakih višinah, naj bi pripadali isti razvojni fazi. Za drugačno vzporejanje sorodnih površin v različnih višinah pod vplivom mladih tektonskih premikov doslej še nimamo nobenih primernih izhodišč. Glede na novejšo izsledke o mladotektonskih vplivih na oblikovanje reliefa (U. Premru 1976) pa ostaja ta problematika odprta.

Doslej samo s kraškimi procesi ni mogoče pojasniti, zakaj so se površinske vode prestavile v podzemlje le v predelih med polji. Nekoliko vprašljiva je tudi teza o izključno kraškem poglobljanju polj. Teoretično izhodišče za denudacijsko korozijski razvoj polja sloni na razlikah v kamninski podlagi, stiku apnencev in dolomitov ter na površinski koncentraciji kraških voda na območju polj. Teoretsko izhodišče o korozijskem nastanku kraških polj kot posebnega odseka robnih ravnin za Cerkniško polje ni v celoti zadovoljivo. Manjka namreč izrazitejši ostanek takšnega ravnika na obrobju. Prav tako pa z njim ne moremo v celoti računati tudi pod naplavinami, saj je ugotovljena precej razčlenjena skalna podlaga.

Oblikovanost skalnega dna pod naplavinami nakazuje izdatnejšo erozijsko in lokalno poglobljanje ob glavnih tokovih, kjer so se pred ponori mešale vode površinske Cerknišnice in pretežno kraške vode Stržena. O izdatni korozijski aktivnosti in izvotljevanju podzemlja pričajo velike udornice za Jamskim zalivom, ki izdatno presegajo volumne recentnih podzemeljskih vodnih rogov. Vse so nastale nad še neznanimi jamskimi rovi. Vprašanje pa je koliko lahko po teh podorih sklepamo na širjenje in poglobljanje roba in dna polja s korozijskim izvotljevanjem in podiranjem votlin.

V porečju Cerknišnice smo sledili postopnemu fluvialnemu razvoju površja ob večkratnem poglobljanju dolin in občasnem uravnavanju. Pri tem je bila potrjena zanimiva starejša pretočitev površnega dela na območju Blok, prav tako pa tudi mlajša pretočitev v spodnjem toku Cerknišnice od Begunj navzdol proti Cerkniškemu polju. Razvoj predorne doline med Begunjami in Cerknico še ni dovolj pojasnjen, zanimiva pa je njena lega na meji dveh reliefnih enot Ravnika in Slivnice, njen potek je vezan na izrazit prečni prelom. Vzrok za pretočitev pa je verjetno iskati v izdatni poglobitvi Cerkniškega polja. Ker so tudi vode na Blokah in v Loški dolini večkrat preusmerjene iz dinarske v prečno smer proti SW, bo treba ta skupen vzrok še preučiti. Ni izključeno, da je povezan z izdatnejšim dviganjem NE obrobja ali grezanje SW dela ob idrijskem izmiku. Morda bomo lahko z diferenciranim mladotektonskim premikanjem

ožjih zgradbenih enot, kot smo jih bili vajeni doslej le ob glavnih prelomnih linijah, razložili tudi razlike v reliefni oblikovitosti in hidrogeološkem režimu med Loškim in Cerkniškim poljem. Očitno je predvsem razgaljena skalna podlaga sredi Loškega polja v nasprotju s potopljeno skalno podlago pod naplavinami Cerkniškega polja. Takšna različnost pa je značilna le za posamezne dele obeh polj. Vzhodna stran Cerkniškega polja je glede na starejšo skalno podlago mnogo bolj sorodna vzhodni polovici Loškega polja, spodnji del Loškega polja pa je bolj podoben osrednjemu delu Cerkniškega.

Analiza reliefnih polic v porečju Cerkniščice in zatrepov pri Bločicah ob vzhodnem robu Cerkniškega polja kaže na postopni erozijsko denudacijski razvoj. Premočitna pobočja Slivnice in Javornikov pa opozarjajo na bolj diferencirane procese. Ponekod sežejo ta pobočja do današnjega dna, drugod pa le do starejših polic ob dnu polja. Prav tako pobočja Slivnice postopoma prehajajo pod naplavino polja. Novejše raziskave opozarjajo na mlade tektonske premike pri oblikovanju ne le najnižjih predelov, temveč celotnega obrobja kraškega polja. V tej smeri pa razvoja reliefa v območju in širši okolici Cerkniškega polja doslej še nismo preučevali, zato ostajajo nakazana vprašanja povsem odprta.

4. Kvartarni sedimenti so ohranjeni na zakraselih uravninah in pobočjih ter na skalnem dnu polja.

Sedimenti na obrobju so pretežno ilovice, peski, prodovi alohtonega izvora. Prodne frakcije sestavljajo boksit, peščenjak in roženec, vendar ni vodilnih sestavin, da bi mogli zanesljivo ugotoviti njih izhodiščno kamnino. Ker gre za relativno stare kvartarne odkladnine, ki so bile udeležene pri raznih denudacijskih procesih oblikovanja obrobja, je njih stratigrafska vrednost majhna oziroma težko določljiva. Na novo odkriti profil takih sedimentov v pobočju nad Zadnjim krajem je v toliko interesanten, ker so dobro zaobljeni prodniki peščenjaka prepereli. To daje slutiti, da so še pred odložitvijo v kraško kotanjo, kjer smo jih našli, bili izpostavljeni mehanskemu in kemičnemu preperevanju.

Petrografske in granulacijske pestre fluvialne naplavine na skalnem dnu polja odražajo zasipne in erozijske faze pri nastajanju današnje naplavne ravnice polja. Talna plast ima klimatske značilnosti suhe in tople klime, naslednje krovne plasti pa značilnosti odlaganja v hladnejših razmerah mlajšega kvartarja, kar dokazujejo absolutna datacija rastlinskih ostankov in vršaj dolomitnega, delno apnenčevega grušča z znaki trajnega zmrzovanja iz zadnjega würmskega stadiala. Palinološke in sedimentološke analize se dobro ujemajo s spoznanji o speleogenetskih procesih v obrobni jamah. Zato je bilo mogoče sestaviti domnevne razvojne sheme o nastajanju današnje nasipne ravnice polja za čas mlajšega kvartarja in holocena.

Klastično gradivo so naplavili površinski tokovi iz severnega zaledja in obrobja, peščen in ilovnat material pa so odložile delno izvirne vode, delno pa hudourniški potoki, ki so se občasno stekali na polje iz južnih in vzhodnih pobočij.

5. Speleološke pojave smo delili v tri pomembnejše skupine. V prvo skupino uvrščamo ponorne jame na zahodnem obrobju polja, v drugo izvirne jame v južnem in vzhodnem obrobju, v tretjo pa smo uvrstili vse votline v kraškem dnu polja, kjer so vidne neposredno v skali ali pa se odražajo skozi naplavino kot požiralniki, ponikve, grezi, plitve rupe in estavele. Pomembno

je spoznanje o večjem spletu ponornih rogov bliže polju, ki se združuje v nekaj poglavitnih odvodnih kanalov. Takšni odvodni kanali so ponekod zarušeni s podori, kar bistveno vpliva na njihovo prevodnost. Predpostavljamo, da so bili odtočni rovi izoblikovani singenetsko do skalnega dna polja, to je do višine 533 m, pozneje pa zasuti in paragenetsko preoblikovani vzporedno z zasipanjem polja do višine 548 ali 550 m. Zasipavanje je torej bistveno vplivalo na morfo-genetske in hidrografske razmere na ponorni strani polja. Le delno smo mogli vzporejati erozijske in akumulacijske procese na površju in v podzemlju. S tem v zvezi je odprto še nekaj vprašanj, ki jih bo treba rešiti z nadaljnjimi preučevanji speleogeneze in kvartarnih dogajanj na površju. V splošnem velja, da so alohtni sedimenti v jamah in podori poglavitne ovire za hitrejše odtokanje vode s polja. Umetno odkopavanje ali zajezevanje le nekaterih vhodnih rogov samo delno vpliva na prevodnost celotnega spleta.

Izvirne jame so v primerjavi s ponornimi veliko manj dostopne. Domnevamo, da so zasute z naplavinami in podori, ali pa so sifonskega značaja. Žerovniščica, Stebersčica in Vranja jama pa tudi Suhadolca so vsaj mestoma sifonskega značaja. Ob izviri Stržena pa podorni zatrepi in naplavine zapirajo vhode v podzemlje. Morda je treba takšne speleološke razmere ob izviri pripisati njihovi razpršenosti, da nimamo podobnih izvirnih jam kot so npr. Planinska jama ali pa Zelške jame.

Za spoznavanje speleoloških razmer na pritočni strani polja so posebnega pomena druge jame globlje v zaledju, med njimi zlasti Križna jama, ki kažejo precejšnjo skladnost v morfogenezi podzemlja in površja na pritočni strani polja. Potrebna pa so še nadaljnja preučevanja in primerjave.

V položaju speleoloških pojavov v dnu polja ter v njihovi obliki in funkciji se odražajo procesi obnavljanja zakrasevanja skalne podlage. Spiranje naplavin v prevotljeno podlago je bilo zlasti intenzivno po zadnjem würmskem zasipu, ugotovljeni pa so podobni procesi tudi v naplavinah starejšega zasipa. Stari in novi grezi niso povsod enako intenzivni, njihova aktivnost pa je nedvomno vezana na različno aktivne cone podzemeljskega pretakanja. Posebno izdatno je spiranje na robu poplavne cone, kjer je strmec podzemeljskih voda največji. Pri umetnih zaježitvah pa je gradient umetno pomaknjen bolj v osredje, kjer se v neuravnoteženih umetnih hidroloških pogojih obnavljajo že stari neaktivni požiralniki. Razvoj grezov pri Vodonosu in Rešetu kaže na intenzivno spiranje in grezanje v zgodovinski dobi, pa tudi za delno aktiviranje tega procesa pod vplivom poskusne zaježitve ponorov, ki je začasno dvignilo gladino jezera. Očiten je postopen razvoj grezov od Stržena proti NE z vedno globljim zarezovanjem v vršaj Cerknišnice.

Pri polnjenju jezera voda postopoma zaliva požiralnike, le pri estavelah se voda dviga iz kraškega podzemlja hkrati v izoliranih rupah in skalnih votlinah. Pri praznjenju se voda postopno umika iz posameznih skupin požiralnikov v podzemlje. To zniževanje gladine je v nekaterih predelih bolj odvisno od splošnega zniževanja kraške vode kot od površinskega dotoka v ponikve, rupe in estavele. Opazovanje vodnih razmer ob usihanju jezera in njegovem naraščanju nakazuje medsebojno hidrografsko odvisnost in podzemeljsko povezanost večine speleoloških pojavov v dnu polja z omejeno skupno prepustnostjo. Računati moramo tedaj z različno požiralno sposobnostjo posameznih požiralnikov pri naraščanju in upadanju jezera.

Estavele prevladujejo v Zadnjem kraju in ob vzhodnem bregu Drvošca, medtem, ko vse druge votline v dnu polja delujejo predvsem kot ponikve. Ni pa izključeno, da se v posebnih hidroloških pogojih ne dvigne gladina kraške vode do površja v nekaterih ponikvah še predno oživi Stržen.

6. Za hidrološke razmere Cerknškega polja so zlasti pomembne razlike v prepustnosti apnencev in dolomitov. Dolomiti so vloženi med apnence sedimentološko ali pa sekundarno s tektonskimi premiki in jih omejujejo prelomi ter narivi. Razporeditev požiralnikov in ugotovljene podzemelske vodne zveze kažejo, da del vode odteče iz Cerknškega jezera neposredno v izvire Ljubljane, Lubije in Bistre. Jezerske talne ponikve so razporejene približno v 1 km široki coni, ki prečka Cerknško polje nekako po sredi od juga proti severu.

Pretočnih razmer Cerknškega jezera ni mogoče dovolj natančno opredeliti zaradi hidrometričnih problemov. Niti dotoka, niti odtoka iz jezera ni mogoče v celoti izmeriti. V tem je osnovna težava vseh hidrotehničnih načrtov za uravnavanje vodnega režima. Z barvanjem so sicer dokazane vse pomembne vodne zveze, vsa dosedanja sledenja podzemelskih voda, razen morda zadnjega v letu 1975, pa niso veliko prispevala h količinski opredelitvi obravnavanih zvez. V tem pogledu bo treba zasnovati samo za Cerknško jezero poseben niz poskusov, ki naj dopolnijo vrzeli v dosedanjem preučevanju njegovega hidrografskega zaledja in celotnega ponornega sistema.

Prikazane metode preučevanja vodnega režima in njegovega urejanja z odpiranjem ali zajezevanjem požiralnikov in ponorov na obrobju so se pokazale kot nezadostne, včasih tudi neprimerne. Poskusna zajezevanja ponorov je sicer omogočila nekaj novih spoznanj o hidroloških razmerah Cerknškega jezera in njegove okolice. Koristna so zlasti drobna opazovanja polnjenja in praznjenja jezera kot tudi približno računsko ovrednotenje poskusa. Ugotovljeno je daljše zadrževanje visokih voda in večji vpliv umetnega zajezevanja na vodni režim v namočenih letih ter sorazmerno majhen učinek zajezevanja v sušni dobi in manj namočenih letih.

Podatki o temperaturi in trdoti vode dopolnjujejo predstavo o razporeditvi različnih izvirnih voda v jezeru, računati pa je z različnim mešanjem v odvisnosti od količine in trajanja dotoka iz določenega predela. Umetne pregrade v strugi Stržena in pred požiralniki pospešujejo poleti odtekanje tople površinske vode v ponore. Izdatno segreta jezerska voda občutno vpliva na temperaturni režim izvirov tako v Rakovem Škocjanu kot tudi v Malnih na Planinskem polju.

Uspešnejši poseg v vodni režim in njegovo umetno uravnavanje je mogoč edino s podzemeljsko zatesnitvijo vodnih kanalov, po katerih odteka jezerska voda v talnih ponikvah in požiralnikih pod površjem polja. Predno pa bi se dejansko odločili za takšen poseg, je treba ovrednotiti ekološke posledice, ki bi jih dosegli z bistveno spremembo vodnega režima tega svojevrstnega presihajočega kraškega jezera.

### Summary

#### KARST PHENOMENA OF CERKNIŠKO POLJE

Among all karst poljes in Ljubljana river basin as well as in Slovenia, Cerkniško polje is the biggest and the most famous because of its extension and duration of floods. The whole polje's bottom amounts to about 35 km<sup>2</sup> and the greatest flood, on the elevation of ground surface 552, comprises about 26 km<sup>2</sup> of surface and contains about 70 millions m<sup>3</sup> of water. Never flooded land, convenient for farming, is very scarce on this karst polje, only 1/3 of total surface. Because of water level oscillations between 548 and 552 m the lake extension changes. The highest waters last for short time only, therefore higher lying polje's regions can be partly utilized for meadows and pastures. Also in the area, where it is flooded for the longest period, in Zadnji kraj (The Last End), where only reed is growing, the farmers are getting litter. Unstable water conditions are the most inconvenient, therefore so much experiments and projects for regulation of Cerknica lake exist. On Cerkniško polje the floods last in average about eight months per year, sometimes less and sometimes the water does not flow away during the whole year. That is why the flooded karst polje is named lake. As it dries up for some months, we can call it temporary karst lake too. From hydrologic point of view this is not a real lake but is only a sort of river-side flood, regulated by precipitations. The floods appear because of limited permeability of swallow-holes and underground channels, which are distributed on the bottom and border of polje. When the inflow to polje surpasses the outflow through several ponors, the flood increases, when the inflow is smaller from ponor swallowing capacity the lake decreases and finally dries up.

At karst studies karst poljes take a special place. Represented by extensive flattened surface with flowing and flood waters and convenient agricultural areas they were, in spite of less favourable karstified border, the objects of year lasting endeavours and studies of natural phenomena in order to ameliorate their economic exploitation. Seldom in karst the economic interests have been so tightly connected by scientific investigations as just on karst poljes. This is proved also for the time of first notes about karst phenomena from Valvasor (1689) onwards and up to actual days when still there are several problems of this polje not yet solved. We can either say that several new, theoretically deepened natural science perceptions and practical economic demands in karst regions again and again put the phenomenon of karst poljes hydrography in first plan before other investigation regions. It keeps for Cerkniško polje because of its important geographic position in Slovenia and it represents a basic compositional part of Ljubljana karst river basin inspiring on it and in its vicinity an intensive and vivid economic life.

As nature preserve, space and general economic problems are treated elsewhere, we are interested within the frame of our title mostly in natural science part of Cerkniško polje. But here too we have to limit ourselves to karst landscape and to karst processes, to chronological genetical treatment where the actual facts about geology, hydrology and hydrogeology will complete the conclusions about origin and development of our largest karst polje.

The most important questions will be, when and how the polje has originated, how has developed in the middle of karst area the actual polje flattening and its more or less steep borderland with karstified surface and underground. These questions

have been posed by almost all previous investigators of Cerkniško polje without giving satisfactory answers.

Our endeavours can be only an experiment in this direction which differs from others in the extent of new facts and analyses and in the explanation of some new perceptions.

#### GEOLOGY AND HYDROGEOLOGY

Geological studies wanted to complete the unknown data about the stratigraphy, lithology and rock structure of karst polje and its karst phenomena (B. Hacquet 1779; N. Lipold 1857; W. Putick 1902; F. Kossmat 1905; A. Löhnberg 1934; G. Spöcker 1932; B. Milovanović 1937; J. Žurga 1940; M. Pleničar 1954; M. Pleničar et D. Kerčmar 1959; S. Buser 1965; 1966).

Uppertriassic and Lowerliassic dolomites, here and there changed to milonite, build northeastern polje's part and its northeastern borderland and hinterland. The greatest part of eastern and southern border, where the inflow caves lie and south-eastern half of polje's bottom are built by Jurassic rocks. These are bedded Liassic limestone, non-bedded Dogger limestone and bedded Malm limestone, rocks including beds and nests of secondary dolomite and knobs of syngenetic chert. The ponors in the middle of the polje lie in crushed Upperlalm limestone. The limestone of Lowercretaceous is the most karstified and cavernous, rare nests of secondary dolomite cannot influence to distribution of ponor channels in Jamski zaliv (Cave Bay) and to there lying the most deepened rocky polje's bottom.

Detailed surface and underground shapes of karst phenomena surely depend also from microstructure and texture of singular beds and lithologic members. These special studies, which otherwise are non-sufficient in our karstology, we shall leave for further investigation program.

Cerkniško polje region represents an element of High karst tectonic unit. General beds and folds direction is dinaric, while in details several deviations are seen. In Grahovo anticline the beds are directed in different directions, in Javorniki Mts. the beds are oriented towards north and northeast. The best expressed changes are situated on both sides of Predjama overthrust between Rakek and Dane, where Mesozoic of Kamna Gorica, Slivnica and Gradišče with Uppertriassic dolomite in base is overthrust to Mesozoic of Javorniki with Lowercretaceous limestone in mantle rock. This tectonic contact of different rocks at Predjama overthrust and here lying zone of Idrija wrench-fault with accompanying ruptures have the greatest importance for origin of karst polje and its development up to actual expressive depression.

Statistical and genetical mapping of ruptures (P. Bankwitz 1966; R. Gospodarič 1973) has shown their space orientation in NW—SE and NE—SW direction, specially in N—S direction. In several exposures round polje differently directed layers are mostly fractured by younger joints of N—S direction. Older joints are oriented, regarding the beds parallel or transverse, therefore quite different in directions. With gentle bedding-planes in several cases compose a net of stepped fissures. Their walls are covered by limonite crust, supposed to be extracted from percolating water in defined deepness in the period, when the surface has been much more covered by karst soil and perhaps also by older quaternary sediments as today.

Several fissures were changed to faults with horizontal or inclined sliding-planes. Near such, more expressed faults, zones respectively, have developed presumably morphological steps, ravines, valleys and steepheads, but also straight escarpments

of karst polje, f. e. in Jamski zaliv, at Zadnji kraj and elsewhere. Tectonic crushed zone contributed on one hand to accelerated corrosion of rocky borders in climatically favourable conditions, and on other hand perhaps also to development of altitude differences among singular relatively displaced morphological units. From general polje's and neighbourhood geologic structure (J. Rus 1925; I. Mlakar 1967; M. Breznik 1969) can be concluded, that in Tertiary and Quaternary both limbs of Predjama overthrust have relatively displaced for 1,5 km in height and 1 km in length. Orientation value for neotectonic intensivity at dislocations has been given by fractured quaternary and holocene sediments near Rešeto, where the displacements about 4 mm/10 years have been stated. If this intensivity has occurred also in rocky basement in the whole Quaternary it could essentially define the efficacy of mechanical and chemical denudation in particular regions of narrow and wider area of Cerknjsko polje.

The structures study in Cerknjsko polje rocks is evidently rendered more difficult as the rocky bottom lies uncovered only at Stržen river bed and near ponors.

Previous bore-holes have stated only the thickness of sediments and depth of rocky basement, and not f. e. strike and dip of overthrust plane between Uppertriassic dolomite in structural hanging wall and Jurassic, respectively Lowercretaceous limestone in structural footwall. Deeper bore-holes would be very useful for solving the hydrogeological, geological and geomorphological problems.

#### THE RELIEF FORMATION IN THE CERKNIŠKO POLJE REGION

Morphographic relief analysis has included the altitude properties of particular relief elements as are summits and shelves on limestone and dolomite without any regard to structural situation. These relief elements are supposed to be accordant with fluvial and corrosional-denudation transformations. Several phases of relief deepening and flattening were stated.

The karst corrosional surface on limestone at SW polje's border differs from more fluvatile and denudation forms on dolomite at NE side. Evident are straight escarpments, upper and lower flattenings, steepheads, ample summits and clefts on limestone, while on dolomite extensive flattenings, longitudinal ridges, non-dissected shelves, young valleys and somewhere big, non-dissected slopes passing on to gentle foot valleys, predominate.

Relief differences between the dolomite and the limestone are very expressive in detail, while the altitude differences between flattening remnants and shelves on different rocks are less clear. These remnants have been compared with supposition that they have erosional-denudation origin and, if they are approximatively on the same altitude, they could belong to the same development phase. For different comparison of allied surfaces in different heights under the influence of young tectonic displacements we have not yet any convenient starting-points. Regarding the actual results about young tectonic influences to relief formation (U. Premru 1976) this problem remains unsolved.

Till now it was not possible to explain (only with karst processes) why the superficial waters have moved to underground only in the regions among poljes. Questionable remains the hypothesis about exclusively karst poljes deepening. Theoretical starting-point for denudation-corrosional polje's development is based on differences in rocky basement, limestone and dolomite contact and on superficial

concentration of karst waters on poljes area. Theoretical starting-point about corrosional karst poljes origin representing a special part of marginal valleys is not completely satisfactory for Cerknisko polje.

Opinions revision about Cerknisko polje origin:

Testonic collapse	Erosional	Corrosional origin
W. Putick, 1888		
F. Kraus, 1894		
J. Cvijić, 1895; 1926		
V. Knebel, 1906		
	F. Kossmat, 1897; 1916	
	H. Krebs, 1924	
	J. Rus, 1925; 1930	
	G. Spöcker, 1932	
	A. Löhnberg 1934	
	A. Hočevan, 1940	
	M. Pleničar, 1953	
	A. Melik, 1955	
	F. Jenko, 1959	
		D. Kuščer, 1963
		I. Gams, 1965; 1966; 1973

The shape of rocky bottom below the sediments proves substantial erosional and local deepening at main streams, where before the ponors the waters of superficial Cerknishica have mixed with mostly karst waters of Stržen. Great corrosional activity and underground cavitation prove big collapsed dolines behind Jamski zaliv, substantially exceeding the volumes of recent underground water channels. All of them have originated above unknown cave passages. The question remains, how much these collapses could influence to widening and deepening of polje's border and bottom by corrosional hollowing and collapsing of cavities.

In Cerknishica river basin we have followed the successive fluvial surface development at several valleys deepening and temporal flattenings. The interesting older through flow of headwater from Bloke region has been here confirmed as well younger through flow in lower flow of Cerknishica from Begunje downwards Cerknisko polje. The development of cut valley between Begunje and Cerknica is not yet enough explained, but its situation is interesting on the limit of two relief units of Ravnik and Slivnica, its lapse is connected with expressive cross fault. The reason for through flow can possibly be found in efficaceous deepening of Cerknisko polje. As the waters of Bloke and Loška dolina were several times oriented from dinaric to cross direction towards SW, this common reason has to be still studied. One cannot exclude that it is connected with efficaceous elevation of NE border or well with subsidence of SW part near Idrija wrench-fault. Perhaps by differentiated young tectonic displacement of restricted structural units, which we met till now only at



main fault lines, we could explain also the differences in relief shape and hydro-geologic regime between Loško and Cerknjsko poljes. Specially evident is denuded rocky basement in the middle of Loško polje in contrary with immersed rocky base under the sediments of Cerknjsko polje. Such difference does not exist between two poljes in total but among particular parts of both poljes. The eastern side of Cerknjsko polje is, regarding the older rocky basement much more similar to eastern part of Loško polje, while the lower part of Loško polje much more resembles to Cerknjsko one.

The analysis of relief terraces in Cerknjsčica river basin and steepheads near Bločice at eastern side of Cerknjsko polje shows to gradual erosional-denudation development. Rectilinear Slivnica and Javorniki slopes show much more differentiated processes. Somewhere these slopes attain the actual bottom, elsewhere only older shelves near the polje's bottom. Alike the Slivnica slopes pass by degrees under the polje's sediments. Recent investigations draw the attention to young tectonic displacements at formation not only of the lowest parts but of the whole border of karst polje. According to this direction the relief development in the area and wider extent of Cerknjsko polje has not yet been studied, therefore the indicated questions remain completely unsolved.

#### QUATERNARY SEDIMENTS

The quaternary sediments are preserved on karstified flattenings and slopes and on the rocky polje's bottom.

The sediments on the border are composed mostly by clay, sand and pebbles of allochthonous origin. Pebble fractions are composed by bauxite, sandstone and quartz, but there are no leading groups rendering possible the statement of sure original rock. As the sediments in question are relatively old quaternary one, being engaged at different denudation processes of border formation, their stratigraphical value is small respectively difficult to be defined. Recently discovered profile of such sediments in the slope above Zadnji kraj is interesting as well rounded sandstone pebbles are weathered. One can guess that before being put into karst trough, where have been found, they have been exposed to mechanical and chemical weathering.

Petrographically and regarding the granulation various fluvial sediments on the rocky polje's bottom reflect the accumulation and erosional phases at the development of actual alluvial polje's plain. Ground layer has the climatic properties of dry and warm climate, the further overlying beds the properties of accumulation in cooler conditions of younger Quaternary, which is proved by absolute datation of vegetation rests and alluvial fan of dolomitic, partly limestone rubble with signs of permanent freezing from late Würm stadial. Palinologic and sedimentologic analyses correspond well with perceptions about speleogenetic processes in marginal caves. Therefore the supposed development outline about the origin of actual alluvial plain for the period of younger Quaternary and Holocene could be composed. By composing we have considered already published data about alluvions (M. Pleničar 1954; A. Šercelj 1969; 1974) and about speleogenesis of karst caves on the border (R. Gospodarič 1970; 1974; M. Brodar & R. Gospodarič 1973).

1. Initial first phase is presented by karst deepening and formation of rocky polje's bottom and correspondant effluent and influent caves at the levels between 545 and 540 m. Rocky bottom has in the area of Goričica a little higher ridge in

N—S direction which has influenced to the further sedimentation process. Goričica ridge itself and other residual hills and caves on the border above 570 m are indicators for older bottom which is not treated in our outline.

2. In second phase unequal rocky bottom deepening is supposed in western polje's part up to 536 m and in these altitudes the corresponding outflow caves. Karstification could be expressed elsewhere on the polje too but not so significantly.

3. Formation of rocky basement was stopped by sedimentation of yellow brown thin-bedded clay passing upwards to brown sandish clay with weathered dolomite rubble and pebble. Because of this first, older accumulation the hydrographic conditions of Cerknisko polje have essentially changed. Several swallow-holes and caves on the border have been buried, probably up to 548 m.

4. The sediments of older accumulation were exposed to weathering and washing off, superficial streams have cut their beds in them. A part of sediments has been washed off into influent caves and in the karstified rocky basement, the function of old ponors was somewhere renewed. The altered older accumulation shows that it was exposed for longer time to transformation in relatively dry and arid climatic conditions, when several limonite concretions and crusts and limonite tubes around stalks and roots of different shave-grasses originated. In this period the erosion surely predominated, removing an essential part of older accumulation, but not all of it and not everywhere the same quantity. Climate was favourable for sinter development in the caves.

5. Strongly transformed older accumulation has been covered by grey lacustrine loam, which is the best preserved in the middle polje's part. In lower beds of this loam there is somewhere pebble and sand material which shows, according to vegetation, the end of cold older Würm and passage to overlying lacustrine loam. Its fossil pollen reflects less cold climate, sedimentation according to A. Šercelj (1974) was going on between 30 000—50 000 years in humid climate of middle Würm. The then lake level is supposed to oscillate for several metres and has evidently reached the ponor caves. Here the sediment covered the entrance parts and spread all over the old concretions. Deeper in the cave the water table was lower, therefore the sinter growth was only temporary interrupted and sinter deposited here and in other karst caves of wider vicinity, f.e. in Križna jama or Postojna Cave System.

6. Before the polje was filled up, the lacustrine loam has been partly eroded mostly on western side and in marginal caves. The resulting hollows have been quickly levelled by clay, dolomitic and other rubble, which have been transported from northern hinterland by Cerknjščica precursor. Cerknjščica alluvial fan has covered the western polje's half and dammed up the waters from the eastern polje's half. This was assessed on the base of there lying brown grey clay, showing the signs of steppa vegetation and continental climate. The both different sedimentations have altered in central polje's part where once rubble, and other time clay layers occur. Extremely cold conditions were perceived at the end of this development phase, as we have found in a rubble near Rešeto syngenetic ice edge, while the uneven surface can be due to solifluction processes. Probably in this time polje was mostly dry, great daily temperature differences contributed to collapse of rocky polje's border the same on the influent as on the effluent side and also on all other limestone and dolomite slopes. Similar weathering of rocky border can be supposed also at previous Würm freshenings. Dry and cold climate was not favourable for sinter growth in the caves.

7. Postglacial climate change has stopped the accumulation of scree from Cerkniško polje border. The cut of river beds and formation of sinkholes in younger and older accumulation predominated. The water washed off the sediments into karstified bottom and border of polje by superficial streams on one hand and by oscillating ground water on the other.

8. The resulting uneven base has been levelled again by dark brown clays, peat and organic mud, and light brown and greyish clay with snails. These layers of late glacial and lower Holocene in thickness about 2 m have been bored by A. Šercelj in Gorenje Jezero and in Zadnji kraj beneath Otok, in smaller extent they appear also in wider vicinity of Rešeto. Detailed stratification of fossil pollen proves, according to Šercelj, Alleröd interstadial for the time 12 000—10 800 years before present and proves also the fact, that in Holocene less than 1 m of organic pieces and peat has been accumulated. In this time the lake has the properties of marsh. Only temporary floods have reached the influent caves and have interrupted the growth of holocene sinter.

Transformation of sediments in central polje's part has been connected also by neotectonic displacements, which included at the same time the sediments and the rocky bottom.

9. The final development phase is presented by actual polje's appearance, where new sink-holes occur denuding sediments and rocky bottom. Alluvions transport and other erosional processes occur also in dry and water channels of influent and effluent caves. Somewhere water streams are forming new rocky passages, elsewhere they have already cut into sediment and have reached rocky bottom on the surface and in the underground before Riss. Efficacious recent water level oscillation accelerates more erosion than accumulation on karst polje and in marginal caves.

#### SPELEOLOGICAL PHENOMENA

On the base of actual knowledge the speleological phenomena have been divided into three main groups. Older data about these phenomena have been taken into account (A. Steinberg 1758; J. Zörrer 1838; A. Schmidl 1850; 1854; G. Kebe 1860; W. Putick, 1888; J. Žirovnik 1898; A. Gavazzi 1904; A. Perko 1908; P. Kunaver 1922; M. Kabaj 1925; A. Löhnberg 1934; I. Michler 1934; A. Hočevvar 1940; V. Bohinec 1965; I. Gams 1965; 1966; P. Habič 1968; R. Gospodarič 1968; 1969; 1970; 1971; 1973).

Influent caves on western polje's border belong to first group, to second effluent caves in southern and eastern border, to third group all the cavities in karst polje's bottom seen directly in the rock or being reflected on the sediment as swallow-holes, ponors and estavellas. The perception of tight connection of ponor passages near polje, which are joined in some main outflow passages, is important. Such outflow channels are somewhere blocked by breakdowns, which essentially influence to their transmissivity. It is supposed, that outflow channels have been syngenetically formed up to polje's rocky bottom, that is to 533 m, and later have been filled up and paragenetically transformed simultaneously to filling up the polje up to 548 or 550 m. On the example of Mala and Velika Karlovica and Svinjska jama we have stated the following chronological succession of development phases, beginning with the oldest:

- supposed syngenetic passages formation in horizons about 540 m and lower, where the first sediments were deposited,
- sinter development and roof collapse and then
- sinking stream partly eroded, paragenetically transformed and filled up the entrance passages by rubble and clay, followed by formation of new sinter on dam, vertical washing off the sediments and then
- the sinking stream has levelled the altitude of sediments in entrance passages up to 548 m and has withdrawn, in order to assert
- sinter deposition and roof collapse in temporary flooded channels, but these are already Holocene, respectively recent development processes.

To morphogenetic and hydrographic conditions on ponor polje's side essentially influenced the polje's filling up. We can only partly compare the erosional and accumulation processes on the surface and in the underground. In general it remains, that allochthonous sediments and breakdowns in caves and on the border represent the main obstacle for faster flow off the polje. Artificial digging or daming of some entrance parts therefore only partly influenced to transmissivity of influent caves.

Effluent caves are, compared to influent, much less accessible. We suppose, that they are filled up by sediments and block slides or are they siphon-like. At Stržen springs the failures en masse of the roof or walls of caverns and sediments block the entrances to underground. Perhaps such speleological conditions at springs are due to their dispersion and we don't have similar effluent caves as are f. e. Planinska or Zelške jame.

In perception of speleological conditions on inflow polje's part an important role act other caves far in the hinterland, specially Križna jama, showing great concordance in morphogenesis of underground and surface on the inflow polje's side. The further investigations and comparisons are necessary.

In the situation of speleological phenomena in the polje's bottom and in their shape and function reflect the processes of renewing the karstification of rocky basement. Washing off the sediments into hollowed basement was specially intensive after late Würm accumulation and similar processes have been stated also in the sediments of older accumulation. Old and new sinkholes are not everywhere the same intensive, their activity is surely connected to differently active zones of underground flow. Excessively abundant is washing off on the border of flooded zone, where the underground water gradient is the biggest. At artificial dams the gradient is artificially moved foreground and in non-equilibrated artificial hydrologic conditions old, non-active swallow-holes were reactivated. The development of sinkholes near Vodonos and Rešeto shows to intensive washing off and to subsidence in historic age and also to partly activated process under the influence of experimental ponors daming, which temporary raised the lake's water table. The sinkholes development by degrees from Stržen to NE with deeper cut in Cerknjščica stadial fan is evident.

At filling the lake, water slowly inundates the swallow-holes, only at estavellas the water raises from karst underground simultaneously in isolated holes and rocky cavities. At emptying the water retreats by degrees from particular groups of swallow-holes into underground. This water table lowering is in some regions much more dependant from general lowering of karst water than from superficial inflow into ponors and estavellas. Observation of water conditions at lake's drying up and at its increasement proves the mutual hydrographic dependance and under-

ground connection of majority of speleological phenomena in polje's bottom with limited total transmissivity. We have to reckon to different engulfing ability of singular swallow-holes at increase and decrease of the lake.

#### HYDROLOGIC PROPERTIES AND EXPERIMENTAL LAKE

For hydrologic conditions of Cerkniško polje are most important the differences in limestone and dolomite permeability. Dolomites are inlaid between limestones sedimentologically or secondary by faults and overthrusts. Distribution of ponors and assessed underground water connections shows that a part of water flows from Cerknica lake directly to Ljubljana, Lubija and Bistra springs. The ground sinkholes are distributed approximatively in 1 km wide zone, crossing Cerkniško polje somewhere in the middle from south towards north.

The discharge properties of Cerknica lake cannot be specified in detail because of hydrometric problems. Either inflow neither outflow from the lake can be entirely measured. Here lies the basic trouble for all hydrotechnical plans for water regime adjustment. By water tracing all the important water connections were proved, but all previous underground water tracings, except perhaps the last in 1975, did not contribute a lot to quantitative definition of treated connections (R. Gospodarič, P. Habič 1976; with other literature). Regarding this problem we have to plan specially for Cerknica lake a series of specialized experiments in order to fill up a gap in previous studies of its hydrographic hinterland and entire ponor system.

The shown methods of water regime studies and its regulation by opening and damming up the ponors have proved to be insufficient and sometimes inconvenient. Nevertheless experimental ponors damming up has rendered possible some new assessments about hydrologic conditons of Cerknica lake and its vicinity. The most useful were the observations of filling and emptying of lake as well as approximatively mathematical evaluation of the experiment. Longer restraining of high waters and greater influence of artificial dam up to water regime in years with abundant precipitations and relatively small effect of dam up in dry period and less moistened years were assessed.

The data about temperature and water hardness complete the idea of different distribution of spring waters in the lake, but one has to consider also different mixing, dependant from quantity and inflow duration from defined region. During the summer artificial dams in Stržen river bed and before ponors hasten the flow of warm superficial water into ponors. Well warmed water from the lake essentially influence to springs temperature regime in Rakov Škocjan as well in Malni springs on Planinsko polje.

More successful intervention into water regime and its artificial regulation can be possible only by underground closing of water passages, where the lake water flows into ponors under the polje surface. Before the final decision the ecologic consequences, obtained by essential change of water regime of this extraordinary temporary karst lake have to be evaluated.

Translated by Maja Kranjc

## Literatura

- Bankwitz, P. 1966: Über Klüfte. II. Die Bildung der Kluftfläche und eine Systematik ihrer Strukturen. *Geologie* 15/8, 896—941. Berlin.
- Bidovec, F. 1968: The investigation of the Karst Underground Water Systems and Hydrology. *Actes IV. CIS* (1965), 3, 279—285. Ljubljana.
- Bock, H. 1913: Der Karst und seine Gewässer. *Mitt. Höhlenkunde* 6/3, 1—23. Graz.
- Bohinec, V. 1965: Die Kižna jama (Kreuzberghöhle) bei Lož, Slowenien. *Dritter Intern. Kongres Spel.* 2, 211—214. Wien.
- Breznik, M. 1961: Akumulacija na Cerknškem in Planinskem polju. *Geologija* 7, 119—149. Ljubljana.
- Brodar, M. & R. Gospodarič 1973: Medvedji rov v Križni jami in tamkajšnji ostanki jamskega medveda. *Medn. mlad. raziskovalni tabori* (1971—1972), 30—46. Ljubljana.
- Budnar, A. 1954: Mikropaleolitska raziskava ilovic Planinskega in Cerknškega polja. *Vodnogospodarska osnova porečja Ljubljanice, prirodne osnove*, 281—292. Ljubljana.
- Buser, S. 1965: Geološka zgradba južnega dela Ljubljanskega Barja in njegovega obrobja. *Geologija* 8, 34—57. Ljubljana.
- Buser, S. 1966: Starost plasti z alga *Sphaerocodium bornemanni* Rothplatz v slovenskih zunanjih Dinaridih. *Geologija* 9, 385—389. Ljubljana.
- Cvijić, J. 1895: Karst. *Geografska monografija*, 1—173. Beograd.
- Cvijić, J. 1901: Die Karstpoljen. *Abb. Geogr. Ges.*, 3. Wien.
- Cvijić, J. 1926: *Geomorfologija*, 2, 506. Državna štamparija, Beograd.
- Čadež, N. 1958: Barvanje Retja in Cerknškega polja l. 1957. *Arhiv HMZ*, Ljubljana.
- Gams, I. 1965: H kvartarni geomorfogenezi med Postojnskim, Planinskim in Cerknškim poljem. *Geografski vestnik* 37, 61—101. Ljubljana.
- Gams, I. 1965 a: Aperçu sur l'hydrologie du Karst Slovine et sur ses communications couterraines. *Naše jame* 7, 51—60. Ljubljana.
- Gams, I. 1970: Maksimiranost kraških podzemeljskih pretokov na primeru ozemlja med Cerknškim in Planinskim poljem. *Acta carsologica* 5, 171—187. Ljubljana.
- Gams, I. 1973: Die zweiphasige quartärzeitliche Flächenbildung in den Poljen und Blindtälern des nordwestlichen dinarischen Karstes. *Geogr. Zeitschrift, Beiheft*, 143—149. Wiesbaden.
- Gams, I. 1966: K hidrologiji ozemlja med Postojnskim, Planinskim in Cerknškim poljem. *Acta carsologica* 4, 5—50. Ljubljana.
- Gavazzi, H. 1904: Die Seen des Karstes. *Abh. Geogr. Ges.* 5/2, 1—136. Wien.
- Gospodarič, R. 1968: Nekaj novih speleoloških raziskav v porečju Ljubljanice l. 1966. *Naše jame* 9 (1967), 37—44. Ljubljana.
- Gospodarič, R. 1969: Prirodne akumulacije vode v jamah porečja Ljubljanice. *Krš Jugoslavije* 6, 157—174. Zagreb.
- Gospodarič, R. 1969 b: Raziskovanje Velike in Male Karlovice. *Naše jame* 10 (1968), 61—66. Ljubljana.
- Gospodarič, R. 1970: Speleološke raziskave Cerknškega jamskega sistema. *Acta carsologica* 6, 109—169. Ljubljana.
- Gospodarič, R. 1971: O nekaterih jamah ob Cerknškem jezeru. *Medn. mlad. raziskovalni tabori*, 49—64. Ljubljana.

- Gospodarič, R. 1971: O nekaterih ponorih ob Cerknškem jezeru. Naše jame 12 (1970), 43—51. Ljubljana.
- Gospodarič, R. 1973: Preučevanje razpok s pomočjo njihovih struktur. 7. kongres geol. Jug. (1971), 1, 485—502. Zagreb.
- Gospodarič, R. 1972: Speleološke raziskave Cerknškega jezera in okolice, 2. del. Arhiv IZRK, rokopis, Postojna.
- Gospodarič, R. 1974: Fluvialni sedimenti v Križni jami. Acta carsologica 7, 327—366. Ljubljana.
- Gospodarič, R. & P. Habič 1976: Underground Water Tracing Investigations in Slovenia 1972—1975. Institute for Karst Research SAZU, Postojna.
- Gruber, T. 1781: Briefe hydrographischen u. physikalischen Inhaltes aus Krain. Wien.
- Grund, A. 1914: Zur Frage des Grundwassers in Karst. Intern. Ztsch. Wasser-Versorgung 1/10, 170—174. Leipzig.
- Habič, P. 1968: Nova odkritja v Veliki Karlovinci. Naše jame 9 (1967), 52—54. Ljubljana.
- Habič, P. 1974: Tesnenje požiralnikov in presihanje Cerknškega jezera. Acta carsologica 6, 35—56. Ljubljana.
- Hacquet, B. 1778: Oryctographia Carniolica oder physikalische Erdbeschreibung des Herzogthums Krain, Istrien und zum Thail der benachbarten Länder. 1, XVI + 162. J. G. J. Breitkopf. Leipzig.
- Hočevár, A. 1940: Cerknško jezero. Arhiv Inštituta za raziskovanje krása SAZU, 1—201. Ljubljana. (Postojna, tipkopis.)
- Jenko, F. 1954: Vodnogospodarska osnova porečja Ljubljanice. Hidrogeologija, 4, 1—409. Arhiv Projekta nizke zgradbe, Ljubljana.
- Jenko, F. 1959: Hidrogeologija in Vodno gospodarstvo krása. 1—237. Državna založba Slovenije, Ljubljana.
- Jenko, F. 1959: Poročilo o novejših raziskavah podzemeljskih voda na Slovenskem krásu. Acta carsologica 2, 209—227. Ljubljana.
- Jenko, F. 1964: Idejni projekt stalne ojezeritve Cerknškega jezera, 1—116. Zavod za vodno gospodarstvo SRS, Ljubljana.
- Jenko, F. 1966: Tehnična dokumentacija poizkusa stalnejše ojezeritve Cerknškega jezera. Zavod za vodno gospodarstvo SRS, rokopis, Ljubljana.
- Jenko, F. 1968: Umbildung des periodischen Sees von Cerknica (Slowenien, Jugoslawien) in einen ständigen See. Actes IV. CIS (1965), 3, 303—307. Ljubljana.
- Jenko, F. 1970: Poročilo o stalnejši ojezeritvi Cerknškega jezera za obdobje 14. nov.—20. avg. 1970. Zavod za vodno gospodarstvo SRS, rokopis, Ljubljana.
- Kabaj, M. 1925: Cerknško jezero in okolica. Ljubljana.
- Kebe, G. 1860: Popis Cerknškega jezera. Novice, Ljubljana.
- Kerin, L. 1965: Das Hydrosystem des Karstflusses Ljubljanica. Referat na IV. CIS (1965), neobjavljen, 1—14. Ljubljana.
- Knebel, W. 1906: Höhlenkunde. 1—222. F. Vieweg, Braunschweig.
- Kossmat, F. 1897: Über die geologischen Verhältnisse der Umgebung von Adelsberg und Planina. Verh. Geol. R. A., 78—84. Wien.
- Kossmat, F. 1905: Erläuterungen zur geologischen Karte Haidenschaft und Adelsberg (z. geol. karto), 1—56. Wien.

- Kossmat, F. 1916: Die morphologische Entwicklung der Gebirge in Isonzo und oberen Savegebiet. Zeitsch. d. Gesellsch. f. Erdk. zu Berlin 9, 576—602; 10, 645—675. Berlin.
- Korošec, B. 1967: Beseda, dve o Steinbergovem in drugih opisih Cerknškega jezera. Kronika, časopisa za slovensko krajevno zgodovino 15/1, 11—22. Ljubljana.
- Kraus, F. 1888: Die Entwässerungsarbeiten in den Kesseltälern von Krain. Wochensch. Österr. Ing. und Arch.-Vereines, Wien.
- Kraus, F. 1894: Höhlenkunde. 1—308. Verlag C. Gerold's Sohn, Wien.
- Krebs, N. 1924: Fragmente einer Landeskunde des innerkrainer Karstes. Cvijić Festschrift, Belgrade.
- Krivic, P. & A. Praprotnik 1973: Jamsko potapljanje v Sloveniji. Naše jame 14 (1972), 3—14. Ljubljana.
- Kunaver, P. 1922: Kraški svet in njegovi pojavi. Učiteljska tiskarna, 1—105. Ljubljana.
- Kuščer, D. 1963: Quelques remarques a l'hydrogéologie des poljes de Cerknica et de Planina Ass. intern. hydrogeol. Resumes des communications, 2, 9—13. Beograd.
- Lipold, M. V. (1857): Geologische Manuskriptkarte 1 : 750 000. Weichselburg - Zirknitz.
- Löhnberg, A. 1934: Zur Hydrographie des Zirknitzer Beckens (Ein Beitrag zur Karstforschung). Men. Soc. Geogr. 3, 1—114. Beograd.
- Martel, E. A. 1894: Les Abîmes. Libr. Ch. Delgrave, 1—578, Paris.
- Melik, A. 1928: Pliocensko porečje Ljubljance. Geografski vestnik 4, 69—88. Ljubljana.
- Melik, A. 1951: Pliocenska Pivka. Geografski vestnik 23, 17—39. Ljubljana.
- Melik, A. 1955: Kraška polja Slovenije v pleistocenu. Dela Inštituta za geografijo SAZU 3, 1—163. Ljubljana.
- Michler, I. 1934: Nova odkritja v Križni jami. Proteus 1/9, 188—199. Ljubljana.
- Milovanović, B. 1937: O litološkim krečnjacima na jugoistočnom obrobu Cerknškega polja u Sloveniji. Geol. anali, 74—78. Beograd.
- Mlakar, I. 1967: Primerjava spodnje in zgornje zgradbe idrijskega rudišča. Geologija 10, 87—126. Ljubljana.
- Novak, D. 1964: Hidrogeološka študija Slovenskega krasa. B. Hidrogeološko raziskovanje notranjskega krasa. Arhiv Geol. zavoda SRS, 1—170. Ljubljana.
- Novak, D. 1966: Poročilo o barvanju v Križni jami 1965. Naše jame 8, 89. Ljubljana.
- Novak, D. 1969: O barvanju potoka v Križni jami. Geografski vestnik 41, 75—79. Ljubljana.
- Osole, F. 1967: Zakajeni spodmol, jamska paleolitska postaja. Aheološki vestnik 18, 25—42. Ljubljana.
- Perko, A. 1908: Der Zirknitzer See in Krain - Österreich. Eine speläo-geographische Skizze. Prometheus, 19/976—978, 625—630, 643—647, 664—667. Berlin.
- Perco, A. & E. Boegan 1928: Rilievi ed esperimenti con sostanze chimiche e coloranti sulla Piuca e Rio dei Camberi. Le Grotte d'Italia 2/3, 130—143. Trieste.
- Pičinin, A. & D. Škerjanc, 1971: Hidrogeološko poročilo o delu in raziskavah v zvezi s projektom naravoslovne raziskave Cerknškega jezera z okolico v letu 1963—1969. Hidrometeorološki zavod SRS, rokopis, Ljubljana.



- Pičinin, A., & D. Škerjanc 1971a: Recenzijsko poročilo o poskusu stalne ojezeritve Cerknškega jezera. Hidrometerološki zavod SRS, rokopis, Ljubljana.
- Pleničar, M. 1953: Prispevek h geologiji Cerknškega jezera. *Geologija* 1, 111—117. Ljubljana.
- Pleničar, M. & D. Kerčmar, 1959: Osnovna geološka karta FLRJ, Cerknica, Laze. *Arhiv Geol. zavoda*, Ljubljana.
- Putick, W. 1888: Die Ursachen der Überschwemmungen in den Kesselthälern von Innerkrain. *Wochensch. Österr. Ing. Arch.-Vereines* 34/35, 3—10. Wien.
- Putick, W. 1902: Der Zirknitzer See und Seine geologische Verhältnisse. *Festschrift d. Staats-Oberschule*, 273—281. Brunn.
- Ravnik, D. 1976: Kameninska podlaga Planinskega polja. *Geologija* 19, 291—315. Ljubljana.
- Rus, J. 1925: Morfogenetske skice iz notranjskih strani. I. in II. del. *Geografski vestnik* 1/2, 29—33, 105, 112. Ljubljana.
- Rus, J. 1930: O geomorfoloških vzrokih ojezeritve Cerknškega polja. *Zbornik radova III. kongresa slov. geografa in etnografa u Jugoslaviji*, 94—95. Beograd.
- Schmidl, A. 1850: Beitrag zur Höhlenkunde des Karstes. *Sitzungsber. Akad. Wiss.* 2/5, 464—479, Wien.
- Schmidl, A. 1854: Die Grotten und Höhlen von Adelsberg Lueg, Planina und Laas. *Gedrickt, Leop. Sommer*, 1—316. Wien.
- Spöcker, R. G. 1932: Untersuchungen über einige Kesseltäler des Karstes (Adelsberg, Zirknitz und Planina). *Neues. Ib. Min. Geol. Paleont. Abh.*, 68/B, Beilagebd, 260—276. Stuttgart.
- Steinberg, F. A. 1761: Grundliche Nachricht von dem in dem Inner-Krain gelegenen Czirknitzer-See. *A. E. Reichbardtin*, 1—235. Laibach.
- Šercelj, A. 1969: Palinološka raziskovanja Cerknškega jezera. *Vestnik izvršnega odbora sveta LT*, 69—71. Ljubljana.
- Šercelj, A. 1973: Paleobotanične raziskave sedimentov Cerknškega jezera in okolice. *Medn. mlad. raziskovalni tabori (1971—1972)*, 47—54. Ljubljana.
- Šercelj, A. 1974: Paleovegetacijske raziskave sedimentov Cerknškega jezera. *Acta carsologica* 7, 233—240. Ljubljana.
- Šerko, A. 1946: Barvanja ponikalnic v Sloveniji. *Geografski vestnik* 18/1—4, 125—139. Ljubljana.
- Valvasor, J. 1689: Die Ehre des Herzogthums Crain, Bd 1—4. Laybach.
- Vicentini, R. 1875: Bonificio della valli di Laas, Zirknitz, Planina e Lubiana. *Arhiv Savske elektrarne*, Ljubljana.
- Zörrer, I. 1838: Beschreibung einer Berghöhle bei beiligen Kreuz unweit Laas in Adelsberger Kreise nebst dm Grundwisse und Situation des Planes. *Beitr. Naturg. Landw. Topogr. Herz. Krain*, izdal F. Hohenwart, 1, 78—88. Ljubljana.
- Žirovnik, I. 1898: Cerknško jezero. *Slovenska matica*, Ljubljana.

DIE VEGETATIONSVERHÄLTNISSE  
DES SEES VON CERKNICA  
SUMPF-, MOOR-, UND WIESEN-VEGETATION

(MIT 2 ABBILDUNGEN UND 12 TABELLEN)

VEGETACIJSKE RAZMERE CERKNIŠKEGA JEZERA  
MOČVIRNA, BARJANSKA IN TRAVIŠČNA VEGETACIJA

(Z 2 SLIKAMA IN 12 TABELAMI)

LJUDEVIT ILIJANIĆ

SPREJETO NA SEJI  
RAZREDA ZA PRIRODOSLOVNE VEDE  
SLOVENSKE AKADEMIJE ZNANOSTI IN UMETNOSTI  
DNE 10. JUNIJA 1977

## INHALT — VSEBINA

Izveček — Abstract . . . . .	166 (4)
Einleitung . . . . .	167 (5)
Geographische Lage, geologische, klimatische und hydrologische Verhältnisse	167 (5)
Methodik der Vegetationsuntersuchungen . . . . .	171 (9)
Systematische Übersicht der untersuchten Vegetation . . . . .	172 (10)
Kurze Schilderung der Vegetationseinheiten . . . . .	172 (10)
Vorschlag für den Vegetationsschutz und die weiteren Vegetationsunter- suchungen auf dem See von Cerknica . . . . .	192 (30)
Schlußfolgerungen . . . . .	194 (32)
Vegetacijske razmere Cerkniškega jezera. Močvirna, barjanska in traviščna vegetacija (Povzetek) . . . . .	195 (33)
Literatur . . . . .	197 (35)

Izvleček

UDK 581.55(255)(497.12—14)

**Ilijanić, Ljudevit: Vegetacijske razmere Cerknškega jezera. Močvirna, barjanska in travnična vegetacija. Acta carsologica 8, 163—200, Ljubljana, 1978, lit. 57.**

Na osnovi dosedanjih proučevanj močvirne, barjanske in travnične vegetacije smo ugotovili na opisanem področju naslednje vegetacijske enote: *Scirpo - Phragmitetum* W. Koch 1926, *Caricetum elatae* W. Koch 1926, *Caricetum gracilis* (Graebn. et Hueck 1931) TX. 1937, *Rhynchosporium albae* W. Koch 1926, *Primulo - Schoenetum* (W. Koch 1926) Oberd. 1962, *Arrhenatheretum medioeuropaeum* (Br. — Bl. 1919) Oberd. 1952 in opisali novo asociacijo *Deschampsio - Plantaginatum altissimae* ass. nova.

Abstract

UDC 581.55(255)(497.12—14)

**Ilijanić Ljudevit: Vegetation Conditions of Cerknica Lake. Boggy Marshy and Grassy Vegetation. Acta carsologica 8, 163—200, Ljubljana, 1978, Lit. 57.**

On the base of previous studies of boggy, marshy and grassy vegetation on described region the following vegetation units were stated: *Scirpo - Phragmitetum* W. Koch 1926, *Caricetum elatae* W. Koch 1926, *Caricetum gracilis* (Graebn. et Hueck 1931) TX. 1937, *Rhynchosporium albae* W. Koch 1926, *Primulo - Schoenetum* (W. Koch 1926) Oberd. 1962, *Arrhenatheretum medioeuropaeum* (Br. — Bl. 1919) Oberd. 1952 and new association *Deschampsio - Plantaginatum altissimae* ass. nova was described.

Naslov — Address:

dr. Ljudevit Ilijanić

Botanički zavod Prirodoslovno-matematičkog  
fakulteta Sveučilišta

Marulićev trg 20/II

41000 Zagreb, Jugoslavija

## **EINLEITUNG**

Im Rahmen der komplexen naturwissenschaftlichen Untersuchungen des Cerknisko jezero (Zirknitzer-See, Zirknitzer-Karstfeld), die von der Slowenischen Akademie der Wissenschaften unternommen wurden, habe ich, auf der Einladung von Prof. Dr. Maks Wraber, die Aufgabe übernommen, die Sumpf-, Moor- und Wiesenvegetation zu untersuchen.

Systematische Vegetationsuntersuchungen des Zirknitzer-Sees wurden schon vor dem zweiten Weltkrieg geplant und von G. Tomažič begonnen. Die Resultate dieser Untersuchungen sind leider nicht veröffentlicht worden, sondern nur als Bericht des Autors (Tomažič 1939) im Manuskript aufbewahrt geblieben. Das Manuskript stellte mir das Institut für Karstuntersuchungen der Slowenischen Akademie der Wissenschaften in Postojna bereitwillig zur Verfügung. Im Bericht bringt der Autor das Verzeichnis der gefundenen Pflanzen (die Florenliste) und 32 Vegetationsaufnahmen, von denen einige in unserem Beitrag, wie aus dem Text klar hervorgeht, ausgewertet werden.

Unsere Untersuchungen wurden im Jahre 1970 auf dem See von Cerknica und vergleichsweise auf dem Planinsko polje und in der Umgebung von Logatec begonnen und im Jahre 1972 fortgesetzt.

In diesem Beitrag bringen wir die wichtigsten Resultate der Untersuchungen auf dem See von Cerknica (einschließlich die vergleichenden Resultate von Planinsko polje), die während der 14. Tagung der Ostalpin-Dinarischen Pflanzensoziologischen Gemeinschaft in Ljubljana kurz referiert wurden (Lj. Ilijanić 1974), während die Resultate der Flachmooruntersuchungen in der Umgebung von Logatec an anderer Stelle (Lj. Ilijanić 1978) veröffentlicht werden.

Die im Beitrag erwähnten Moose wurden von Herrn Prof. A. Martinčič bestimmt, dem auch an dieser Stelle herzlich gedankt sei. Herrn Dr. Mitja Zupančič bin ich für die Geländemitarbeit im Jahre 1970, Herrn Prof. Vovk und seinen Mitarbeitern für die Übermittlung der Angaben über die pedologischen Analysen und der Slowenischen Akademie der Wissenschaften für die finanzielle Unterstützung sehr dankbar.

## **GEOGRAPHISCHE LAGE, GEOLOGISCHE, KLIMATISCHE UND HYDROLOGISCHE VERHÄLTNISSE**

Da in demselben Band dieser Zeitschrift (Acta carsologica) die geologischen, klimatischen und hydrologischen Verhältnisse in anderen Beiträgen viel ausführlicher dargestellt werden, sei hier darüber nur kurz für das bessere Verständnis der ökologischen und Vegetationsverhältnisse etwas gesagt werden.

Der See von Cerknica oder das Karstfeld von Cerknica (Cerkniško polje) ist ein Karstphänomen, das schon seit römischer Zeit die Aufmerksamkeit auf sich zog. Er liegt in Notranjsko im südwestlichen Teil Sloweniens (Abb. 1) auf einer Meereshöhe von etwa 550 m.

Das Cerkniško polje erstreckt sich in einer Länge von etwa 10 und einer Breite von etwa 5 km ungefähr vom Städtchen Cerknica im NW-Teil bis zum Dorf Gorenje Jezero im SO-Teil in der Richtung der Dinarischen Gebirge (NW—

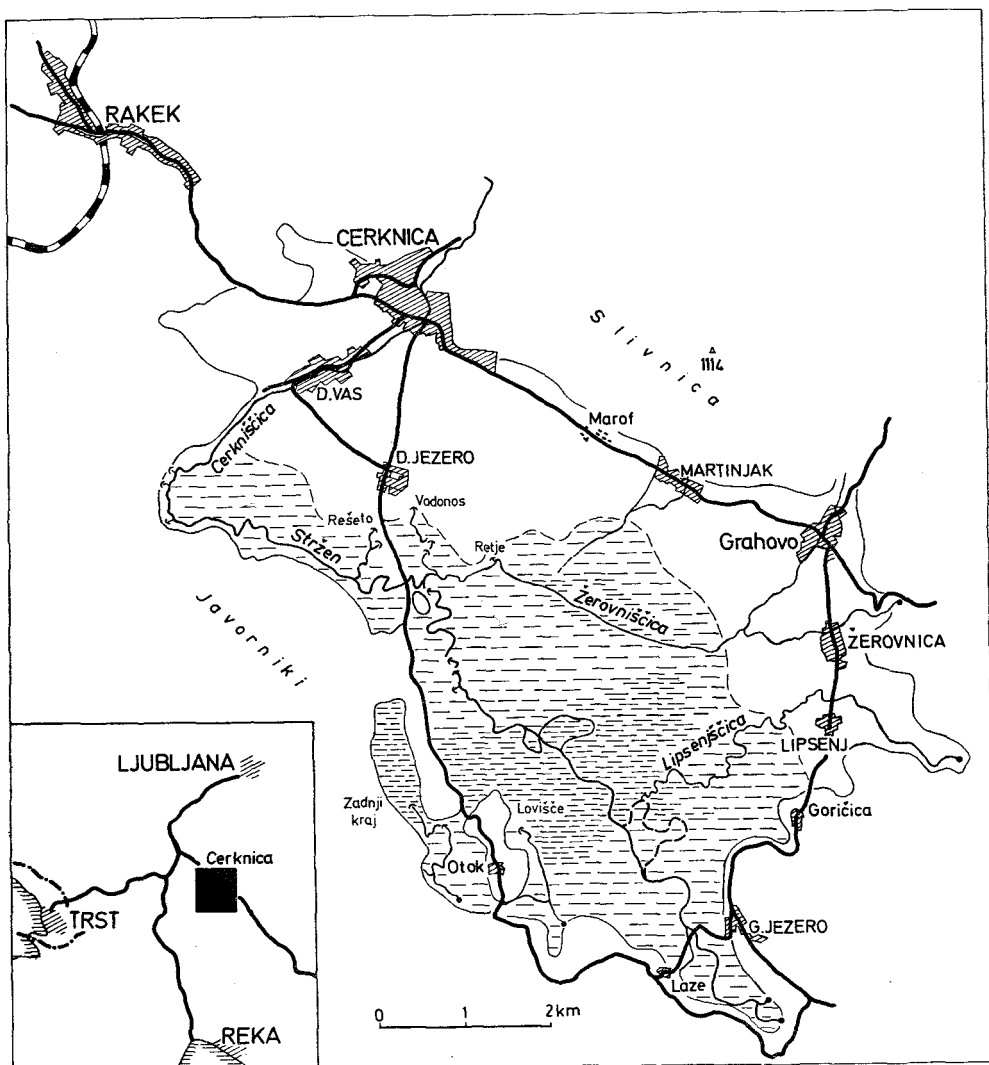


Abb. 1. Geographische Lage des Zirknitzer-Sees

Sl. 1. Geografski položaj Cerkniškega jezera

SO) zwischen dem Berg Slivnica (1114 m) im Norden, der vorwiegend aus Jura-Dolomit, dem Berg Križna gora (856 m) im Osten, der vorwiegend aus Jura-Kalk, und dem Berg Javorniki (1268 m) im Süden, der aus Kreidekalk aufgebaut ist (vgl. R. Gospodarič 1970).

Das Feld entstand an der Grenze zwischen dem Dolomit und dem Kalk, so daß die NO-Hälfte vorwiegend aus Jura-Dolomit und die SW-Hälfte aus Kreidekalk aufgebaut ist. Auf der Kalkseite sind viele typische Karstphänomene wie Ponikven, Höhle, Karstquellen und Estavellen zu finden, mit denen für Karstfelder charakteristische hydrologische Verhältnisse verbunden sind.

Das Untersuchungsgebiet ist durch die den See bzw. das Feld umgebende Straße begrenzt (Abb. 1).

Allgemeinklimatische Verhältnisse charakterisieren die Angaben über die mittlere Niederschlagsmenge für Cerknica und Planina bei Rakek (nach den Angaben der Hydrometeorologischen Bundesanstalt 1957) und die Mitteltemperaturen der Luft (nach V. Manohin 1964) für Planina bei Rakek (Tab. 1).

Aus den genannten Angaben werden die monatlichen und jährlichen Regenfaktoren errechnet und die thermale Klimabezeichnung im Sinne von M. Gračanin (1950) bestimmt. Um die klimatischen Verhältnisse noch besser zu veranschaulichen, ist auch das Klimadiagramm nach Walter (1955) beigelegt (Abb. 2).

Im Jahresdurchschnitt ist das Klima des Sees von Cerknica und der Umgebung perhumid, mässig warm. Unter der Voraussetzung, daß die monatlichen und jährlichen Mitteltemperaturen in Cerknica nicht oder wenig von jenen in Planina abweichen (die Angaben für Cerknica fehlen leider), kann auf Grund der Niederschlagsverteilung ausgerechnet werden (vgl. Tab. 1), daß nur ein Monat (Juli) semihumid ist, vier Monate (Mai, Juni, August und September) humid, und alle anderen perhumid sind. Das Klima im Südostteil des Sees von Cerknica, wo die Moorvegetation entwickelt ist, ist höchstwahrscheinlich noch feuchter.

In Planina ist kein Monat semihumid, nur drei Monate (Juni, Juli und August) sind humid, alle anderen perhumid.

Die geologischen, geomorphologischen und klimatischen Verhältnisse spiegeln sich in den spezifischen hydrologischen Verhältnisse wider. Dem Karstfeld fließt das Wasser von einem über 400 km<sup>2</sup> großen hydrographischen Hintergrund unter- und oberirdisch in so großer Menge zu, daß es, besonders im Frühling und Herbst, unterirdisch (der einzige Abfluß des Wassers vom Karstfeld) nicht so schnell abfließen kann. So entsteht der See jedes Jahr von neuem (deswegen Zirknitzer-See statt Zirknitzer-Feld!).

In der Zeit der größten Überschwemmungen erreicht der See eine Oberfläche von rund 25–26 km<sup>2</sup> (P. Kunaver 1961). Hoher Wasserstand tritt in der Regel im Herbst während der Regenzeit auf. Im Winter fällt er, und im Frühling, parallel mit der Niederschlagserhöhung und der Schneeschmelze, steigt er wieder. Gegen Ende des Frühlings und im Sommer ist der Wasserzufluß, hauptsächlich vom Cerkniščica-Flüsschen und von einigen Bächen und Bächlein vom Norden, Nordosten und Osten zu klein, um den Wasserstand hoch zu halten, und der See bzw. das Feld trocknet schneller oder langsamer aus.

Die spezifischen hydrologischen und Vegetationsverhältnisse und das mit diesen, besonders in älterer Zeit, eng verbundene Menschenleben in der See-



Tabelle 1. Mittlere monatliche und jährliche Niederschlagsmengen, Lufttemperaturen, Regenfaktoren, Klimahumidität und Thermale Klimabezeichnung

	Ort	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Jahr.
Niederschläge <sup>(1)</sup> (mm)	Planina bei Rakek (465 m Seehöhe)	127	104	164	139	191	163	127	174	201	248	214	147	1999
	Cerknica (576 m Seehöhe)	100	76	130	129	161	151	113	137	176	197	195	129	1694
Temperatur <sup>(2)</sup> (°C)	Planina bei Rakek	-1,1	0,6	4,2	8,8	13,0	16,6	18,1	17,8	14,5	9,5	5,1	1,2	9,0
Regenfaktoren	Planina bei Rakek	—	173	396	158	147	98	70	98	139	261	419	122	222
	Cerknica	—	126,7	309	146	124	91	60	7,7	12,1	20,1	38,2	107,5	188,2
Bezeichnung der Klimahumidität <sup>(3)</sup>	Planina bei Rakek	—	ph	ph	ph	ph	h	h	h	ph	ph	ph	ph	ph
	Cerknica	—	ph	ph	ph	h	h	sh	h	h	ph	ph	ph	ph
Thermale Klima- bezeichnung <sup>(4)</sup>	Planina bei Rakek	n	k	mk	mw	w	w	w	w	w	mw	mk	k	mw

<sup>(1)</sup> Nach der Angaben der Hydrometeorologischen Anstalt (1957)

<sup>(2)</sup> Nach V. Manohin (1964)

<sup>(3)</sup> Bezeichnung der Klimahumidität: ph-perhumides Klima  
h-humides -"-"  
sh-semihumides -"-"

<sup>(4)</sup> Thermale Klimabezeichnung: n-nivales Klima  
k-kältes -"-"  
mk-mässig kaltes -"-"  
mw-mässig warmes -"-"

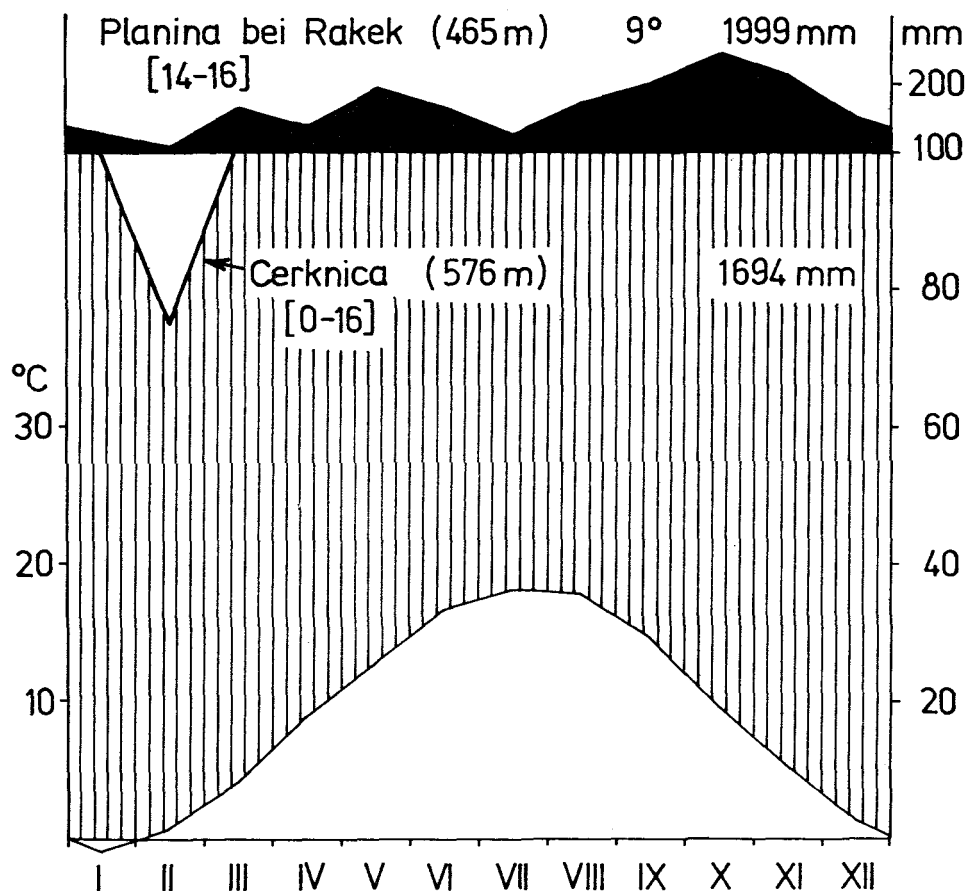


Abb. 2. Klimadiagramm (nach H. Walter)  
Sl. 2. Klimadiagram (po H. Walterju)

umgebung hat schon im Mittelalter der Wiener Arzt Jurij Werner sehr bildlich dargestellt, als er schrieb, daß man auf dem See in einem und demselben Jahre pflügen, säen, ernten, mähen, jagen und fischen kann.

### METHODIK DER VEGETATIONSUNTERSUCHUNGEN

Die Vegetationsuntersuchungen wurden nach den Prinzipien und Methoden der mitteleuropäischen pflanzensoziologischen Schule durchgeführt (J. Braun-Blanquet 1964).

Die Zuordnung der Pflanzen zu einer bestimmten Lebensform wird nach der »Pflanzensoziologischen Exkursionsflora für Süddeutschland« von E. Oberdorfer (1970) bestimmt. In Zweifelsfällen wird in der Regel die erste dort für eine bestimmte Pflanze angegebene Lebensform angeführt, obwohl eine

solche Lösung in einigen Beispielen umstritten bleibt. Für die Zusammenstellung der Lebensformenspektren wurden nur die in den Tabellen angegebenen Gefäßpflanzen genommen.

Die Nomenklatur der Gefäßpflanzen wurde im allgemeinen der »Liste der Gefäßpflanzen Mitteleuropas« von F. Ehrendorfer (1973) angepaßt.

### SYSTEMATISCHE ÜBERSICHT DER UNTERSUCHTEN VEGETATION

Unter den hier kurz geschilderten geologischen, klimatischen und hydrologischen Verhältnissen entwickelt sich auf dem See von Cerknica (bzw. auf dem Karstfeld von Cerknica) die Vegetation, die systematisch folgenderweise gegliedert werden kann:

Klasse: **Phragmitetea** Tx. et Prsg. 42

Ordnung: *Phragmitetalia* W. Koch 26

Verband: *Phragmition* W. Koch 26

Assoziation: *Scirpo - Phragmitetum* W. Koch 26

Verband: *Magnocaricion* W. Koch 26

Assoziation: *Caricetum elatae* W. Koch 26

Assoziation: *Caricetum gracilis* (Graebn. et Hueck 31) Tx. 37

Klasse: **Scheuchzerio - Caricetea fuscae** (Nordh. 36) Tx. 37

Ordnung: *Scheuchzerio - Caricetalia fuscae* (W. Koch 26) Görs et Th. Müller apud Oberd. u. Mitarb. 67

Verband: *Rhynchosporion albae* W. Koch 26

Assoziation: *Rhynchosporietum albae* W. Koch 26

Ordnung: *Caricetalia davallianae* Br.-Bl. 49 (= *Tofieldietalia* Prsg. apud Oberd. 49)

Verband: *Caricion davallianae* Klika 34 (= *Eriophorion latifoliai* Br.-Bl. et Tx. 43)

Assoziation: *Primulo - Schoenetum* (W. Koch 26) Oberd. 57 em. 62

Klasse: **Molinio - Arrhenatheretea** Tx. 37

Ordnung: *Molinietalia* W. Koch 26

Verband: *Molinion caeruleae* W. Koch 26

Assoziation: *Deschampsio - Plantaginetum altissimae* Ass. nov.

Ordnung: *Arrhenatheretalia* Pawl. 28

Verband: *Arrhenatherion elatioris* (Br.-Bl. 25) W. Koch 26

Assoziation: *Arrhenatheretum medioeuropaeum* (Br.-Bl. 19) Oberd. 52

### KURZE SCHILDERUNG DER VEGETATIONSEINHEITEN

#### SCIRPO - PHRAGMITETUM W. Koch 26

Das Teichröhricht entwickelt sich am besten im südlichen Teil des Sees von Cerknica auf größeren Flächen, wo das Wasser das ganze Jahr hindurch den Boden bedeckt, oder die Bodenoberfläche nur seltener und kurze Zeit

außerhalb des Wassers bleibt. Die größten Teichröhrichtbestände befinden sich in der Gegend von Dolenje Jezero und in der Umgebung des Dorfes Otok zwischen dem Fluß Stržen (Jezerska reka, Jezerski potok) und dem Seeufer.

Die floristische Zusammensetzung der Assoziation ist der Tabelle 2 zu entnehmen, die auf Grund der vier Aufnahmen von G. Tomažič (1939) zusammengestellt wird.

Tab. 2. SCIRPO - PHRAGMITETUM W. Koch 26

Lebensform	Aufnahmenummer	1	2	3	4
	Aufnahmefläche (m²)	500	100	500	4
	Ass. - Charakterarten				
W	<i>Schoenoplectus lacustris</i> (L.) Palla	3.3	3.3	3.2	1.1
W	<i>Sagittaria sagittifolia</i> L.	+	.	.	.
	Verbands - Charakterarten ( <i>Phragmition</i> )				
W	<i>Rorippa amphibia</i> (L.) Bess.	2.2	2.2	2.3	2.2
W	<i>Phragmites communis</i> Trin.	2.2	1.1	2.2	.
W	<i>Butomus umbellatus</i> L.	+	+	.	2.1
W	<i>Rumex hydrolapathum</i> Huds.	+	.	.	.
	Ordnungs- und Klassen- Charakter- arten ( <i>Phragmitetalia</i> , <i>Phragmitetea</i> )				
H	<i>Senecio paludosus</i> L.	1.1	2.2	1.1	+
W	<i>Alisma plantago - aquatica</i> L.	1.1	1.1	+	1.1
H	<i>Galium elongatum</i> Presl.	1.2	2.2	(+)	.
G	<i>Carex gracilis</i> Curt.	1.2	2.2	(+.2)	.
W	<i>Sium latifolium</i> L.	1.1	.	+	1.1
H	<i>Mentha aquatica</i> L.	1.1	+	.	1.1
W	<i>Iris pseudacorus</i> L.	+	.	+	.
H	<i>Berula erecta</i> (Huds.) Cov.	+	+	.	.
W	<i>Eleocharis palustris</i> (L.) R. et Sch.	+	.	.	.
H	<i>Teucrium scordium</i> L.	.	.	.	+
H	<i>Scrophularia umbrosa</i> Dum.	+	.	.	.
	Begleiter				
W	<i>Polygonum amphibium</i> L.	1.1	+	2.1	+
H	<i>Agrostis stolonifera</i> L.	1.2	2.2	1.2	.
H	<i>Myosotis scorpioides</i> L.	1.1	2.1	.	1.1
H	<i>Eleocharis acicularis</i> (L.) R. et Sch.	.	1.2	1.2	3.3
H	<i>Lythrum salicaria</i> L.	+	+	+	.
H	<i>Caltha palustris</i> L.	+	1.1	.	.
H	<i>Juncus articulatus</i> L.	+	.	.	.
H	<i>Ranunculus repens</i> L.	.	+	.	.
W	<i>Ranunculus circinatus</i> Sibth.	.	.	.	1.2
W	<i>Alisma gramineum</i> Lej.	.	.	.	+
W	<i>Potamogeton natans</i> L.	.	.	.	+

Die Aufnahmen wurden an folgenden Stellen aufgenommen:

Aufn. 1. Zwischen dem Stržen-Fluß und dem Dorf Otočec (5. 9. 1939); Aufn. 2. Östlich von der Kote 583 (4. 9. 1939); Aufn. 3. Zadnji kraj (4. 9. 1939); Aufn. 4. Südlich des Dorfes Dolenje Jezero (28. 8. 1939).

Viele Autoren vertreten die Ansicht, daß das *Scirpo - Phragmitetum* in mehrere selbständige enger gefaßte Assoziationen gegliedert werden sollte (vgl. z. B. S. Pignatti, 1954; W. West en A. J. Den Held, 1969; E. Oberdorfer, 1967; F. Klötzli, 1970 u. a.). Diesem Standpunkt folgend, könnte man am Zirknitzer-See wenigstens zwei Assoziationen und zwar *Scirpetum lacustris* (Eggl. 33) Schmale 39 und *Phragmitetum* (Gams 27) Schmale 39 unterscheiden.

In unserem Beitrag respektieren wir aber die Ansicht G. Tomažič's (1939), da er die Aufnahmen im Gelände, in Übereinstimmung mit seiner Auffassung von der Gesellschaft im weiteren Sinne nach W. Koch (1926), aufgenommen hat.

Dieser Standpunkt wird aber auch in vielen späteren pflanzensoziologischen Arbeiten bis zur neuesten Zeit vertreten (vgl. J. Braun-Blanquet 1949; H. Ellenberg 1963; E. Oberdorfer 1957; 1962; R. Soó 1970; B. Pawłowski und K. Zarzycki 1972; I. Horvat, V. Glavač und H. Ellenberg 1974).

Das Lebensformenspektrum des *Scirpo - Phragmitetum* zeigt folgendes Bild:

Lebensform	Artenzahl	%
W	14	50,0
H	13	46,4
G	1	3,6
Gesamtzahl	28	100,0

Am Lebensformenaufbau sind die Hemikryptophyten fast wie die Wasserpflanzen beteiligt.

Die *Scirpo - Phragmitetum* - Bestände werden im Herbst, wenn es der Wasserstand ermöglicht, gemäht und als Streu, im Notfall aber auch als Viehfutter benutzt.

#### CARICETUM ELATAE W. Koch 26

Der Steifseggensumpf entwickelt sich im Kontakt mit dem *Scirpo - Phragmitetum* und *Caricetum gracilis* stellenweise auch im Kontakt mit Wiesengesellschaften. Im *Caricetum elatae* liegt das Wasser nicht so lange wie im *Scirpo - Phragmitetum*, bleibt aber länger als im *Caricetum gracilis*.

Tab. 3. CARICETUM ELATAE W. Koch 26

Lebensform	Aufnahmenummer	1	2	3	4	5	6
	Aufnahmefläche (m²)	25	100	20	100	100	100
	Ass. - Charakterarten						
H	<i>Carex elata</i> All.	2.2	4.4	1.2	4.5	5.5	3.2
H	<i>Senecio paludosus</i> L.	2.1	2.1	1.2	1.1	2.2	2.2
H	<i>Teucrium scordium</i> L.	2.2	.	2.1	.	.	.
	Verbands - Charakterarten (Magnocaricion)						
H	<i>Galium elongatum</i> Presl.	2.2	3.3	.	2.2	2.2	.
G	<i>Carex gracilis</i> Curt.	2.2	.	1.2	.	.	2.2
W	<i>Carex riparia</i> Curt.	.	1.2	.	1.2	1.2	.
H	<i>Poa palustris</i> L.	.	+	.	(+)	+2	.
	Ordnungs- und Klassen- Charakter- arten ( <i>Phragmitetalia</i> , <i>Phragmitetea</i> )						
H	<i>Mentha aquatica</i> L.	2.2	1.1	1.1	1.1	+2	2.1
W	<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	1.1	+	+	.	.	.
W	<i>Equisetum fluviatile</i> L.	.	1.1	.	.	+	+
W	<i>Phragmites communis</i> Trin.	1.2	.	.	.	.	.
W	<i>Schoenoplectus lacustris</i> (L.) Palla	1.1	.	.	.	.	.
W	<i>Rorippa amphibia</i> (L.) Bess.	+	.	.	.	.	.
H	<i>Veronica anagallis-aquatica</i> L.	.	+	.	.	.	.
	Begleiter						
H	<i>Caltha palustris</i> L.	2.1	2.2	1.1	2.1	1.2	1.2
H	<i>Plantago altissima</i> L.	2.2	1.1	1.2	1.1	+	2.2
H	<i>Lythrum salicaria</i> L.	+	1.1	.	1.1	+	+
H	<i>Ranunculus repens</i> L.	1.1	+	.	1.1	.	1.1
H	<i>Agrostis stolonifera</i> L.	2.2	.	2.2	1.2	.	.
G	<i>Leucium aestivum</i> L.	1.2	+	.	+	.	.
H	<i>Gratiola officinalis</i> L.	1.2	.	.	+	+	.
G	<i>Equisetum palustre</i> L.	.	+	.	+	.	1.1
H	<i>Myosotis scorpioides</i> L.	2.2	.	1.2	.	.	.
W	<i>Menyanthes trifoliata</i> L.	.	2.3	.	.	+2	.
H	<i>Potentilla reptans</i> L.	+	.	2.1	.	.	.
W	<i>Polygonum amphibium</i> L.	2.1	.	+	.	.	.
H	<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	.	1.1	.	.	1.1	.
	<i>Acrocladium cuspidatum</i>	1.2	.	1.2	.	.	.
H	<i>Deschampsia caespitosa</i> (L.) P. B.	1.3	.	.	.	.	.
H	<i>Eleocharis acicularis</i> (L.) R. et Sch.	.	.	+2	.	.	.
H	<i>Valeriana dioica</i> L.	.	.	.	.	.	+2
H	<i>Juncus articulatus</i> L.	+	.	.	.	.	.
W	<i>Hippuris vulgaris</i> L.	+	.	.	.	.	.
H	<i>Sanguisorba officinalis</i> L.	.	+	.	.	.	.
W	<i>Utricularia vulgaris</i> L.	.	+	.	.	.	.
T	<i>Polygonum hydropiper</i> L.	.	.	+	.	.	.
H	<i>Ranunculus repens</i> L.	.	.	+	.	.	.
H	<i>Ranunculus flammula</i> L.	.	.	.	+	.	.

Die floristische Zusammensetzung ist in der Tabelle 3 dargestellt, die sechs Aufnahmen von folgenden Fundorten enthält:

Aufn. 1. Südlich von Dolenje Jezero bei dem Stržen-Fluß (Tomažič, 29. 8. 1939); Aufn. 2. Etwa 1 km westlich vom Dorf Goričice (21. 7. 1972); Aufn. 3. Die Lokalität wie Aufn. 1 (Tomažič, 28. 8. 1939); Aufn. 4. Wie Aufn. 2 (27. 7. 1972); Aufn. 5. Wie Aufn. 2 (14. 7. 1974); Aufn. 6. Bei dem Dorf Laze (21. 8. 1973).

Das Lebensformenspektrum des *Caricetum elatae* zeigt folgendes Bild:

Lebensform	Artenzahl	%
H	23	62,2
W	10	27,0
G	3	8,1
T	1	2,7
Gesamtzahl	37	100,0

Wie aus dem Lebensformenspektrum zu ersehen ist, überwiegen hier nach der Artenzahl die Hemikryptophyten.

Der Steifseggensumpf wird gegen Sommerende oder Herbstanfang nach dem Wasserabfluß normalerweise gemäht.

#### *CARICETUM GRACILIS* (Graebn. et Hueck 31) Tx. 37

Das Schlankenseggenried ist eine sehr verbreitete Sumpfgesellschaft am Zirknitzer-See. Die größten Bestände befinden sich im südlichen Teil besonders beiderseits des Stržen-Flusses.

Während des Hochwasserstandes liegt das *Caricetum gracilis* ganz unter dem Wasser. Im Sommer bleibt die Bodenoberfläche normalerweise außerhalb des Wassers, so daß viele Angler mit Wagen am Stržen-Fluß entlang durch das *Caricetum* bis zur »Seemitte« fahren können.

Gleichlaufend mit dem Wasserabfluß im Sommer beginnt die Mahd, zuerst auf den Wiesenflächen, die als erste außerhalb des Wassers auftauchen, dann kommen an die Reihe *Caricetum gracilis* und *Caricetum elatae*, und am Sommerende, falls es die hydrologischen Verhältnisse zulassen, auch das *Scirpo - Phragmitetum*.

Die floristische Zusammensetzung des *Caricetum gracilis* ist der Tabelle 4 mit sieben Aufnahmen zu entnehmen. Die Aufnahmen wurden an folgenden Stellen aufgenommen:

Aufn. 1. Zwischen dem Dorf Gorenje Jezero und dem Dorf Laze (29. 6. 1970); Aufn. 2. Südwestlich vom Dorf Martinjak am Bach Žerovniščica (Tomažič 9. 9. 1939); Aufn. 3. Zwischen dem Fluß Stržen und der Halbinsel Otočec (Tomažič,

Tab. 4. *CARICETUM GRACILIS* (Graebn. et Hueck 31) Tx. 37

Lebensform	Aufnahmenummer	1	2	3	4	5	6	7
	Aufnahmefläche (m²)	100	100	200	100	100	25	25
	Ass. - Charakterarten							
G	<i>Carex gracilis</i> Curt.	5.5	4.4	5.4	4.4	5.5	4.4	2.2
W	<i>Carex riparia</i> Curt.	.	.	.	.	.	2.2	1.2
	Verbands - Charakterarten ( <i>Magnocaricion</i> )							
H	<i>Senecio paludosus</i> L.	1.1	1.1	1.1	+	2.1	.	.
H	<i>Galium elongatum</i> Presl.	.	+	+	+	.	.	+
H	<i>Teucrium scordium</i> L.	.	+	1.1	.	.	.	.
H	<i>Scutellaria galericulata</i> L.	.	.	+	.	.	.	.
W	<i>Carex vesicaria</i> L.	.	.	.	.	.	+	.
	Ordnungs- und Klassen - Charakter- arten ( <i>Phragmitetalia</i> , <i>Phragmitetea</i> )							
H	<i>Mentha aquatica</i> L.	2.2	2.1	1.1	1.1	1.1	.	.
W	<i>Eleocharis palustris</i> (L.) R. et Sch.	2.2	+	+	.	.	2.1	2.2
W	<i>Phalaris arundinacea</i> L.	.	.	.	.	1.2	+	4.4
H	<i>Lycopus europaeus</i> L.	.	+	+	+	.	.	.
W	<i>Phragmites communis</i> Trin.	1.1	.	1.1	.	.	.	.
W	<i>Equisetum fluviatile</i> L. em. Ehrh.	1.1	.	.	.	+	.	.
W	<i>Schoenoplectus lacustris</i> (L.) Palla	.	+	1.1	.	.	.	.
W	<i>Iris pseudacorus</i> L.	.	.	.	.	.	+2	.
	Begleiter							
H	<i>Caltha palustris</i> L.	3.2	2.1	2.2	+	2.2	1.2	+
H	<i>Ranunculus repens</i> L.	2.2	2.1	1.1	+	.	2.2	1.1
H	<i>Plantago altissima</i> L.	+2	1.2	1.1	+	.	2.2	+2
H	<i>Gratiola officinalis</i> L.	+2	1.2	.	1.1	.	3.3	2.2
H	<i>Lythrum salicaria</i> L.	.	+	+	+	+	.	.
H	<i>Myosotis scorpioides</i> L.	2.1	.	1.1	+	.	.	.
G	<i>Leucolium aestivum</i> L.	.	+	.	.	.	2.2	+2
H	<i>Deschampsia caespitosa</i> (L.) P. B.	.	1.1	.	2.2	.	.	.
H	<i>Juncus articulatus</i> L.	1.2	+	.	.	.	.	.
W	<i>Polygonum amphibium</i> L.	1.1	.	+	.	.	.	.
H	<i>Agrostis stolonifera</i> L.	.	1.2	+	1.2	.	.	.
H	<i>Carex panicea</i> L.	.	1.1	.	2.2	.	.	.
H	<i>Ranunculus flammula</i> L.	.	1.1	+	.	.	.	.
H	<i>Carex flava</i> L.	+	.	.	+	.	.	.
H	<i>Taraxacum palustre</i> (Lyons) Symons	2.1	.	.	.	.	.	.
H	<i>Senecio aquaticus</i> Huds.	1.1	.	.	.	.	.	.
G	<i>Equisetum palustre</i> L.	+	.	.	.	.	.	.
H	<i>Ranunculus acris</i> L.	+	.	.	.	.	.	.
H	<i>Rumex crispus</i> L.	+	.	.	.	.	.	.
G	<i>Dactylorhiza incarnata</i> (L.) Soó	+	.	.	.	.	.	.
G	<i>Orchis palustris</i> Jacq.	+	.	.	.	.	.	.
H	<i>Galium boreale</i> L.	+	.	.	.	.	.	.
H	<i>Succisella inflexa</i> (Kluk) Beck	.	+	.	.	.	.	.
H	<i>Potentilla reptans</i> L.	.	.	+	.	.	.	.
H	<i>Sanquisorba officinalis</i> L.	.	.	.	.	.	+	.



7. 9. 1939); Aufn. 4. In der Umgebung des Inselchens Goričica (T o m a ž i č, 5. 9. 1939); Aufn. 5. Am Stržen-Fluß ca. 1,5 km NW vom Gorenje Jezero (21. 8. 1973); Aufn. 6. und 7. Planinsko polje; im südlichen Teil unweit der Straße Unec - Planina.

Der Bestand von Planinsko polje mit dominierendem Rohr-Glanzgras (*Phalaris arundinacea*, Aufn. 7) hat Übergangscharakter nach *Phalaridetum arundinaceae* Libb 31. Da der aufgenommene Bestand, wie die anderen, verhältnismässig seltenen *Phalaris*-Bestände auf dem Planinsko polje und dem Zirknitzer-See, nach der floristischen Zusammensetzung doch dem Schlankenseggenried sehr nahe stehen, haben wir ihn hier im Rahmen des *Caricetum gracilis* als Fazies vom *Phalaris arundinacea* aufgefaßt. Für die Gliederung einer selbständigen Assoziation des *Phalaridetum arundinaceae* gibt es hier, unserer Meinung nach, keine floristische Grundlage (in diesem Zusammenhang vgl. auch E. Oberdorfer und Mitarb. 1967).

Über das Lebensformengefüge des *Caricetum gracilis* unterrichtet folgendes Spektrum:

Lebensform	Artenzahl	%
H	26	65,0
W	9	22,5
G	5	12,5
Gesamtzahl	40	100,0

Im Vergleich mit dem *Caricetum elatae* sind hier die Hemikryptophyten mehr beteiligt, und die Therophyten fehlen ganz.

#### RHYNCHOSPORETUM ALBAE W. Koch 26

Am interessantesten im vegetationskundlichen und pflanzengeographischen Sinne ist die Gegend zwischen Lipsenj bzw. Goričice und Gorenje Jezero im südöstlichen Teil des Zirknitzer-Sees, wo der Vegetationskomplex der Zwischen- und Flachmoore und Moorbiesen auf Moorboden entwickelt ist.

Nach den bisherigen pflanzensoziologischen Untersuchungen kann dieser Vegetationskomplex pflanzensoziologisch in drei Vegetationseinheiten gegliedert werden u. zw. *Rhynchosporium albae*, *Primulo-Schoenetum* und artenarme *Molinia-Moorwiesen*.

Im mittleren Teil des genannten Moorkomplexes in kleinen Moordepressionen auf dem nassen, sauren Moorboden entwickelt sich das Schnabelrietmoor.

Die floristische Zusammensetzung ist in Tabelle 5 dargestellt. Alle Aufnahmen stammen von der genannten Lokalität und wurden an folgenden Tagen aufgenommen:

Aufn. 1: 30. 6. 1970; Aufn. 2.: 25. 7. 1973; Aufn. 3. und 4: 21. 8. 1973; Aufn. 5. und 6: 27. 7. 1972; Aufn. 7: 30. 6. 1970; Aufn. 8: 27. 8. 1975.

Tab. 5. *RHYNCHOSPORETUM ALBAE* W. Koch 26

Lebensform	Aufnahmenummer	1	2	3	4	5	6	7	8
	Aufnahmefläche (m <sup>2</sup> )	8	6	9	8	12	10	8	25
Ass. - und Verbands - Charakterarten ( <i>Rhynchosporion albae</i> )									
H	<i>Drosera intermedia</i> Hayne	2.3	1.2	2.1	1.2	.	1.1	2.2	.
H	<i>Rhynchospora alba</i> (L.) Vahl	.	1.1	2.2	2.2	3.2	3.2	.	3.3
Ordnungs- und Klassen - Charakterarten ( <i>Scheuchzerio - Caricetalia fuscae</i> , <i>Scheuchzerio - Caricetea fuscae</i> )									
G	<i>Eriophorum angustifolium</i> Honck.	1.1	+2	1.1	1.1	+	1.1	+2	1.2
H	<i>Parnassia palustris</i> L.	+	.	+	1.1	1.1	+	1.1	+
G	<i>Carex nigra</i> (L.) Reichard (= <i>C. fusca</i> )	1.2	.	.	+2	1.1	1.2	1.2	1.2
H	<i>Schoenus ferrugineus</i> L.	.	+2	.	.	1.2	1.2	2.3	1.2
H	<i>Carex flava</i> L. (incl. <i>lepidocarpa</i> Tausch)	+	.	1.1	1.1	.	.	+	+
G	<i>Trichophorum alpinum</i> (L.) Pers.	1.2	+2	.	.	.	.	2.2	2.2
H	<i>Agrostis canina</i> L.	.	+	+	.	1.1	.	.	.
W	<i>Menyanthes trifoliata</i> L.	+	.	.	.	.	.	1.2	.
H	<i>Juncus alpino-articulatus</i> Chaix	.	.	+	.	1.1	.	.	+2
H	<i>Carex oederi</i> Retz	+	.	.	.	.	.	.	.
H	<i>Carex hostiana</i> DC.	.	.	.	.	+	.	.	.
H	<i>Carex echinata</i> Murray (= <i>C. stellulata</i> )	.	.	.	.	.	.	+	.
Begleiter									
H	<i>Carex panicea</i> L.	+	1.1	1.1	2.2	2.2	1.1	+	2.1
H	<i>Molinia caerulea</i> (L.) Moench	.	1.2	3.3	3.2	2.2	1.2	3.3	+2
H	<i>Gentiana pneumonanthe</i> L.	.	+	2.1	2.1	+	1.1	1.1	+1
H	<i>Potentilla erecta</i> (L.) Räusch.	.	1.1	+	+	+2	+	1.1	1.1
H	<i>Succisa pratensis</i> Moench	.	+	.	+2	+	.	.	.
G	<i>Serratula tinctoria</i> L.	.	.	(+)	.	+	.	.	.
W	<i>Carex rostrata</i> Stokes	2.2	.	.	.	.	.	.	.
G	<i>Equisetum palustre</i> L.	+	.	.	.	.	.	.	.
H	<i>Centaurea jacea</i> L.	.	+	.	.	.	.	.	.
H	<i>Sanquisorba officinalis</i> L.	.	.	.	+	.	.	.	.

Den in der Tabelle angegebenen höheren Pflanzen sind noch folgende Moosarten beizufügen: *Campylium stellatum*, *Fissidens cristatus*, *Aulacomnium palustre*, *Sphagnum* sp. und *Bryum* sp.

Das Schnabelrietmoor vom Zirknitzer-See kann als verarmtes *Rhynchosporium albae* W. Koch 26 bezeichnet werden. Die Bestände, in denen *Trichophorum alpinum* reicher vorkommt, sind dem *Rhynchosporium albae trichophoretosum alpini* W. Koch verwandt. Das Bild entspricht dem von W. Koch (1926: 95) in seiner klassischen Arbeit geschilderten *Trichophorum alpinum*, das auch in *Molinia*-Bestände übergreift, gibt nämlich der Vegetation einen charakteristischen Vorsommer-Aspekt. »Seine Fruchtköpfchen mit ihrer schneeigen Wolle erwecken den Eindruck, als ob weite Flächen mit einem leicht-

ten Schleier überwoben wären.« Im unseren Falle handelt es sich jedoch nicht um solch »weite Flächen«.

Da im untersuchten Schnabelrietmoor keine Differenzialarten vorhanden sind (oder jedenfalls bis jetzt nicht bemerkt wurden), die im mitteleuropäischen *Rhynchosporium* nicht vorhanden wären, könnte hier, unserer Meinung nach, nicht von einer besonderen selbständigen Assoziation die Rede sein.

Die Bestände vom See von Cerknica sind vielmehr durch das Fehlen einiger Arten, wie z. B. *Lycopodium inundatum*, *Drosera rotundifolia*, *Scheuchzeria palustris* u. a. charakterisiert, die im *Rhynchosporium albae* W. Koch öfters vorkommen, sind aber in anderen Gegenden Sloweniens jedoch vorhanden bzw. floristisch nachgewiesen (vgl. E. Mayer 1952).

Die geographische Lage an der südlichen Arealgrenze im Gebiet gegen die submediterrane Vegetation erklärt die Verarmung unseres *Rhynchosporium*. Noch größere Verarmung analoger Vegetation kann weiter nach Osten bzw. Südosten in Kroatien verfolgt werden, wo die Moorvegetation fast ganz verschwunden oder nur auf kleinen Flächen und sehr fragmentarisch entwickelt ist (vgl. I. Pevalšek 1925; I. Horvat 1939, 1962; I. Horvat, V. Glavač und H. Ellenberg 1974).

Das Lebensformenspektrum zeigt folgendes Bild:

Lebensform	Artenzahl	%
H	17	70,8
G	5	20,8
W	2	8,4
Gesamtzahl	24	100,0

Auf die Artenzahl bezogen, ist unser *Rhynchosporium* eine Hemikryptophytengesellschaft, in der die Geophyten verhältnismäßig stark und die Hydrophyten wenig vertreten sind.

Tab. 6. *RHYNCHOSPORIUM ALBAE*

Bodenhorizont und Tiefe (cm)	Farbe	Humositätsgrad nach Post	pH in 0,1 n KCl	Humus %	C %	N %	C/N Verhältnis
T <sub>1</sub> 0—12	5 YR 2,5/1	10	4,72	81,60	47,27	2,77	17,1
T <sub>2</sub> 12—18	5 YR 2,5/1	8—10	4,75	75,84	43,91	2,77	15,8
T <sub>3</sub> 28—92	7,5 YR	2	5,07	90,32	52,29	2,37	22,1
T <sub>4</sub> 92—100	7,5 YR 4/4	1—2	5,13	95,81	55,47	1,92	28,9

Die Gesellschaft entwickelt sich auf schwingendem Torfboden. Auf einem von Herrn Prof. Vovk und Mitarb. untersuchten Profil zeigt der Boden folgende Eigenschaften (Tab. 6). Der Boden gehört zum Niedermoor.

*PRIMULO - SCHOENETUM (FERRUGINEI)* (W. Koch 26) Oberd. 57 em. 62

In der Randzone dieses Vegetationskomplexes, wo von der Landseite das ganze Jahr hindurch karbonatreiches Quellwasser zufließt und die Oberfläche des Moorbodens vernäßt und hohen Grundwasserstand verursacht, entwickelt sich basiphile Flachmoorvegetation des Verbandes *Caricion davallianae* (Tab. 7).

Mit Ausnahme von Aufnahme 7 der Tabelle, die südwestlich vom Dolenja Vas (am 31. 7. 1972) aufgenommen wurde, stammen die anderen von der Lokalität zwischen Goričice und Gorenje Jezero, d. h. vom genannten Vegetationskomplex her.

Die untersuchten Bestände wurden in folgender Zeit aufgenommen:

Aufn. 1, 4, 5, 6. und 8. am 27. 7. 1972; Aufn. 2 am 25. 7. 1973; Aufn. 3. am 30. 6. 1970 und Aufn. 7. am 31. 7. 1972.

Vereinzelt, nur in je einer Aufnahme finden sich: in Aufn. 1: *Frangula alnus* Mill., *Galium boreale* L., *Angelica sylvestris*; Aufn. 3: *Equisetum fluviatile* L. em Ehrh., *Eupatorium cannabinum* L., *Poa palustris* L.; Aufn. 4: *Galium palustre*; Aufn. 5: *Drosera intermedia* Hayne, *Rhynchospora alba* (L.) Vahl; Aufn. 7: *Ranunculus flammula* L., *Allium angulosum* L., *Peucedanum coriaceum* Rchb., *Deschampsia caespitosa* (L.) P. B., *Schoenus nigricans* L.

Dazu sind noch folgende Moosarten beizufügen: *Campylium stellatum*, *Fissidens cristatus*, *Drepanocladus* sp., *Bryum* sp.

Im Vergleich mit der analogen mitteleuropäischen Vegetation ist die untersuchte viel artenarmer, d. h. man sieht dieselbe Gesetzmäßigkeit wie bei oben besprochenem *Rhynchosporietum*.

Die Zugehörigkeit zum Verband *Caricion davallianae* scheint uns unbestreitbar, schwerer ist die Antwort auf die Frage, welcher Assoziation die Gesellschaft angegliedert werden kann.

Auf Grund des Vergleichs mit der analogen Vegetation der dinarischen Gebiete einerseits (vgl. I. Horvat 1962; S. Horvatić 1963; H. Ritter-Studnička 1972; V. Gaži 1973; I. Horvat, V. Glavač und H. Ellenberg 1974) und der nördlicheren Voralpen und Alpengebiete andererseits (vgl. z. B. W. Koch 1926; L. Zobrist 1935; H. Wagner 1950; E. Oberdorfer 1957; H. Ellenberg 1963; S. Görs 1963, 1964; F. Klötzli 1969; J. Braun-Blanquet 1971; H. Niklfeld 1973; H. Hartl 1975 u. a.) bin ich der Meinung, daß diese Vegetation als sehr verarmte Ausbildung (Rasse) der Assoziation *Primulo - Schoenetum ferruginei* zugeordnet werden kann (vgl. auch die verarmte Bodenseerasse von Oberdorfer 1957, 169).

Mehrere Arten, wie z. B. *Primula farinosa*, *Tofieldia calyculata*, *Triglochin palustre*, *Trichophorum caespitosum*, *Bartsia alpina* u. a., die in nördlicheren Alpengebieten Mitteleuropas vorkommen (vgl. W. Koch 1926; E. Ober-

Tab. 7. PRIMULO - SCHOENETUM (FERRUGINEI) (W. Koch 26) Oberd. (57) 62

Lebensform	Aufnahmenummer	1	2	3	4	5	6	7	8
	Aufnahmefläche (m <sup>2</sup> )	25	25	25	25	100	25	25	25
	Ass. - Charakterarten								
H	<i>Schoenus ferrugineus</i> L.	4.5	3.3	4.3	3.2	3.2	4.3	3.2	2.2
	Verbands- und Ordnungs- Charakterarten ( <i>Caricion davallianae</i> , <i>Caricetalia davallianae</i> )								
H	<i>Carex davalliana</i> Sm.	1.2	3.2	1.2	.	+2	.	.	.
H	<i>Carex hostiana</i> DC.	1.1	1.1	1.1	1.1	.	.	.	.
H	<i>Eriophorum latifolium</i> Hoppe	1.2	1.2	2.1	+	.	.	.	.
H	<i>Carex flava</i> L. (incl. <i>lepidocarpa</i> Tausch)	.	1.2	.	.	1.1	.	.	1.1
H	<i>Parnassia palustris</i> L.	.	.	.	.	.	.	+	.
	Klassen - Charakterarten ( <i>Scheuchzerio - Caricetea fuscae</i> )								
G	<i>Carex nigra</i> (L.) Reichard (= <i>C. fusca</i> )	+2	1.2	1.2	3.2	+2	1.2	.	.
H	<i>Juncus alpino-articulatus</i> Chaix	.	+	+	1.1	+	1.1	+	.
H	<i>Agrostis canina</i> L.	1.1	.	.	1.1	1.1	1.1	.	.
G	<i>Eriophorum angustifolium</i> Honck.	1.1	1.1	.	+	.	1.1	.	.
	Begleiter								
H	<i>Potentilla erecta</i> (L.) Räusch.	2.2	1.2	2.2	2.2	2.2	2.2	+	2.2
H	<i>Succisa pratensis</i> Moench	1.2	1.1	1.1	1.1	1.2	1.1	+	1.2
H	<i>Molinia caerulea</i> (L.) Moench	.	1.2	+2	1.2	4.3	1.2	1.2	4.4
H	<i>Valeriana dioica</i> L.	+2	1.2	1.1	1.2	.	2.2	+	.
H	<i>Gentiana pneumonanthe</i> L.	1.2	+	.	+	1.1	+	1.1	1.1
H	<i>Sanguisorba officinalis</i> L.	+	+	.	.	1.1	+	+	+
H	<i>Carex panicea</i> L.	2.1	2.1	.	.	1.1	2.1	.	1.1
H	<i>Centaurea jacea</i> L.	+	.	.	.	+	.	+	+
G	<i>Serratula tinctoria</i> L.	+2	+	.	.	.	.	1.1	.
H	<i>Ranunculus acris</i> L.	1.1	.	.	.	.	.	+	+
H	<i>Prunella vulgaris</i> L.	.	+	+	.	.	.	+	.
W	<i>Phragmites communis</i> Trin.	.	1.1	1.1	.	.	.	.	.
H	<i>Cirsium palustre</i> (L.) Scop.	+	.	1.1	.	.	.	.	.
H	<i>Leucanthemum vulgare</i> Lam.	+	.	+	.	.	.	.	.
H	<i>Plantago altissima</i> L.	+	.	.	.	.	.	.	+
H	<i>Briza media</i> L.	+	.	.	.	.	.	.	+

dorfer 1957; S. Görs 1964), wurden im *Schoenetum* am Zirknitzer-See nicht gefunden, in slowenischer Flora aber doch nachgewiesen.

In Aufn. 7 und besonders in Aufn. 8 wird der Abbau der Assoziation angezeigt. Die Verbands-, Ordnungs- und Klassen-Charakterarten fehlen fast ganz, und *Molinia caerulea* dominiert. Es stellt sich die Frage, ob solche Bestände als *Primulo - Schoenetum molinietosum* (vgl. E. Oberdorfer 1957, 179) oder besser nur als verarmte *Molinia-Moorwiesen* (s. Seite 184), die systematisch nur

schlecht einzuordnen sind, bezeichnet werden können (vgl. auch E. Oberdorfer 1957: 217).

Das Lebensformenspektrum zeigt folgendes Bild:

Lebensform	Artenzahl	%
H	22	84,6
G	3	11,5
W	1	3,9
Gesamtzahl	26	100,0

Am Lebensformenaufbau des *Primulo - Schoenetum* sind die Hemikryptophyten mehr und die Geophyten weniger als im *Rhynchosporietum* beteiligt.

Der Torfboden zeigte auf einem Profil folgende Merkmale (Tab. 8).

Tab. 8. *PRIMULO - SCHOENETUM FERRUGINEI*

Bodenhorizont und Tiefe (cm)	Farbe	Humositätsgrad nach Post	pH in 0,1 n KCl	Humus %	C %	N %	C/N Verhältnis
T <sub>1</sub> 0—12	5 YR 2,5/1	10	6,64	78,66	45,54	2,26	20,2
T <sub>1</sub> 12—25	5 YR 2,5/1	10	6,57	75,84	43,91	2,61	16,8
T <sub>1</sub> 25—40	5 YR 3/3	4—5	6,32	84,55	48,96	2,21	22,1

Die aktive Acidität (in destilliertem Wasser gemessen) der oberen Bodenschicht vom 0 bis 10 cm in einigen *Rhynchosporietum* und *Schoenetum*-Beständen schwankte folgenderweise:

	<i>Rhynchosporietum</i>	<i>Schoenetum</i>
pH . . . . .	5,50—5,90	6,93—7,90

Im Vergleich mit dem *Rhynchosporietum* (vgl. auch Tabellen 6 und 8) zeigt der Boden im *Schoenetum* einen größeren Unterschied vor allem in der Bodenreaktion (pH), während die anderen untersuchten Eigenschaften ziemlich ähnlich sind.

#### ARTENARME *MOLINIA* - MOORWIESEN

Eine verhältnismäßig größere Oberfläche in diesem Vegetationskomplex nehmen die Moorwiesen ein, in denen eine dominierende und aspektbildende Rolle das Blaue Pfeifengras (*Molinia caerulea*) spielt.

Die floristische Zusammensetzung dieser Wiesen zeigt die Tabelle 9 mit sechs Aufnahmen. Aufnahme 2 wurde am 21. August 1973, alle anderen am 27. Juli 1972 aufgenommen. Der Tabelle sind noch folgende Moosarten beizufügen: *Campylium stellatum*, *Calliargon giganteum*, *Mnium stellare*, *Fissidens cristatus*.

Wie aus der Tabelle hervorgeht, sind an der Zusammensetzung dieser Wiesen einerseits die Arten der Streuwiesen des Verbandes *Molinion caeruleae* bzw. der Ordnung *Molinietalia*, andererseits die Arten der Ordnungen *Caricetalia davallianae* und *Scheuchzerio - Caricetalia fuscae* bzw. der Klasse *Scheu-*

Tab. 9. ARTENARME MOLINIA - MOORWIESEN

Lebensform	Aufnahmenummer	1	2	3	4	5	6
	Aufnahmefläche (m²)	100	25	25	25	100	25
<i>Molinion</i> -, <i>Molinietalia</i> - und <i>Molinio - Arrhenatheretea</i> - Charakterarten							
H	<i>Molinia caerulea</i> (L.) Moench	4.3	4.3	5.5	4.3	4.3	5.5
H	<i>Gentiana pneumonanthe</i> L.	1.1	2.2	1.1	1.1	1.1	1.1
G	<i>Serratula tinctoria</i> L.	1.2	2.2	+2	+	1.1	1.1
H	<i>Succisa pratensis</i> Moench	+2	(+)	2.2	1.2	.	1.1
H	<i>Sanguisorba officinalis</i> L.	1.1	1.1	+	+	+	.
H	<i>Carex panicea</i> L.	1.1	1.1	1.1	1.1	.	.
H	<i>Centaurea jacea</i> L.	.	.	+	1.1	.	1.1
G	<i>Equisetum palustre</i> L.	1.1	2.1	.	.	.	.
H	<i>Valeriana dioica</i> L.	+	.	.	.	1.1	.
H	<i>Deschampsia caespitosa</i> (L.) P. B.	1.2	.	.	.	.	.
H	<i>Ranunculus acris</i> L.	+	.	.	.	.	.
H	<i>Lotus corniculatus</i> L.	+	.	.	.	.	.
H	<i>Leucanthemum vulgare</i> Lam.	.	.	.	.	+	.
Charakterarten der <i>Scheuchzerio - Caricetea</i> - Gesellschaften							
G	<i>Eriophorum angustifolium</i> Honck	.	(+)	1.1	.	+	+
H	<i>Parnassia palustris</i> L.	.	1.1	.	+	+	+
G	<i>Trichophorum alpinum</i> (L.) Pers.	2.2	.	+2	.	2.2	.
H	<i>Schoenus ferrugineus</i> L.	.	.	+2	2.2	.	1.2
G	<i>Carex nigra</i> (L.) Reichard	.	(+)	.	.	+3	+2
H	<i>Juncus alpino-articulatus</i> Chaix	1.1	1.2	.	.	+	.
H	<i>Carex flava</i> L. (incl. <i>lepidocarpa</i> )	.	1.1	.	.	.	+
H	<i>Agrostis canina</i> L.	1.1	(+)	.	.	.	.
H	<i>Rhynchospora alba</i> (L.) Vahl.	.	.	.	+	.	+
H	<i>Carex hostiana</i> DC.	.	.	.	+	.	.
Sonstige							
H	<i>Potentilla erecta</i> (L.) Räusch.	2.2	.	2.2	.	2.1	2.2
H	<i>Mentha aquatica</i> L.	1.1	.	+	.	.	.
P	<i>Frangula alnus</i> Mill.	.	.	+2	.	.	.
H	<i>Galium palustre</i> L.	+	.	.	.	.	.
H	<i>Viola canina</i> L.	+	.	.	.	.	.

*chzerio* - *Caricetea fuscae* beteiligt. *Molinio* - *Arrhenatheretea* Klassencharakteren sind sehr schwach vorhanden.

Es stellt sich die Frage, welche systematische Stellung die Gesellschaft hat?

Nach den Bodeneigenschaften (Tab. 10) wäre sie mehr zu Moorgesellschaften als zu Wiesengesellschaften zu rechnen. Nach floristischer Zusammensetzung könnte sie weder der Klasse *Molinio* - *Arrhenatheretea* noch der Klasse *Scheuchzerio* - *Caricetea fuscae* mit genügender Rechtfertigung zugeordnet werden.

Tab. 10. ARTENARME *MOLINIA* - MOORWIESEN

Bodenhorizont und Tiefe (cm)	Farbe	Humositätsgrad nach Post	pH in 0,1 n KCl	Humus	C %	N %	C/N Verhältnis
T <sub>1</sub> 0—14	5 YR 2,5/1	10	4,68	75,84	43,91	2,51	17,5
T <sub>2</sub> 14—30	5 YR 2,5/1	8—9	4,68	90,32	52,29	2,88	18,2
T <sub>3</sub> 30—70	5 YR 3/2	7—8	4,94	87,77	50,82	2,22	22,8
T <sub>4</sub> 70—85	5 YR 3/2	6—7	5,08	90,32	52,29	2,20	23,8

Dynamisch bzw. syngenetisch betrachtet, stellt diese Gesellschaft ein Degradationsstadium der Moore dar, das systematisch eine Zwischenstellung, bzw. eine Mittelstellung zwischen der *Molinietalia*, *Scheuchzerio* - *Caricetalia fuscae* und *Caricetalia davallianae* einnimmt und deswegen, unserer Meinung nach, keiner von diesen systematischen Einheiten mit genügender Rechtfertigung untergeordnet werden kann. Die Gesellschaft ist, um die Worte von Oberdorfer (1957: 217) zu zitieren, »ökologisch leicht verständlich und gut abzugrenzen, soziologisch-systematisch aber oft nur schlecht einzuordnen«.

Als Sukzessionszeiger ist sie jedoch interessant. Deswegen haben wir sie hier dargestellt und mit (im systematischen Sinne) neutralem Namen bezeichnet. In Übereinstimmung mit der vorgebrachten Ansicht wird auch die pflanzensoziologische Tabelle 9 zusammengestellt.

Über das Lebensformengefüge der *Molinia*-Moorwiesen unterrichtet folgendes Spektrum:

Lebensform	Artenzahl	%
H	22	78,6
G	5	17,8
P	1	3,6
Gesamtzahl	28	100,0

Auf die Artenzahl bezogen, dominieren die Hemikryptophyten, sind aber mit 78,6 % etwas weniger, die Geophyten mit 17,8 % dagegen besser als in *Primulo* - *Schoenetum* vertreten.



Die dargestellten *Molinia*-Wiesen werden einmal jährlich (nicht regelmässig) im Spätsommer oder im Herbst gemäht, manchmal wird der ganze Vegetationskomplex niedergebrannt.

**DESCHAMPSIO - PLANTAGINETUM ALTISSIMAE**, Ass. nov.  
(Syn. *Deschampsio - Sanguisorbetum officinalis* Ilijanić 1973 n. n., 1974)

Am Rande des Zirknitzer-Sees, hauptsächlich im nördlichen (N, NW, NO) Teil und auf dem Planinsko polje, auf dem periodisch überschwemmten hydro-morphen Mineralboden (Gleyboden), der unter dem Einfluß von Grundwasser steht und im oberen Horizont (0—10 cm) einen pH-Wert (in H<sub>2</sub>O gemessen) von 6,33 bis 7,80 zeigt, sind Feuchtwiesen des *Molinion*-Verbandes verbreitet.

Die floristische Zusammensetzung zeigt die Tabelle 11, in der 29 Aufnahmen vom Zirknitzer-See und dem Planinsko polje zusammengefaßt sind.

Die Aufnahmen wurden an folgenden Stellen aufgenommen:

Aufn. 1. Bei dem Dorf Zelše (29. 6. 1970); Aufn. 2. und 3. Südlich von der Straße Martinjak - Grahovo (29. 7. 1972); Aufn. 4. Südwestlich vom Dorf Lipsenj (29. 7. 1972); Aufn. 5., 6. und 7. Martinjak, ca. 300 m südwestlich von der Sägemühle (28. 7. 1972); Aufn. 8. Dolenja Vas, ca. 1 km südwestlich vom Dorf (31. 7. 1972); Aufn. 9. und 10. Martinjak, ca. 400 m südwestlich von der Sägemühle (28. 7. 1972); Aufn. 11. und 12. Lipsenj, am Bach Lipsenjščica (28. 7. 1972); Aufn. 13. Planinsko polje, am Weg Laze - Planina (2. 8. 1972); Aufn. 14. Gorenje Jezero, am Stržen-Fluß (29. 6. 1970); Aufn. 15. Planinsko polje, zwischen dem rechten Ufer des Flusses Unec und der Straße Planina - Unec (30. 6. 1970); Aufn. 16. und 17. Podskrajnik, an der Straße Cerknica - Rakek in der Nähe der ersten Häuser (30. 7. 1972); Aufn. 18., 19. und 20. Planinsko polje, zwischen dem rechten Ufer des Flusses Unec und der Straße Planina - Unec (1. 7. 1970); Aufn. 21. Dolenja Vas, ca. 1 km südöstlich der Kirche (31. 7. 1972); Aufn. 22. Planinsko polje, nahe dem Dorf Laze, etwa 30 m südlich von der Straße Laze - Planina (2. 8. 1972); Aufn. 23. und 24. Planinsko polje, am Fluß Unec, westlich von der Straße Laze - Planina (2. 8. 1972); Aufn. 25. Planinsko polje, ca. 1 km nördlich vom Friedhof (21. 8. 1973); Aufn. 26. Planinsko polje, derselbe Ort wie Aufn. 23 (2. 8. 1972); Aufn. 27. Planinsko polje, im nordwestlichen Teil bei dem Dorf Grčarevec (1. 7. 1970); Aufn. 28. Planinsko polje, derselbe Ort wie Aufn. 18 bis 20 (1. 7. 1970); Aufn. 29. Dolenja vas, südwestlich des Dorfes am linken Ufer des Flusses Cerkniščica.

Der Tabelle 11 (in Beilage) sind noch folgende nur ein- bis zweimal notierte Arten anzufügen:

Aufn. 1: *Festuca arundinacea* Schreb., *Epipactis palustris* (L.) Cr.; Aufn. 2: *Phragmites communis* Trin. (1. 1), *Ranunculus flammula* L., *Juncus effusus* L., *Cirsium oleraceum* (L.) Scop.; Aufn. 3: *Phragmites communis* Trin.; Aufn. 4: *Ranunculus flammula* L. (1. 1), *Eriophorum latifolium* Hoppe; Aufn. 5: *Juncus conglomeratus* L., *Eriophorum angustifolium* Honck. (1. 1), *Veronica longifolia* L.; Aufn. 8: *Parnassia palustris* L. (1. 1), *Epipactis palustris* (L.) Cr.; Aufn. 9: *Euphrasia rostkoviana* Hayne (1. 1), *Dactylis glomerata* L.; Aufn. 10: *Juncus effusus* L., *Eriophorum angustifolium* Honck., *Parnassia palustris* L., *Linum catharticum* L.; Aufn. 11: *Molinia arundinacea* Schrank (1. 2); Aufn. 12: *Taraxacum officinale* Web.; Aufn. 13: *Juncus conglomeratus* L., *Veronica longifolia* L.; Aufn. 17: *Trifolium fragiferum* L.; Aufn.

21: *Linum catharticum* L. (1. 1), *Myosotis scorpioides* L., *Cynosurus cristatus* L. (1. 1), *Nardus stricta* L.; Aufn. 28: *Taraxacum officinale* Web.: Aufn. 29: *Festuca arundinacea* Schreb. (1. 1), *Dactylis glomerata* L., *Cynosurus cristatus* L., *Bromus racemosus* L., *Scabiosa columbaria* L. (1. 1), *Trifolium fragiferum* L.

Außer den angegeben gefäßpflanzen wurden im *Deschampsio - Plantagineum altissimae* noch folgende Moosarten gefunden:

*Calliergonella cuspidata* (Hedw.) Loeske, *Amblystegiella subtilis* (Hedw.) Loeske, *Drepanocladus fluitans* (Hedw.) Warnst, *Hylocomium splendens* (Hedw.) B. S.G., *Thuidium philiberti* Limpr., *Pseudoscleropodium purum* (Hedw.) Fleisch, *Rhytidiadelphus triquetrus* (Hedw.) Warnst, *Rh. squarrosus* (Hedw.) Warnst, *Campylium stellatum* (Hedw.) C. Jensen, *Leptodictium riparium* (Hedw.) Warnst, *Drepanocladus lycopodioides* (Brid.) Warnst.

Obwohl auch diese Gesellschaft, wie aus der Tabelle 11 zu ersehen ist, ähnlich wie die vorherbesprochene Vegetation, der analogen mitteleuropäischen Vegetation nahe verwandt ist und mit genügender Rechtfertigung gemeinsam mit dieser dem Verband *Molinion caeruleae* zugegliedert werden kann, stellt sie doch, unserer Meinung nach, im Rahmen dieses Verbandes eine selbständige Assoziation *Deschampsio - Plantaginietum altissimae* dar.

Es kommen hier nämlich einige Arten vor, wie z. B. *Plantago altissima*, *Cirsium pannonicum*, *Peucedanum coriaceum*, *Gladiolus illyricus* vor, die dieser Vegetation ein etwas südlicheres Gepräge verleihen und die pflanzensoziologische und phytogeographische Verbindung mit der analogen Vegetation des submediterranen Gebietes Südosteuropas darstellen (vgl. S. Horvatić 1963; V. Gaži-Baskova 1963; 1975; H. Ritter-Studnička 1954; Lj. Ilijančić 1968).

Die Assoziation wurde zuerst als *Deschampsio - Sanguisorbetum officinalis* bezeichnet (Ilijančić 1973 n. n., 1974). Da eine andere Assoziation nach diesen zwei Pflanzen, allerdings in umgekehrter Reihenfolge (d. h. *Sanguisorbo - Deschampsietum* Moravec) in der Tschechoslowakei beschrieben wurde (J. Moravec 1965), scheint uns der Name *Deschampsio - Plantaginietum altissimae* geeigneter zu sein.

Dieser Name spiegelt außerdem besser die ökologische und phytogeographische Stellung der Assoziation an der Grenze gegen die submediterrane Vegetation Südosteuropas wider.

Das Lebensformenspektrum der Assoziation zeigt folgendes Bild:

Lebensformen	Artenzahl	%
H	77	80,2
G	15	15,6
T	2	2,1
Ch	2	2,1
Gesamtzahl	96	100,0

Außer Hemikryptophyten, die nach der Artenzahl bei weitem dominieren, sind auch Geophyten mit etwa 15 % verhältnismäßig stark vertreten. Chamaephyten und Therophyten kommen dagegen nur wenig vor.

Das *Deschampsio - Plantaginetum altissimae*, wie es hier ziemlich weit gefaßt wird, kann in drei Subassoziationen, u. zw. *cirsietosum pannonici*, *typicum* und *filipenduletosum vulgaris* gegliedert werden. Die künftigen Untersuchungen im weiteren Gebiet sollten zeigen, ob es sich vielleicht sogar um selbständige Assoziationen handelt. Zur Zeit scheint uns die dargestellte Lösung als richtiger.

Die erste, feuchteste Subassoziation (*cirsietosum pannonici*, Aufn. 1—12) entwickelt sich auf dem schwach sauren bis schwach basischen Boden, der auch im Sommer durch Unterquellungs- und Grund-Wasser ziemlich stark durchtränkt wird.

Es sei bemerkt, daß in dieser Subassoziation (Aufn. 9 und 10) *Carex pulicaris* gefunden wurde, eine sehr seltene Pflanze in Slowenien (vgl. E. Mayer 1952; A. Martinčič, A. Sušnik und Mitarb. 1969).

Nach der floristischen Zusammensetzung stellt das *Deschampsio - Plantaginetum altissimae cirsietosum pannonici* ein Bindeglied zu den *Caricion davallianae*-Gesellschaften dar (vgl. *Parnassio - Caricetum pulicaris*, E. Oberdorfer 1957, 169; E. Oberdorfer und Mitarb. 1967, 44; S. Görs 1963, 9). Die *Molinion*-, *Molinietalia*- und *Molinio-Arrhenatheretea*-Charakterarten sind, wie aus Tabelle 11 ersichtlich ist, schwächer als in den anderen zwei Subassoziationen vertreten.

Die zweite, typische Subassoziation (Aufn. 13—19) entwickelt sich auf periodisch überschwemmtem Boden, der in der Vegetations-Saison regelmäßig längere Zeit außerhalb des Wassers ist, bleibt aber auch in dieser Zeit verhältnismäßig frisch.

In typischer Subassoziation sind die Verbands- und Ordnungs-Charakterarten (des *Molinion* und der *Molinietalia*) und unter den Begleitern die Arten des Verbandes *Agropyro - Rumicion crispis* (wie *Ranunculus repens*, *Lysimachia nummularia*, *Carex hirta*, *Trifolium elegans*) mit größerer Stetigkeit als in anderen Subassoziationen vorhanden. Wenn man den Vorschlag von R. Tüxen (1970) akzeptiert, der den Verband *Agropyro - Rumicion* der Ordnung *Trifolio fragiferi - Agrostietalia* und der Klasse *Molinio - Arrhenatheretea* T x. 37 em. 1970 unterordnet, dann sollten die hier unter den Begleitern angegebenen *Agropyro - Rumicion* Arten als übergreifende Klassencharakterarten bezeichnet werden (vgl. auch L. J. Marković 1970).

Die dritte Subassoziation, das *Deschampsio - Plantaginetum altissimae filipenduletosum vulgaris* (Aufn. 20—29), stellt den »trockenen Flügel« der Assoziation dar. Sie leitet zu Wiesengesellschaften der Klasse *Festuco - Brometea* über. *Molinio - Arrhenatheretea*-Klassencharakterarten sind zwar ziemlich zahlreich, die Verbands- und Ordnungs-Charakterarten (*Molinion* und *Molinietalia*) dagegen weniger vertreten als in den Beständen der typischen Subassoziation.

Nach den Subassoziations-Differenzialarten kann geschlossen werden, daß der Boden kürzere Zeit unter Wasser liegt, weniger unter Grundwassereinfluß steht und im Sommer etwas stärker austrocknet als der Boden in typischer Subassoziation.

Die erste Subassoziation (*cirsietosum pannonicum*) wurde auf dem See von Cerknica, die zwei anderen (*typicum* und *filipenduletosum*) hauptsächlich auf dem Planinsko polje untersucht, da sie, besonders die letzte, auf dem Zirknitzer-See weniger verbreitet sind.

Die Bestände des *Deschampsio-Plantaginetum altissimae* werden normalerweise wenigstens einmal jährlich und zwar im Juli oder im August gemäht. Seltener sieht man aber noch im Herbst ungemähte Flächen, die später gemäht werden, oder bis zum nächsten Jahr ungemäht bleiben. Solche Verhältnisse indiziert besonders Pfeifengras (*Molinia caerulea*), das sich auf den unregelmässig gemähten Flächen besser entwickelt als auf den Flächen, die regelmäßig und früher im Sommer gemäht werden.

#### ARRHENATHERETUM MEDIOEUROPAEUM (Br. - Bl. 19) Oberd. 52

In etwas höheren Lagen, die normalerweise nicht überschwemmt werden und als Acker genutzt werden können, sind, besonders im nördlichen Teil des Zirknitzer-Sees, die Fettwiesen des *Arrhenatheretum elatioris* verbreitet (Tab. 12).

Tab. 12. ARRHENATHERETUM MEDIOEUROPAEUM (Br. - Bl. 19) Oberd. 52

Lebensform	Aufnahmenummer	1	2	3	4	5
	Aufnahmefläche (m <sup>2</sup> )	25	100	100	25	25
	Assoziations- Verbands- und Ordnungs- Charakterarten ( <i>Arrhenatherion</i> , <i>Arrhenatheretalia</i> )					
H	<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) J. et C. Presl.	2.2	3.2	2.2	1.2	1.1
H	<i>Trisetum flavescens</i> (L.) P. B.	1.1	(+2)	4.3	1.1	1.1
H	<i>Trifolium repens</i> L.	1.1	2.2	1.1	.	1.1
H	<i>Pastinaca sativa</i> L.	1.2	2.2	(+2)	+2	.
H	<i>Galium mollugo</i> L. s.l.	2.2	+3	+2	.	1.2
H	<i>Lotus corniculatus</i> L.	1.2	.	+2	+	1.2
H	<i>Dactylis glomerata</i> L.	2.1	1.1	+	.	(+)
H	<i>Achillea millefolium</i> L.	+2	1.1	.	+	+
Ch	<i>DO Veronica chamaedrys</i> L.	+	1.1	1.1	.	+
H	<i>Rumex acetosa</i> L.	+	1.1	+	.	+
H	<i>Knautia arvensis</i> (L.) Coult.	2.1	1.1	.	.	+
H	<i>Leucanthemum vulgare</i> Lam.	2.2	+2	+	.	.
H	<i>Crepis biennis</i> L.	1.1	.	+	+	.
H	<i>Tragopogon orientalis</i> (L.) Čelak.	1.1	+	.	.	.
H	<i>Cynosurus cristatus</i> L.	1.1	.	.	.	+
H	<i>Carum carvi</i> L.	2.2	.	.	.	.
H	<i>Avenochloa pubescens</i> (Huds.) Holub	2.2	.	.	.	.
H	<i>Campanula patula</i> L.	+	.	.	.	.

Lebensform	Aufnahmenummer	1	2	3	4	5
	Aufnahmefläche (m²)	25	100	100	25	25
Klassen - Charakterarten (Molinio - Arrhenatheretea)						
H	<i>Trifolium pratense</i> L.	2.2	2.2	2.2	1.1	1.2
H	<i>Leontodon hispidus</i> L.	3.2	1.1	1.1	1.2	1.1
H	<i>Ranunculus acris</i> L.	1.1	+	+	1.1	1.1
H	<i>Prunella vulgaris</i> L.	1.1	+	+	1.1	+
H	<i>Centaurea jacea</i> L.	1.1	1.2	.	2.2	1.1
H	<i>Rhynanthus minor</i> L.	1.1	1.1	.	2.1	+
H	<i>Holcus lanatus</i> L.	3.2	+	1.1	.	+
H	<i>Vicia cracca</i> L.	1.2	+2	.	+	.
Ch	<i>Cerastium holosteoides</i> Fries emend. Hyl.	1.1	1.1	.	.	.
T	<i>Trifolium patens</i> Schreb.	.	1.2	.	1.2	.
Differenzialarten						
H	<i>Brachypodium pinnatum</i> (L.) P. B.	.	.	.	1.2	1.2
Ch	<i>Thymus</i> sp.	.	.	.	1.2	1.2
T	<i>Linum catharticum</i> L.	.	.	.	1.1	1.1
H	<i>Euphorbia verrucosa</i> L.	.	.	.	+2	1.2
H	<i>Plantago media</i> L.	.	+	.	.	2.1
H	<i>Scabiosa columbaria</i> L.	.	.	.	1.1	+
H	<i>Pimpinella saxifraga</i> L.	.	.	.	1.1	+
H	<i>Salvia pratensis</i> L.	.	.	.	+	1.1
H	<i>Sanguisorba minor</i> Scop.	.	.	.	+	+
H	<i>Bromus erectus</i> Huds.	.	.	.	.	2.2
Ch	<i>Hippocrepis comosa</i> L.	.	.	.	.	+2
H	<i>Filipendula vulgaris</i> Moench	.	.	.	.	+
H	<i>Anthyllis vulneraria</i> L.	.	.	.	.	+
G	<i>Colchicum autumnale</i> L.	2.2	.	.	.	.
G	<i>Ophioglossum vulgatum</i> L.	+	.	.	.	.
H	<i>Sanguisorba officinalis</i> L.	+	.	.	.	.
H	<i>Lychnis flos-cuculi</i> L.	+	.	.	.	.
H	<i>Bromus racemosus</i> L.	+	.	.	.	.
Begleiter						
H	<i>Plantago lanceolata</i> L.	1.1	1.1	2.2	1.1	1.1
H	<i>Medicago lupulina</i> L.	1.2	1.1	+	+	+2
H	<i>Daucus carota</i> L.	2.2	2.1	1.1	.	+
H	<i>Taraxacum officinale</i> Web.	.	2.2	2.2	1.1	.
H	<i>Briza media</i> L.	1.1	.	.	2.1	1.1
H	<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	1.1	.	.	1.1	1.1
H	<i>Lolium perenne</i> L.	+	1.1	.	.	.
H	<i>Melandrium album</i> (Mill.) Garcke	+	+	.	.	.
H	<i>Cruciata glabra</i> (L.) Ehrend.	+	.	.	+	.
H	<i>Agrostis tenuis</i> Sibth.	.	+	.	+	.
H	<i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke	.	+	.	.	+
T	<i>Cuscuta</i> sp.	.	+	.	.	+

In der Tabelle 12 sind fünf Aufnahmen zusammengestellt, die an folgenden Stellen aufgenommen wurden:

Aufn. 1. Bei dem Dorf Zelše (29. 6. 1970); *Calystegia sepium* (L.) R. Br., *Ajuga reptans* L., *Lysimachia nummularia* L., *Listera ovata* (L.) R. Br., *Festuca arundinacea* Schreb., *Bellis perennis* L.;

Aufn. 2. Cerknica, bei den letzten Häusern in der Richtung nach Martinjak, südlich der Straße (28. 7. 1972); *Picris hieracioides* L., *Hypericum perforatum* L., *Vicia sepium* L., *Rumex crispus* L., *Veronica arvensis* L., *Crepis taraxacifolia* Thuill., *Medicago sativa* L., *Poa pratensis* L., *Alopecurus pratensis* L.;

Aufn. 3. Lokalität wie Aufn. 2, nördlich der Straße (28. 7. 1972); *Ranunculus repens* L., *Mentha arvensis* L., *Convolvulus arvensis* L., *Vicia sepium* L., *Equisetum arvense* L., *Lolium multiflorum* Lam., *Phleum pratense* L., *Medicago sativa* L. (ausserh. d. Aufn.);

Aufn. 4. Lokalität wie Aufn. 3, etwa 100 m weiter in Richtung Cerknica - Martinjak (28. 7. 1972); *Galium verum* L., *Viola* sp.;

Aufn. 5. Zwischen den Dörfern Grahovo und Žerovnica, etwa zwei hundert Meter westlich von der Straße (27. 8. 1975); *Polygala vulgaris* L., *Betonica officinalis* L., *Sedum sexangulare* L. emend. Grimm, *Carex flacca* Schreb., *Luzula campestris* (L.) DC.

Die Glatthaferwiesen auf dem See von Cerknica entwickeln sich im Kontakt mit den vorher besprochenen *Molinion*-Wiesen (*Deschampsio - Plantaginietum altissimae*) einerseits (vgl. Aufn. 1 auf Tabelle 12) und den *Festuco - Brometea*-Wiesen andererseits (vgl. Aufn. 4), die besonders auf den Abhängen von Slivnica verbreitet sind.

Wie die anderen untersuchten Gesellschaften sind auch die Glatthaferwiesen vom Zirknitzer-See den analogen mitteleuropäischen Wiesen sehr nahe verwandt. Es fehlen hier zwar einige Arten (z. B. *Heracleum sphondylium*, *Anthriscus sylvestris* und noch e. a.), die aber im *Arrhenatheretum* in einigen Gebieten Sloweniens vorkommen und keine Seltenheit der Flora darstellen.

Von den südlicheren Arten kann nur *Trifolium patens* genannt werden, das in Südosteuropa besonders in submediterranen *Trifolio - Hordeetalia* verbreitet und als Charakterart dieser Ordnung bezeichnet wird (Lj. Ilijančić 1969).

Auf die Verwandtschaft der Glatthaferwiesen Sloweniens mit den mitteleuropäischen *Arrhenathereten* hat schon Horvatić aufmerksam gemacht. Er unterschied zwei geographische Varianten bzw. Subassoziationen und zwar *Arrhenatheretum elatioris medioeuropaeum* H-ic 39 aus Slowenien und *A. e. hircinetosum* H-ic (56) 58 (= *A. e. var. orientalis* H-ic 41) (vgl. S. Horvatić 1939; S. Horvatić und G. Tomažič 1941; S. Horvatić 1958; 1963), denen noch die dritte das *Arrhenatheretum elatioris littorale* Horv. 60 (I. Horvat 1962) aus dem Kroatischen Küstenland, hinzuzählen ist.

Wenn man lokale Verhältnisse im Untersuchungsgebiet in Betracht nimmt, könnten die untersuchten Glatthaferwiesen im Rahmen des *Arrhenatheretum medioeuropaeum* in zwei Subassoziationen gegliedert werden, u. zw.: *typicum* Oberd. 52 (Aufn. 1—3) und *brachypodietosum pinnati* Subass. nov. (Aufn. 4—5).

In der ersten Subassoziation können zwei ökologisch bedingte Varianten, u. zw. eine feuchtere *Colchicum*-Variante und eine typische Variante, unterschieden werden.

In der Subassoziation *brachypodietosum* kommen mehrere *Festuco* - *Brometea*, bzw. *Brometalia*-Arten als Differenzialarten vor, während die Arten der *Molinio* - *Arrhenatheretea* und *Arrhenatheretalia* weniger als in typischer Subassoziation vertreten sind (vgl. Tabelle 12).

Das Lebensformenspektrum des *Arrhenatheretum* ist folgendermassen zusammengesetzt:

Lebensform	Artenzahl	%
H	48	82,8
Ch	4	6,9
T	4	6,9
G	2	3,4
Gesamtzahl	58	100,0

Der Artenzahl nach stehen die Hemikryptophyten mit ca. 83 % weit an der Spitze. Therophyten und Chamaephyten sind etwas mehr, Geophyten dagegen schwächer als im *Deschampsio* - *Plantaginetum* vertreten.

Wie in anderen Gebieten werden die Glatthaferwiesen in der Regel zweibis dreimal jährlich gemäht. Mehrere Bestände auf dem Zirknitzer-See sind in den letzten zwei Jahrzehnten auf verlassenen Äckern aus den Luzerne-Kulturen unter dem Einfluß der Mahd in »natürlicher Sukzession« entstanden (vgl. z. B. Aufn. 3, Tab. 12).

#### VORSCHLAG FÜR DEN VEGETATIONSSCHUTZ UND DIE WEITEREN VEGETATIONSUNTERSUCHUNGEN AUF DEM SEE VON CERKNICA

Unsere Untersuchungen sind, wie in der Einleitung hervorgehoben, der Sumpf-, Moor- und Wiesen-Vegetation gewidmet, die die größte Oberfläche auf dem Zirknitzer-See einnimmt.

Die Trockenrasen sind im Rahmen des Untersuchungsgebietes nur auf ganz kleinen Flächen auf einigen Hügelchen zwischen den Äckern verbreitet. Auf Grund der floristischen Zusammensetzung der untersuchten Bestände kann geschlossen werden, daß diese Vegetation der Klasse *Festuco* - *Brometea* bzw. der Ordnung *Brometalia erecti* angehört. Hier kommen nämlich mehrere Ordnungs- und Klassen charakterarten vor (wie z. B. *Bromus erectus*, *Hippocrepis comosa*, *Scabiosa columbaria*, *Prunella laciniata*, *Plantago media*, *Pimpinella saxifraga*, *Sanguisorba minor*, *Salvia pratensis*, *Anthyllis vulneraria*, *Filipendula vulgaris*, *Veronica spicata*, *Euphorbia verrucosa*, *Trifolium montanum* u. a.), die diesen Schluß bestätigen.

Um die weitere pflanzensoziologische Gliederung der Trockenrasen bis zur Assoziationen durchführen zu können, sollten zuerst die Nachbarabhänge der umgebenden Gebirge (an erster Stelle der Slivnica) eingehend untersucht werden. Es wäre sehr interessant und wichtig festzustellen, wie weit die Trockenrasen der analogen mitteleuropäischen Vegetation verwandt sind, bzw. ob auch in diesem Zusammenhang dieselbe Gesetzlichkeit besteht, wie sie bei der Sumpf- und Moorvegetation festgestellt wurde.

Nach dem südlicheren Charakter der Waldvegetation der umgebenden Gebirge, die den Assoziationen *Quercus - Ostryetum carpinifoliae* Ht 38, *Ostrya-Fagetum* M. W r a b. 65, *Dentario - Fagetum* M. W r a b. 60, *Abieti - Fagetum* dinaricum T reg. 57 angehören (vgl. M. W r a b e r 1960; M. Z u p a n č i č 1969), dürfte geschlossen werden, daß auch die entsprechenden Ersatzgesellschaften auf den Gebirgsabhängen südlicheren Charakter aufzeigen.

Im Untersuchungsgebiet des Sees von Cerknica ist noch andere, besonders die Unkraut- und Ruderal-Vegetation, zu untersuchen. Die Untersuchungen der Ruderalvegetation sind schon im Gange (Lj. M a r k o v i ć), und die Resultate werden in absehbarer Zeit veröffentlicht werden.

Es bleibt auch die Frage offen, welcher potentiell natürlichen Vegetation die Ersatzgesellschaften des Untersuchungsgebietes entsprechen. Die Wälder, wo sie potentiell wachsen können, sind vernichtet und nur als Fragmente bzw. als Heckenbestände erhalten. Soweit bis jetzt auf Grund einiger Aufnahmen geschlossen werden kann, gehören die Hecken- bzw. Gebüschbestände wenigstens zum Teil der Assoziation *Pruno - Ligustretum* (F a b. 32) T x. 52 bzw. dem Verband *Berberidion* und der Ordnung *Prunetalia spinosae* an. Diese Annahme bestätigt die Anwesenheit der Arten *Ligustrum vulgare*, *Viburnum lantana*, *Berberis vulgaris*, *Crataegus monogyna*, *Rhamnus cathartica*, *Cornus sanguinea*, *Prunus spinosa*, die im Heckenbeständen am Zirknitzer-See und dem Planinsko polje oft gemeinsam zu finden sind.

Ganz besondere Aufmerksamkeit wäre dem Schutz und weiteren Untersuchungen der Moorvegetation zu widmen, da diese, als Reliktvegetation, an der Arealgrenze gegen Süden besonders auf die Veränderungen der ökologischen Bedingungen empfindlich reagiert und der Vernichtung ausgesetzt ist. Sie kann deshalb nur bei Erhaltung der entsprechenden ökologischen Verhältnisse geschützt werden. Die Wasserverhältnisse spielen dabei eine dominierende Rolle.

Man kann verschiedene ökologische Veränderungen voraussetzen, die entsprechende Vegetationsveränderungen hervorrufen. Praktisch ist sehr wichtig, bei der geplanten menschlichen Einflußnahme die Folgen vorauszusehen, da sonst unerwartete bzw. unerwünschte Ergebnisse auftreten.

Versuchen wir, am Beispiel des in diesem Beitrag dargestellten Moorvegetationskomplexes die Frage zu beantworten, welche Vegetationsveränderungen durch die Veränderung bestimmter Gegebenheiten, in ersetr Linie der Wasserverhältnisse, zu erwarten sind, z. B.:

1. Die Senkung des Grundwasserstandes bei unveränderten allgemeinklimatischen Bedingungen würde die Sukzession über die *Molinia*-Moorwiesen (vgl. Seite 183) zum *Molinion* (*Deschampsio - Plantaginetum altissimae*) verursachen, unter der Voraussetzung, daß die anderen menschlichen Einflußnahmen



(die Mahd) beibehalten werden. Die Moorvegetation des *Caricion davallianae* und *Rhynchosporion albae* müßte in diesem Falle verschwinden.

2. Wenn der Wasserstand regelmäßig so hoch wäre, daß die Oberfläche längere Zeit jedes Jahr überschwemmt wird, würde die Sukzession zum *Magnocaricion* bzw. *Phragmition* führen. Die Moorvegetation könnte auch dann nicht erhalten werden.

3. Durch die stärkere Durchtränkung der oberen Bodenschichten mit karbonatreichem Quellwasser würde sich die basiphile Flachmoorvegetation des *Caricion davallianae* auf breiteren Flächen als heute verbreiten.

4. Bei erhöhten Niederschlägen besonders in der Vegetationsperiode bzw. bei erhöhter Klimahumidität würde sich auf größeren Flächen als heute Übergangsmoorvegetation des *Rhynchosporion albae* entwickeln und verbreiten. Unter der entsprechenden Klimahumidität würde sich die Sukzession noch weiter zur Hochmoorvegetation hinfortsetzen.

5. Wenn die klimatischen und edaphischen Bedingungen unverändert blieben und die bisherigen menschliche Einflußnahme vollständig aufhörte, was geschähe dann? Würden überhaupt Veränderungen vor sich gehen, und wie sähen sie aus?

Wenn *Caricion davallianae* und *Rhynchosporion*-Gesellschaften als primäre (ursprüngliche) Vegetation anzunehmen ist, dann sind keine großen Veränderungen in dieser Vegetation zu erwarten. Auf der Flächen, wo die *Molinia*-Moorwiesen verbreitet sind, dürfte mit großer Wahrscheinlichkeit weitere progressive Sukzession in der Richtung auf eine potentiell natürliche Vegetation hin vorausgesetzt werden. Es ist aber schwer, mit Sicherheit zu sagen, welche natürliche Vegetation sich auf diesen Flächen entwickeln würde. Einzelne *Salix*-, *Betula*- und *Pinus*-Sträucher bzw. Bäume, die dort verbreitet sind, könnten vielleicht die Antwort erleichtern.

Die sicherste Antwort könnte man doch nur experimentell erhalten. Deshalb schlagen wir vor, den gesamten geschilderten Moorkomplex unter strengen Schutz zu stellen und einige Dauerflächen festzulegen, die weiteren langfristigen ökologischen, biosoziologischen, palynologischen und Sukzessions-Untersuchungen dienen sollten.

Die Festlegung der Dauerflächen könnte verhältnismäßig leicht verwirklicht werden, da der geschilderte Vegetationskomplex auf dem Zirknitzer-See, von verschiedenen Standtpunkten gesehen, eine recht geeignete Lage hat.

### SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die bisherigen pflanzensoziologischen Untersuchungen der Sumpf-, Moor- und Feuchtwiesen-Vegetation am See von Cerknica haben gezeigt, daß sie im allgemeinen mitteleuropäisches Gepräge aufweist.

Alle untersuchten Pflanzengesellschaften können den aus dem mitteleuropäischen Gebiet schon früher bekannten höheren Vegetationseinheiten und fast alle sogar den bekannten Assoziationen untergeordnet werden.

Nur eine Wiesengesellschaft, u. zw. das *Deschampsio - Plantaginietum altissimae*, die etwas südlicheren Charakter aufweist, kann als eine neue selbst-

ständige Assoziation im Rahmen des Verbandes *Molinion coeruleae* gefaßt werden.

Vegetationskundlich und pflanzengeographisch am interessantesten ist die Moorvegetation des *Caricion davallianae* und des *Rhynchosporion albae*. Sie ist am Zirknitzer-See verhältnismäßig gut erhalten, im Vergleich zur analogen mitteleuropäischen Vegetation aber merklich artenarmer. Der Reliktcharakter und die pflanzengeographische Lage an der Arealgrenze gegen die submediterrane Vegetation kann diese Verarmung erläutern.

Im systematischen Sinne können die untersuchten Moorgesellschaften jedoch als verarmte Ausbildungen (Rassen) den entsprechenden mitteleuropäischen Assoziationen, u. zw. dem *Primulo - Schoenetum*, bzw. dem *Rhynchosporium albae*, zugegliedert werden.

Diese Vegetation stellt also eine mitteleuropäische Oase in den dinarischen pflanzengeographischen Gebiet Sloweniens (nach der Gliederung von M. W r a b e r 1963) dar.

Ob und in welchem Umfang sich die festgestellten Gesetzmäßigkeiten auch in der anderen, noch nicht untersuchten Vegetation des Zirknitzer-Sees widerspiegeln und wie weit die dargestellten Verhältnisse auf ein weiteres Gebiet in Slowenien zutreffen, ist noch zu untersuchen.

Ganz besondere Aufmerksamkeit wäre dem Schutz und weiteren Untersuchungen der Moorvegetation zu widmen.

### P o v z e t e k

## VEGETACIJSKE RAZMERE CERKNIŠKEGA JEZERA

### MOČVIRNA, BARJANSKA IN TRAVIŠČNA VEGETACIJA

V okviru kompleksnih prirodoslovno-znanstvenih raziskovanj Cerkniškega jezera (Cerkniškega polja), ki jih je organizirala Slovenska akademija znanosti in umetnosti, mi je bila naložena naloga, da fitocenološko proučim močvirno, barjansko in travniško vegetacijo.

Proučevati sem pričel leta 1970 na vabilo prof. dr. Maksa W r a b r a. Sočasno sem pričel še s primerjalnimi študijami na Planinskem polju in okolici Logatca. Rezultati vegetacijskih raziskav v okolici Logatca so objavljeni drugje (L. I l j a n i č 1978), tu pa želim prikazati najvažnejše rezultate proučevanj Cerkniškega jezera. K tem vključujem, zaradi primerjave, še rezultate raziskovanj iz Planinskega polja.

Raziskovanja na Cerkniškem polju so bila omejena v glavnem na ožje ravninsko področje jezera, ki ga obkrožajo ceste (sl. 1). V proučevanja nismo zajeli sosednje obronke, bregove, strmine in pobočja, ki čestokrat prehajajo v gričevje in gorski svet.

Na osnovi dosedanjih proučevanj močvirne, barjanske in travniške vegetacije smo ugotovili na opisanem področju te-le vegetacijske enote:

Razred: *Phragmitetea* Tx. et Prsg. 1942

Red: *Phragmitetalia* W. Koch 1926

Zveza: *Phragmition* W. Koch 1926

- Asociacija: *Scirpo - Phragmitetum* W. Koch 1926  
 Zveza: *Magnocaricion* W. Koch 1926  
 Asociacija: *Caricetum elatae* W. Koch 1926  
 Asociacija: *Caricetum gracilis* (Graebn. et Hueck 1931) Tx. 1937  
 Razred: *Scheuchzerio - Caricetea fuscae* (Nordh. 1936) Tx. 1937  
 Red: *Scheuchzerio - Caricetalia fuscae* (W. Koch 1926) Görs et Th. Müller apud Oberd. und Mitarb. 1967  
 Zveza: *Rhynchosporion albae* W. Koch 1926  
 Asociacija: *Rhynchosporietum albae* W. Koch 1926  
 Red: *Caricetalia davallianae* Br.—Bl. 1949  
 Zveza: *Caricion davallianae* Klika 1934  
 Asociacija: *Primulio - Schoenetum* (W. Koch 1926) Oberd. 1957 em. 1962  
 Razred: *Molinio - Arrhenatheretea* Tx. 1937  
 Red: *Molinietalia* W. Koch 1926  
 Zveza: *Molinion caeruleae* W. Koch 1926  
 Asociacija: *Deschampsio - Plantaginetum altissimae* ass. nova  
 Red: *Arrhenatheretalia* Pawl. 1928  
 Zveza: *Arrhenatherion elatioris* (Br.—Bl. 1925) W. Koch 1926  
 Asociacija: *Arrhenatheretum medioeuropaeum* (Br.—Bl. 1919) Oberd. 1952

Iz tega sistematskega pregleda in priloženih fitocenoloških tabel je razvidno, da ima proučevana vegetacija srednjeevropski karakter. Vse združbe pripadajo že poznanim višjim vegetacijskim enotam (zvezam, redom in razredom), a vse razen ene že prej poznanim vegetacijskim enotam, asociacijam. Le fitocenoza vlažnih poplavnih travnišč ima svoje floristične specifičnosti, zlasti južne fitogeografske značilnosti, po katerih verjetno moremo izločiti posebno novo asociacijo, ki naj bi jo poimenovali *Deschampsio - Plantaginetum altissimae*.

Brez dvoma bo potrebno ostalo rastlinsko odejo dobro raziskati, jo primerjati in ugotoviti, če se v pogledu floristične sestave oziroma fitocenološke pripadnosti pojavljajo podobne pravilnosti tudi v teh tipih vegetacije Cerkniškega jezera. Zanimivo bo primerjanje z rezultati o ruderalni vegetaciji (L. Marković), ki se sočasno raziskuje tod in bodo prej kot slej objavljeni.

Treba bo v zvezi z našimi raziskavami čimprej odgovoriti na odprto vprašanje potencialne naravne vegetacije, ki je bila vsekakor gozdna, vsaj na nekaterih delih Cerkniškega jezera. To deloma lahko ugotovimo že sedaj na osnovi očitanih fragmentov sicer izredno majhnih, toda za študij pomembnih gozdnih sestojev, v glavnem grmišč in mej. Rastlinska sestava manjšega števila proučenih sestojčkov grmišč in mej nakazuje bolj ali manj pripadnost asociaciji *Pruno - Ligustretum* iz zveze *Berberidon* oziroma reda *Prunetalia spinosae*.

Raziskave bi bilo potrebno razširiti na sosednje področje, zlasti okolne obronke gričevja, ki obdajajo Cerkniško jezero, kjer še ni povsem zadovoljivo proučena vegetacija. Tu predvsem mislimo na raziskovanja suhih travnišč.

Izredno pozornost velja posvetiti zaščiti in nadaljnjemu proučevanju barjanske vegetacije, ki je v tem predelu (v širšem smislu) enkraten, prostorsko dovolj razsežen in razmeroma dobro ohranjen kompleks med Lipsnjom oziroma Goričico in Gornjem jezerom, v južnovzhodnem delu Cerkniškega jezera.

Zaradi neprestanih in po obsegu vedno večjih antropogenih vplivov v biosfero je barjanska vegetacija na področju Srednje Evrope vedno bolj ogrožena in ji preti

velika nevarnost, da bo kmalu popolnoma uničena. Ta nevarnost je toliko bolj kritična pri nas, ker je ta tip barjanske vegetacije tod na svoji skrajni meji in razvit le na malih površinah ter v primerjavi s srednjeevropsko barjansko vegetacijo v veliki meri floristično osiromašena.

Specifično rastišče, fitogeografski položaj in lega objekta, ki meji proti submediteranskemu območju nam narekuje posebno pazljivost, da ne bi že z majhnimi spremembami ekoloških razmer spremenili ali celo uničili zelo občutljivo barjansko vegetacijo. Zlasti je vegetacija odvisna glede na vodni režim rastišča. Uspešno zaščito tega rastišča lahko storimo le s pravilnim, naravnim vzdrževanjem njegovih ekoloških razmer.

Pred kakršnikoli posegom v ta biotop, moramo dobro poznati silnice, ki bodo spremenile ekološke razmere, oziroma moramo poznati posledice posega, ki bodo nastale v biocenози ali bolje rečeno v tem ekosistemu.

Predlagamo zaščito barjanske vegetacije na Cerkniškem jezeru. Potrebno je zaščititi ves kompleks pod najstrožjim režimom. Pod tem razumemo, da ne zaščitimo le posamezne vrste pred nabiranjem in podobno, temveč, da omogočimo in vzdržujemo za rastišče potreben kompleks ekoloških razmer.

Glede na specifične pogoje Cerkniškega jezera kot kraškega polja, je vzdrževanje odgovarjajočih ekoloških razmer, ki so potrebne za normalni razvoj in ohranjanje barjanske vegetacije, ozko povezano z ekološkimi razmerami na celem jezeru oziroma polju. Zato je najzanesljivejša in najustreznejša popolna zaščita vegetacije oziroma ekosistema na Cerkniškem jezeru. Če pa bi bili potrebni kakršnikoli posegi v katerikoli biotop, moramo pred tem znanstveno raziskati kakšne bodo nastale posledice v tem ekosistemu.

V ta namen bi bilo treba osnovati nekaj »trajnih raziskovalnih površin«, ki bi koristno služile za nadaljna dolgoročna biocenološka, ekološka, palinološka in še mnoga druga proučevanja tega izredno zanimivega vegetacijskega kompleksa oziroma vsega ekosistema.

### Literatur

- Braun-Blanquet, J. 1949: Übersicht der Pflanzengesellschaften Rätians (III). Vegetatio 1 (4/5), 285—316. Den Haag.
- Braun-Blanquet, J. 1964: Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. Dritte Aufl. Springer-Verlag, Wien — New York.
- Braun-Blanquet, J. 1971: Übersicht der Pflanzengesellschaften der rätischen Alpen im Rahmen ihrer Gesamtverbreitung. III. Teil: Flachmoorgesellschaften (*Scheuchzeria* - *Caricetea fuscae*). Veröff. d. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel 46. Zürich.
- Ehrendorfer, F. (Herausgeb.) 1973. Liste der Gefäßpflanzen Mitteleuropas, 2. Aufl. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- Ellenberg, H. 1963: Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in kausaler, dynamischer und historischer Sicht. Einführung in die Phytologie, Band IV, Teil 2. Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Gaži-Baskova, V. 1963: Prilog poznavanju livadne vegetacije na močvarnim tlima Kravaskog i Donjolapačkog polja. Zemljište i biljka 12 (1/3), 247—252.
- Gaži-Baskova, V. 1973: *Caricion davallianae* kod Plaškog u Hrvatskoj. Acta Bot. Croat. 32, 181—186. Zagreb.
- Gaži-Baskova, V. 1975: Pregled vegetacije livada Gračačkog polja. Poljopriv. znanstv. smotra 34 (44), 139—144. Zagreb.

- Görs, S. 1963: Beiträge zur Kenntnis basiphiler Flachmoorgesellschaften (*Tofieldietalia* Prsg. apud Oberd. 49) 1. Teil: Das Davallseggen-Quellmoor (*Caricetum davallianae* Koch 28). Veröff. d. Landesstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Baden-Württemberg 31, 7—30. Ludwigsburg.
- Görs, S. 1964: Beiträge zur Kenntnis basiphiler Flachmoorgesellschaften (*Tofieldietalia* Prsg. apud Oberd. 49) 2. Teil: Das Mehlsprimel-Kopfbinsen-Moor (*Primulo-Schoenetum ferruginei* Oberd. [57] 62). Veröff. d. Landesstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Baden-Württemberg 32, 7—42. Ludwigsburg.
- Gospodarič, R. 1970: Hidrologija Cerkniskega polja in okolice. Magistarski rad. Zagreb.
- Gračanin, M. 1950: Mjesečni kišni faktori i njihovo značenje u pedološkim istraživanjima. Poljopriv. znanstv. smotra 12, 51—67. Zagreb.
- Habe, H. 1969: Cerknško jezero fenomen svetovnega slovesa. 3. Mednarodni mladinski raziskovalni tabor, Cerknica 1.—12. julija 1969. Življenje in delo ljudske tehnike Slovenije, 8—12. Ljubljana.
- Hartl, H. 1975: Die Vegetation Kärntens. Die Natur Kärntens, 229—283. Verlag Johannes Heyn, Klagenfurt.
- Hidrometeorološka služba FNRJ, 1957. Prilozi poznavanju klime Jugoslavije. 2. Padavine u Jugoslaviji. Rezultati osmatranja za period 1925—1940. Izdanje Saveznog hidrometeorološkog zavoda, Beograd.
- Horvat, I. 1939: Prilog poznavanju cretova u Hrvatskom Zagorju. Hrvatski geogr. glasnik 8—10, 69—79. Zagreb.
- Horvat, I. 1962: Vegetacija planina zapadne Hrvatske. Prirodoslov. istraž. JAZU 30, Acta biologica II. Zagreb.
- Horvat, I., V. Glavač, H. Ellenberg 1974: Vegetation Südosteuropas. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- Horvatić, S. 1939: Splošna primerjava vegetacije nižinskih travnikov Slovenije z ono Hrvatske in Slavonije. Zborn. Prirodoslov. društva 1, 40—43. Ljubljana.
- Horvatić, S. 1958: Geographisch-typologische Gliederung der Niederungs-Wiesen und -Weiden Kroatiens. Angew. Pflanzensoz. 15, 63—73. Stolzenau/Weser.
- Horvatić, S. 1963: Vegetacijska karta otoka Paga s općim pregledom vegetacijskih zajednica Hrvatskog primorja. Prirodoslov. istraž. JAZU 33, Acta biologica IV. Zagreb.
- Horvatić, S., G. Tomažič 1941: Travniška vegetacija reda *Arrhenatheretalia* v nižinskem pasu Slovenije. Zborn. Prirodoslov. društva 2, 68—75. Ljubljana.
- Ilijanić, Lj. 1968: Die Ordnung *Molinietalia* in der Vegetation Nordostkroatiens. Acta Bot. Croat. 26/27, 161—180. Zagreb.
- Ilijanić, Lj. 1969: Das *Trifolion pallidi*, ein neuer Verband der Ordnung *Trifolio-Hordeetalia* H-ic. Acta Bot. Croat. 28, 151—159. Zagreb.
- Ilijanić, Lj. 1973: Allgemeiner Überblick über die wechselfeuchten Niederungswiesen Jugoslawiens im Zusammenhang mit den klimatischen Verhältnissen. Acta Bot. Acad. Scient. Hungaricae 19 (1—4), 165—179. Budapest.
- Ilijanić, Lj. 1974: Vegetacija Cerkniskog jezera. Vodič po ekskurzijah. 14. Mednarodni simpozij Vzhodnoalpsko-dinarskega društva za proučevanje vegetacije, 46—52. Ljubljana.
- Ilijanić, Lj. 1978: Beitrag zur Kenntnis der basiphilen Flachmoorvegetation Sloweniens. Mitteil. Ostalp.-dinar. Ges. Vegetationsk. 14, 191—198.
- Koch, W. 1926: Die Vegetationseinheiten der Linthebene unter Berücksichtigung der Verhältnisse in der Nordostschweiz. Jahrb. der St. Gallischen Naturwiss. Gesellschaft 61 (II), 1—144. St. Gallen.
- Klötzli, F. 1969: Die Grundwasserbeziehungen der Streu- und Moorwiesen im nördlichen Schweizer Mittelland. Beitr. zur geobot. Landesaufn. der Schweiz 52. Bern.
- Kovács, M. 1962: Die Moorwiesen Ungarns. Die Vegetation Ungarischer Landschaften, Band 3. Verlag der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, Budapest.
- Kunaver, P. 1961: Cerknško jezero. Mladinska knjiga, Ljubljana.
- Manohin, 1964: Glavne značilnosti klime Slovenije (mscr.).

- Marković, Lj. 1973: Die Flutrasengesellschaften in der Umgebung von Zagreb. Veröff. d. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel 51, 198—205. Zürich.
- Martinčič, A., F. Sušnik (unter Mitarbeit von E. Mayer, V. Ravnik, V. Strgar und T. Wraber) 1969: Mala flora Slovenije. Cankarjeva založba, Ljubljana.
- Mayer, E. 1952: Seznam praprotnic in cvetnic Slovenskega ozemlja. Dela IV. razr. SAZU, 5. Ljubljana.
- Moravec, J. 1965: Wiesen im mittleren Teil des Böhmerwaldes (Šumava). In: R. Neuhausl, J. Moravec, Z. Neuhauslova-Novotna: Synökologische Studien über Röhrichte, Wiesen und Auenwälder. Vegetace ČSSR, A 1, 181—385. Prag.
- Niklfeld, H. 1973: Über Schoeneten am Neusiedler See (Burgenland). Veröff. d. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel 51, 183—186. Zürich.
- Oberdorfer, E. 1957: Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Pflanzensoziologie 10. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena.
- Oberdorfer, E. 1962, 1970: Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Süddeutschland und die angrenzenden Gebiete. Zweite und dritte Auflage. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Oberdorfer, E. unter Mitarbeit von Sabine Görs, D. Korneck, W. Lohmeyer, Th. Müller, G. Philippi und P. Seibert 1967: Systematische Übersicht der westdeutschen Phanerogamen- und Gefäßkryptogamen-Gesellschaften. Ein Diskussionsentwurf. Schr. Reihe Vegetationskunde 2, 7—62. Bad Godesberg.
- Pawłowski, B., K. Zarzycki 1972: Przegląd ważniejszych zespołów roślinnych Polski. D. Zespoły wodne i bagienne. In Szata Roslinna Polski, Tom I, 317—326. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- Pevalek, I. 1925: Geobotanička i algološka istraživanja cretova u Hrvatskoj i Sloveniji. Rad JAZU 230, 29—117. Zagreb.
- Pignatti, S. 1954: Introduzione allo studio fitosociologico della pianura veneta orientale con particolare riguarda alla vegetazione litoranea. Forlì.
- Ritter-Studnička, H. 1954: Flora i vegetacija livada kraških polja Bosne i Hercegovine. Godišnj. Biol. inst. u Sarajevu 7 (1/2), 25—109, Sarajevo.
- Ritter-Studnička, H. 1972: Neue Pflanzengesellschaften aus dem Karstfeldern Bosniens und der Hercegovina. Bot. Jahrb. Syst. 92 (1), 108—154. Stuttgart.
- Scheffer, F., P. Schachtschabel 1970: Lehrbuch der Bodenkunde. Siebente Aufl. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart.
- Soó, R. 1970: Aufzählung der Assoziationen der ungarischen Vegetation nach den neueren zónosystematisch-nomenklatorischen Ergebnissen. Acta Bot. Acad. Scient. Hungaricae 17 (1/2), 127—179. Budapest.
- Tomažič, G. 1939: Flora in vegetacija Cerkniškega jezera (mscr.).
- Tüxen, R. 1970: Zur Syntaxonomie des europäischen Wirtschafts-Grünlandes (Wiesen, Weiden, Tritt- und Flutrasen). Ber. Naturhist. Ges. 114, 77—85. Hannover.
- Vovk, B. 1959: Stanje travniških in pašniških kultur v Sloveniji ter možnost za povečanje njihove proizvodnje. Zbornik za kmetijstvo in gozdarstvo 6, 3—34. Fakulteta za agronomijo, gozdarstvo in veterinarstvo v Ljubljani, Ljubljana.
- Wagner, H. 1950: Das *Molinietum coeruleae* (Pfeifengraswiese) im Wiener Becken. Vegetatio 2, 128—165. Den Haag.
- Walter, H. 1955: Die Klimadiagramme als Mittel zur Beurteilung der Klimaverhältnisse für ökologische, vegetationskundliche und landwirtschaftliche Zwecke. Ber. Deutsch. Bot. Ges. 63, 331—334. Berlin.
- Westhoff, V., A. J. Den Held 1969: Plantengemeenschappen in Nederland. Thieme et Cie, Zutphen.
- Wraber, M. 1960: Fitosociološka razčlenitev gozdne vegetacije v Sloveniji. Ad annum Horti botanici Labacensis solemnem, 49—96, Ljubljana.
- Wraber, M. 1969: Pflanzengeographische Stellung und Gliederung Sloweniens. Vegetatio 17 (1—6), 176—199, Den Haag.

- Wraber, T. 1972: Ogroženost flore in vegetacije. In: Zelena knjiga o ogroženosti okolja v Sloveniji, 97—101. Prirodoslovno društvo Slovenije s sodelovanjem Zavoda za spomeniško varstvo SRS Slovenije, Ljubljana.
- Zobrist, L. 1935: Pflanzensoziologische und bodenkundliche Untersuchung des Schoenetum nigricantis im nordostschweizerischen Mittellande. Beitr. Geobot. Landesaufn. Schweiz 18, Verlag, Hans Huber, Bern.
- Zupančič, M. 1969: Vegetacijska podoba okolice Cerkniškega jezera. 3. Mednarodni mladinski raziskovalni tabor, Cerknica 1.—12. julija 1969. Življenje in delo ljudske tehnike Slovenije, 93—106, Ljubljana.

MEHKUŽCI CERKNIŠKEGA JEZERA  
IN OKOLICE

(Z 10 SLIKAMI V BESEDILU)

MOLLUSKEN AUS DEM GEBIET  
DES CERKNIŠKO JEZERO (SEE VON CERKNICA)  
UND SEINER UMGEBUNG

(MIT 10 ABBILDUNGEN IM TEXT)

JOŽE BOLE



SPREJETO NA SEJI  
RAZREDA ZA PRIRODOSLOVNE VEDE  
SLOVENSKE AKADEMIJE ZNANOSTI IN UMETNOSTI  
DNE 21. DECEMBRA 1977

## VSEBINA

Izvleček — Abstract . . . . .	204 (4)
Uvod . . . . .	205 (5)
Metode dela . . . . .	205 (5)
Geografski in ekološki oris ozemlja . . . . .	206 (6)
Sistematski pregled . . . . .	210 (10)
Mehkužci v površinskih vodah . . . . .	210 (10)
Polži v podzemeljskih vodah in izvirih . . . . .	213 (13)
Suhozemski polži . . . . .	220 (20)
Značilnosti malakofavne Cerknškega jezera in okolice . . . . .	228 (28)
Zoogeografski pregled . . . . .	229 (29)
Mollusken aus dem Gebiet des Cerknško jezero (See von Cerknica) und seiner Umgebung (Zusammenfassung) . . . . .	232 (32)
Literatura . . . . .	235 (35)

**Izvleček**

UDK 594 (497.12-14)

**Bole, Jože: Mehkužci Cerkniškega jezera in okolice. Acta carsologica 8, 201—236, Ljubljana, 1978, lit. 38.**

Prispevek obravnava mehkužce Cerkniškega jezera in bližnje okolice, predvsem pobočja, ki se spuščajo v Cerkniško kotlino. Na raziskovanem ozemlju je bilo najdenih 141 vrst, od tega 135 vrst polžev in 6 vrst školjk. V vodah Cerkniškega jezera in v površinskih pritokih živi 43 vrst vodnih polžev in školjk, kopenskih vrst polžev je 98. V podzemeljskih vodah je bilo najdenih 14 vrst, opisana je nova vrsta *Belgrandinella globulosa*. V Cerkniškem jezeru ni pravih jezerskih vrst mehkužcev. Večina kopenskih polžev ima velike areale, 13 vrst je vzhodnoalpskih, dinarskih vrst je 10.

**Abstract**

UDC 594 (497.12-14)

**Bole, Jože: The Molluscs of Cerknica Lake and its Vicinity. Acta carsologica 8, 201—236, Ljubljana, 1978, Lit. 38.**

The contribution treats the molluscs of Cerknica Lake and its vicinity specially of slopes, which are inclined to Cerknica basin. On the investigated region 141 species were found, from them 135 snail species and 6 shell species. In the waters of Cerknica lake and in superficial inflows 43 species of water snails and shells are living, while there are 98 land snail species. In underground waters there were found 14 species, new species *Belgrandinella globulosa* is described. In Cerknica lake there are no real lacustrine molluscs. The majority of land snails occupies great areas, 13 species are eastalpine, while there are 10 dinaric species.

Naslov — Address:

dr. Jože Bole, dopisni član SAZU

Biološki inštitut Jovana Hadžija, SAZU

Novi trg 3

61000 Ljubljana, Jugoslavija

## UVOD

V malakološki literaturi je razmeroma malo podatkov o mehkužcih Cerkniškega jezera. V starejši literaturi so le posamezne navedbe za določene vrste. Šele Kuščer (1928; 1932) je odkril, da so posebna zanimivost polži iz podzemeljskih vod v okolici Cerkniškega jezera. Našel je nekaj endemnih rodov in vrst. Kuščer je v dognanja sem dopolnil z nekaterimi anatomskimi in taksonomskimi raziskavami podzemeljskih in izvirskih vrst ob Cerkniškem jezeru in v širši okolici (Bole 1967). Radoman (1975) je podal nekaj novih dognanj o rodu *Belgrandiella* iz Cerkniške kotline.

V zvezi z raziskovalno nalogo, ki je bila povezana s poskusom podaljšane ojezeritve na Cerkniškem polju, smo podrobneje preiskali tudi mehkužce Cerkniškega jezera in okolice. Žal se je začelo opazovanje malakoloških razmer sočasno s hidrotehničnimi deli in ni bilo časa za podrobnejše preiskave pred začetkom poskusa, kar bi bilo nujno za ugotavljanje vpliva daljšega zadrževanja vode v jezeru. Za malakološke razmere v letih 1972 do 1975 pa lahko trdimo, da so bile enake kot pred pričetkom poskusa, saj še ni bil v teh letih vodni režim bistveno spremenjen. V letih 1972 in 1973 se je jezero izsušilo, bile pa so v tem času tudi izjemno visoke vode. Stanje v času poskusa je bilo torej še vedno v okviru razmer, kakršne so se pojavljale pred poskusom in so zato še vedno izhodišče za primerjalno raziskovanje, če bo uspela podaljšana ojezeritev Cerkniškega polja.

Mehkužce Cerkniškega jezera in okolice smo nabirali v letih 1972—1975. Na tej osnovi je narejen pregled doslej najdenih polžev in školjk. Pregled še ni popoln, ker bo natančnejše preiskovanje verjetno še dalo nekaj manj pogostnih vrst, kar ne bo bistveno spremenilo splošne slike, ki so jo dala dosedanja preiskovanja najznačilnejših biotopov Cerkniškega jezera in okolice. Posebne pozornosti so bile deležne izvirske in podzemeljske vrste, ker je med njimi nekaj oblik, ki jim je treba še določiti taksonomski položaj.

## METODE DELA

Pri raziskovanju malakoloških razmer smo se omejili na preiskovanje najznačilnejših biotopov v Cerkniškem jezeru in v okolici. Material smo zbirali po standardnih metodah. Večje primerke smo nabirali posamično na deblih, v grmovju, na travnikih, na kamnih in skalah, za iskanje drobnih vrst pa smo jemali vzorce peska, prsti, listja, trave in drugega materiala ter iz njih s selektivnim sejanjem in izpiranjem izločili hišice. Gole polže smo nabirali posamično. Pregled jezerske favne je dalo predvsem preiskovanje naplavin, ki smo jih našli,

ko je odtekla najvišja voda. Pregledovanje naplavin je pokazalo, da se tanatocenoze ne razlikujejo bistveno od biocenoz, ki žive tam ali v bližini in so zato tudi tanatocenoze mehkužcev merilo za razširjenost posameznih vrst v jezeru. Predvsem velja to za vodilne vrste v tanatocenozah. Zelo bogate tanatocenoze izvirskih in podzemeljskih vrst smo našli v kraških izvirih ob robu Cerkniškega jezera in v okolišnjih vodnih jamah. Hišice polžev in školjk smo izbirali iz presejanih naplavin. Za anatomska raziskovanja pa smo jemali žive primerke, ki smo jih omrtvili v vodi z mentolom in fiksirali v 70% alkoholu oz. 3% formalinu. Hišice smo odstranili mehansko, posamezne organe pa spreparirali s pomočjo igel, organe smo obarvali s karminom in zalili v tekočino Faure. Posebej so bile preparirane radule in pokrovčki, ki smo jih opazovali s fazno-kontrastnim mikroskopom.

## GEOGRAFSKI IN EKOLOŠKI ORIS OZEMLJA

V kratkem geografskem in ekološkem orisu ozemlja so podani samo tisti podatki, ki so potrebni za razumevanje malakoloških razmer.

### Omejitvev raziskovanega območja

Težišče malakoloških raziskav je bilo na ožjem območju Cerkniškega polja, predvsem seveda na vodnih mehkužcih v jezeru in v obrobni vodah, kar je bilo v zvezi z raziskovalno nalogo o poskusu podaljšane ojezeritve. Da bi lahko podali popolnejšo sliko o malakoloških razmerah v okolici Cerkniškega jezera, smo obdelali tiste predele okoli jezera, ki naravno gravitirajo v Cerkniško kotlino. Le na severu smo zajeli nekoliko širše območje, ki je za to pokrajino značilno in so v njem nekatera pomembna najdišča. Raziskovano območje obsega poleg dna Cerkniške kotline tudi vsa pobočja, ki so nagnjena proti Cerkniškemu polju. Meja poteka po grebenih Javornikov na Golo gričo (702 m), Bukov vrh (818 m), Križno goro (856 m), dalje do Bloške police, na Malo Slivnico (860 m), na Srednjo Slivnico (1022 m) ter po severnem pobočju Velike Slivnice do Begunj, na severu se dotakne Menišije, gre prek Rakeka na Rakovski grič (646 m), okoli naravnega rezervata Rakov Škocjan, na Kalič (793 m) ter na Mali (1218 m) in Veliki Javornik (1268 m). Na tem približno 10 km širokem in 15 km dolgem območju je nekaj zelo značilnih biotopov, zato živi tu razmeroma veliko mehkužcev, predvsem polžev.

### Geografski položaj

Cerkniško jezero z okolico leži v osrčju Notranjske, v predelu, kjer se severozahodni obronki Dinarskega gorstva približajo alpskim predgorjem. Raziskovano območje leži v dinarskem svetu. Tudi po fitogeografski razdelitvi spada ta predel v dinarsko območje. To je treba posebej poudariti zato, ker se geografski in fitogeografski položaj slabo skladata z malakološkimi razmerami. Med mehkužci prevladujejo alpske vrste in le nekaj dinarskih vrst ima tu severozahodne meje arealov.

### Orografske razmere

Za razpored mehkužcev so orografske razmere le malo pomembne. Višinske razlike niso velike. Najnižja kota je v Rakovem Škocjanu 500 m, najvišja točka pa je vrh Velikega Javornika, ki je visok 1268 m. Maksimalna relativna višina je 768 m. Ker je ta višinska razlika na vegetacijsko dokaj enotnem severovzhodnem pobočju, so tudi malakološke razmere dokaj enotne. Severovzhodna pobočja Javornikov lahko uvrstimo v spodnjo gozdno regijo. V Cerkniški kotlini je najnižja kota pri ponorih pod Dolenjo vasjo v višini 548 m, najvišja vzpetina na vzhodni strani pa je Slivnica, ki je visoka 1114 m. Zaradi jugozahodne ekspozicije ima ta predel značaj dolinske regije. Orografske razmere vplivajo predvsem z ekspozicijo pobočij, višinske razlike pa nimajo odločilnega vpliva.

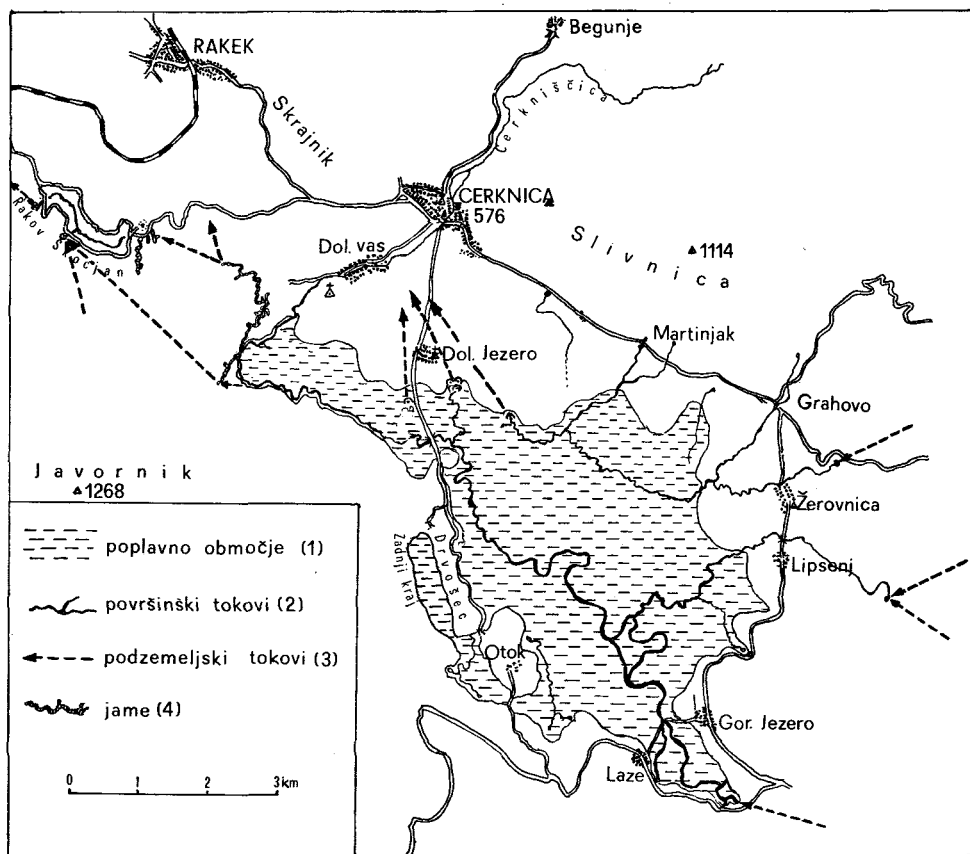
### Geološke razmere

Za razpored mehkužcev so v geološkem pogledu pomembna tri območja. Dno Cerkniške kotline pokrivajo debele holocenske naplavine, vanje pa so vrezane struge površinskih tokov. Dno, ki je občasno poplavljen in obrobni predeli, kjer so travniki in njive, imajo vrste mehkužcev, ki so indiferentni za podlago. Drugo in obenem malakološko najbogatejše območje so predeli s karbonatno podlago. Zahodno stran Cerkniške kotline zapirajo Javorniki, ki so v spodnjem delu iz krednega hamidnega apnenca, nad njim pa je zgornjekredni rudistni apnenec. Vzhodna stran Cerkniške kotline, kjer zajema raziskovano območje Slivnico in širšo okolico, je iz dolomitov. Ozek pas pod Slivnico med Cerknico in Martinjakom ter v nadaljevanju proti jugovzhodu še predel nad Gorenjim Jezerom so iz glavnega dolomita. Masiv Slivnice med Cerkniščico in Grahovim je iz liadnega dolomita, od Grahovega proti jugovzhodu pa je liadni apnenec. Med vzhodno in zahodno stranjo Cerkniške kotline so pomembne malakološke razlike, vendar so le deloma nastale zaradi geološke podlage. Geološka podlaga nekoliko vpliva na kvantitativno sestavo, ker na dolomitu živi manj vrst. Kvalitativne razlike pa so zaradi različnega vegetacijskega pokrova in različne ekspozicije. Od geološke sestave so odvisne tudi izvirne in podzemelske vrste vodnih polžev. V apnencu so podzemeljski vodotoki naredili večje prostore in v njih so podzemeljski potoki, reke in jezera. V teh vodah živi veliko podzemeljskih vrst polžev, kar še posebno velja za ponikalnice. Vode, ki pritekajo z dolomita, so vadozne vode in ker v dolomitu ni večjih votlin tudi ni dosti podzemeljskih vrst. V izvirih na dolomitu prevladujejo izvirne oligostenotermne vrste.

### Hidrografske razmere

Glavna značilnost Cerkniškega jezera so hidrografske razmere. Za življenje mehkužcev so pomembni trije pojavi. Prvi je periodično poplavljanje dna Cerkniške kotline, drugi je nastanek obsežnih podzemeljskih vodotokov v pritočnem in odtočnem delu jezera in tretji je razmeroma dolg in osamljen razvoj jezera, ki je s podzemeljskimi odtoki izolirano od okolišnih površinskih vod ter se vanj niso mogle po pleistocenu naseliti nekatere vrste vodnih polžev in školjk, ki sicer žive v vseh okolišnih vodah.

Gladina vode v jezeru se dviga in spušča le za okoli 5 m, pri tem pa se močno spreminja jezerska površina. Ko je višina vode na koti 548 m je pod vodo komaj



Sl. 1. Hidrografske razmere Cerkljanskega jezera in okolice: poplavno območje (1), nadzemeljski tokovi (2), podzemeljski tokovi (3), jame (4)

Abb. 1. Hydrographische Verhältnisse des Gebietes von Cerkljansko jezero: Überschwemmungsgebiet (1), oberirdische Wasserläufe (2), unterirdische Wasserläufe (3), Höhlen (4)

0,3 km<sup>2</sup>, pri višini 550 m se poveča površina jezera na 18 km<sup>2</sup> in pri visoki vodi na višini 553 m meri jezero 26 km<sup>2</sup>. Največ vodnih mehkužcev živi tam, kjer se voda zadržuje najdlje. To je v Zadnjem kraju, v strugi Stržena in v glavnih ponikvah v Vodonosu, Retju, Rešetu in Nartah. Ker pa ob hudih sušah tudi ti predeli presahnejo, preživijo vrste, ki se s pokrovčkom zavarujejo pred izsušitvijo ali pa zarite v blato prežive sušna obdobja.

Posebnost so polži podzemeljskih vod, saj je med njimi nekaj vrst, ki so omejene le na porečje Ljubljanske in na najbližje dele sosednjih porečij. Cerkljansko jezero je v ponikalnem delu Ljubljanske; ponikalnice so glavni viri, ki dovajajo vodo v jezero, skozi manjše in nekatere velike ponikve pa jezerska voda odteka. Podzemeljske vrste polžev so v ponikalnem delu razporejene tako, da

žive šele globlje v odtočnih sistemih, kjer so zmanjšani vplivi s površja. Veliko polžev pa je v izvirih ponikalnic. Danes še ne poznamo vseh podrobnosti o pretoku vode z Loškega polja in Blok v Cerkniško kotlino in tudi ne vsega o dotoku podzemeljske vode izpod Javornikov. Malakološko najbogatejše so podzemeljske vode od južnega dela jezera pa ob jugozahodnem robu Cerkniškega jezera, podobno velja za vode v Rakovem Škocjanu.

### Klima

Klima je dokaj pomembna, največji vpliv pa imajo toplotne razmere in količina ter razpored padavin. Za podrobnejše preglede mezoklimatskih razmer v Cerkniški kotlini bi morali imeti več merjenj na različnih mestih. Takih merjenj je le nekaj na profilu Javornik - Slivnica in še to le za nekaj poletnih dni. Zato se moramo opreti predvsem na meteorološke podatke za Cerknico. Porečna letna temperatura je v Cerknici 9,2° C. Posebnost pa so hitre aperioidične spremembe temperature in pogostni padci temperatur v vegetacijski dobi, ki je v tem predelu razmeroma kratka, začne se sredi aprila in traja do srede oktobra. Razmeroma redke so ekstremno visoke temperature. Termofilne vrste so omejene samo na južna pobočja Skrajnika, Slivnice in Golega. Padavin je dovolj, v Cerknici kar 1694 mm letno. Zelo pomembno je, kako so padavine razporejene v poletnih mesecih. Za mehkužce ja razpored padavin ugoden, saj ni izrazito suhih mesecev. Najbolj suh poletni mesec je julij, ki pa ima še vedno 113 mm padavin, humidna meseca sta še junij (151 mm) in avgust (137 mm), vsi drugi pa so perhumidni. Klimo okoliških vzpetin pa označuje še večja vlažnost, ker je letnih padavin prek 2000 mm.

Območje Cerkniškega jezera in okolice sodi v klimatskem oziru v dinarsko kontinentalno podnebje, zanj je značilna zmerno topla perhumidna klima, ta pa je za razvoj mehkužcev dokaj ugodna.

### Vegetacija

Pomembna za razpored mehkužcev v okolici jezera je vegetacija. V jezeru je veliko submerznih rastlin, na njih žive vrste mehkužcev, ki niso specializirani v prehrani in zato sestava submerzne vegetacije ne vpliva direktno na razpored vodnih mehkužcev. Podobne razmere so tudi v trajno in občasno zamočvirjenih predelih. Za kvalitativni in kvantitativni razpored mehkužcev pa je odločilna vegetacija v okolici jezera. Razlike opazimo predvsem v treh značilnih združbah.

Severozahodna pobočja Javornikov in okolico Rakovega Škocjana pokriva dinarski gozd jelke in bukve (*Abieti - Fagetum dinaricum*), ki je malakološko zelo bogata združba. Po številu vrst se tej združbi močno približa termofilni bukov gozd (*Ostrya - Fagetum*), ki je na Slivnici. Pravo nasprotje po malakološki sestavi pa je združba puhovca in gabrovca (*Quercus - Ostryetum*), ki pokriva topla in suha ter strma pobočja Skrajnika, Slivnice in Golega. Večinoma je na dolomitnih tleh. Grmiščne sestoje te združbe prekinjajo travišča. Ker so južna pobočja pokrita s kserofitno vegetacijo, je razumljivo, da tudi med polži najdemo na teh pobočjih termofilne južne vrste, poleg splošno razširjenih euribiotskih vrst. Negozdno vegetacijo Cerkniške kotline sestavljajo obsežna področja senožeti, ki so večinoma tudi termofilnega značaja. Prevladujejo senožeti pokončne stoklase in navadne glote (*Bromo - Brachypodetum pinnati*), kjer živijo travniške vrste in ob živih mejah tudi grmovne vrste polžev.



## SISTEMATSKI PREGLED

Mehkužce Cerkniškega jezera in okolice je za pregledno sistematsko obdelavo najbolje razdeliti v tri skupine in jih obravnavati posamezno, ker so ekološko in deloma tudi zoogeografsko dokaj ostro ločene.

V prvi skupini so vodni mehkužci Cerkniškega jezera in njegovih površinskih pritokov. Sem spadajo mehkužci jezera, drugih manjših stojećih vod, počasi tekoćih vod in potokov.

Druga skupina so podzemeljske vodne vrste, ki žive v podzemeljskih vodotokih in deloma tudi v izviri. V to skupino pa moramo prišteti tudi prave izvirske vrste. Tu prevladujejo endemne vrste in le nekaj dinarsko alpskih vrst.

Tretja skupina so suhozemski polži iz okolice Cerkniškega jezera. Ta skupina je pod vplivom širšega območja na Notranjskem. Vanjo pa moramo postaviti tudi podzemeljske suhozemske vrste polžev iz rodu *Zospeum*.

V naslednjih poglavjih je obdelana vsaka skupina posebej, na isti osnovi pa je narejen tudi zoogeografski pregled, ker kaže vsaka skupina določene zoogeografske značilnosti.

## MEHKUŽCI V POVRŠINSKIH VODAH

Za stojećee vode v Cerkniški kotlini je značilno, da se lahko njihov nivo zelo hitro spreminja. Ob visoki vodi, posebno kadar ta vztraja dalj časa, se polži razlezejo na večje območje, ko pa začne voda upadati, se deloma umikajo z njo, vendar večji deli populacij ne morejo slediti razmeroma hitremu horizontalnemu umikanju vode na zelo položnem jezerskem dnu. Na suhem, predvsem velja to za poletni čas, pogine veliko polžev. Naslednja visoka voda dvigne prazne hišice in jih nato vodni tok in veter odložita na breg. Tako nastanejo velike tanatocenoze, ki so vsaj deloma v skladu s kvalitativno in kvantitativno sestavo malakofavne v določenih predelih Cerkniškega jezera.

Tekoče površinske vode v Cerkniški kotlini so potoki, ki se zlivajo v Cerkniško jezero, so pa po stalnosti vodnega toka zelo različni. Vsem se ob suši zelo zmanjša pretok, nekateri pa celo presahnejo. Za tekoče površinske vode značilne mehkužce najdemo v stalnih vodotokih, ki pa niso posebno bogato naseljeni z mehkužci. V potokih, ki tečejo po dnu Cerkniškega jezera in so ob visoki vodi pod jezerskim nivojem, živijo skupaj vrste iz potokov in vrste, ki so značilne za občasne in počasi tekoče vode. Jezerskih vrst v Cerkniškem jezeru nismo našli.

## GASTROPODA — POLŽI

### PROSOBRANCHIA — PREDŠKRGARJI

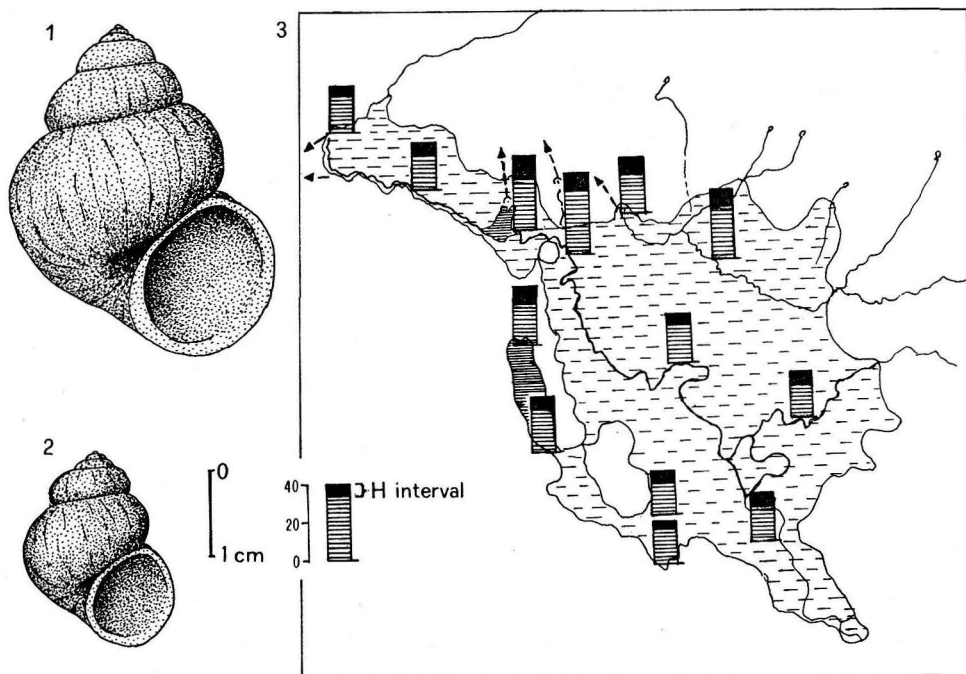
#### Viviparidae

*Viviparus viviparus* (Linnaeus 1758). Po morfoloških posebnostih je bila za Cerkniško jezero opisana posebna oblika *Vivipara contexta carniolica* Bourguignat 1880. Po reviziji tega rodu (Boettger 1955; Zilch 1955)

je oblika iz Cerkniškega jezera le sinonim tipične vrste *Viviparus viviparus*. Kot posebna oblika je bila opisana, ker so hišice iz mnogih predelov Cerkniškega jezera precej manjše. V jugovzhodni polovici jezera so največje hišice visoke le do 25 mm. V Rešetu, Vodonosu in v Strženu severozahodno od Goričice pa najdemo do 38 mm visoke hišice. Med temi so prehodne oblike, kar kaže, da tu žive različne populacije ene vrste, ki pa jih ne moremo postaviti kot posebno podvrsto, saj so večinoma majhne zaradi neugodnih ekoloških razmer. Poletne suše zaustavijo rast v času, ko je ta sicer najmočnejša. Poleti tudi pogine veliko primerkov. Precej teh polžev pa preživi sušo tako, da se zarijejo v blato in postanejo aktivni, ko jih ponovno zalije voda.

### Valvatidae

*Valvata cristata* (Müller 1774). Ta vrsta je zelo pogostna in jo najdemo v vseh stoječih in počasi tekočih vodah Cerkniškega jezera. Opazimo pa veliko primerkov, pri katerih se zadnji zavoj razvije nepravilno in tako nastanejo monstroziteti skalarnega tipa.



Sl. 2. *Viviparus viviparus*. 1 največja hišica, 2 najmanjša hišica, 3 višine hišic na raznih najdiščih v jezeru

Abb. 2. *Viviparus viviparus*. 1 das größte Gehäuse, 2 das kleinste Gehäuse, 3 Größe der Gehäuse an verschiedenen Fundorten im See

### Bithyniidae

*Bithynia leachi* (Sheppard 1823) ni pogostna, saj jo je našel Velkovrh samo ob izhodu iz Zadnjega kraja pri Otoku (prim. Sket 1974).

*Bithynia tentaculata* (Linnaeus 1758) spada med najpogostnejše vrste, ki žive v jezeru in je zato tudi najpogostnejša v vseh predelih jezera ter vodilni element v tanatocenozah.

## PULMONATA — PLJUČARJI

### Physidae

*Physa fontinalis* (Linnaeus 1758) ni pogostna.

*Aplexa hypnorum* (Linnaeus 1758) živi v počasni tekoči vodi in v mlakah.

### Lymnaeidae

*Lymnaea stagnalis* (Linnaeus 1758) je zelo pogostna v osrednjem delu jezera ob Strženu in v Zadnjem kraju. Velikost zelo variira in hišice imajo razmeroma tanke stene.

*Radix peregra* (Müller 1774) je pogostna v pritokih Cerkniškega jezera in v nekaterih izvirih.

*Galba palustris* (Müller 1774) je bila najdena v vseh predelih jezera.

*Galba truncatula* (Müller 1774) je zelo pogostna v jezeru ter v potokih in izvirih.

### Planorbidae

*Planorbarius corneus* (Linnaeus 1758) živi v osrednjem delu jezera, ni pogostna vrsta.

*Planorbis carinatus* (Müller 1774) živi v vseh predelih jezera in je najštevilnejši predstavnik družine ter je v tanatocenozah vodilna vrsta.

*Anisus leucostomus septemgyratus* (Rossmäessler 1835). Ločevanje oblik oz. vrst *A. leucostomus* in *A. septemgyratus* je zaradi prehodnih form dokaj težko. Po podrobnem proučevanju konholoških in anatomskih znakov je Hudc (1967) postavil *A. septemgyratus* kot podvrsto v vrsti *A. leucostomus*. Podvrsta je razširjena v vzhodni Evropi in je v Cerkniški kotlini na zahodnem robu areala.

*Anisus spirorbis* (Linnaeus 1758) je v tanatocenozah ob Strženu in v severozahodnem delu Cerkniškega jezera.

*Bathymomphalus contortus* (Linnaeus 1758) je zelo pogostna vrsta v vseh delih jezera.

*Gyraulus albus* (Müller 1774), najden le mestoma v naplavinah.

*Armiger crista* (Linnaeus 1758) je iz naplavin ob Strženu in v ponorih Vodonosa, Retja in Rešeta.

*Hippeutis complanatus* (Linnaeus 1758) je najden v vseh predelih jezera.

*Segmentina nitida* (Müller 1774) ni pogostna vrsta, najdena pa je v osrednjem delu jezera.

**Ancylidae**

*Ancylus fluviatilis* (Müller 1774) je euribionska vrsta, ki živi v potokih, izvirih in tudi v jamah.

**Acroloxidae**

*Acroloxus lacustris* (Linnaeus 1758) živi predvsem v počasi tekočih vodah v pritokih Cerknškega jezera.

**BIVALVIA — ŠKOLJKE****Sphaeridae**

*Sphaerium corneum* (Linnaeus 1758). V Zadnjem kraju so primerki močno odebeljeni in se skladajo z obliko, ki je bila opisana kot *Sph. corneum* f. *nucleus* Studer 1820, značilna pa je za stoječe vode in močvirja v nižinah.

*Musculium lacustre* (Müller 1774), vrsta je bila najdena v osrednjem delu Cerknškega jezera, v Strženu in Retju.

*Psidium amnicum* (Müller 1774) je precej razširjena vrsta v jezeru in v njegovih pritokih.

*Psidium casertanum* (Poli 1791) je zelo razširjena vrsta v jezeru, v potokih in tudi v izvirih.

*Psidium obtusale* (Pfeiffer 1821) živi v Strženu, najpogostejša pa je v požiralnikih v Vodonosu, Rešetu in Retju.

*Psidium henslowanum* (Sheppard 1823). Ta vrsta je bila najdena le v Strženu.

**POLŽI V PODZEMELJSKIH VODAH IN IZVIRIH**

Ob robu Cerknškega jezera je veliko izvirov, ki imajo obsežno podzemeljsko zaledje, v katerem žive troglofilne in troglobiontske vrste oz. populacije. Na mnogih mestih je žal nedostopen podzemeljski tok, in lahko ugotavljamo sestavo malakofavne le po vrstah, ki jih najdemo v tanatocenoza. Podzemeljske vrste pa najdemo tudi v ponorih, vendar se navadno pojavijo zelo globoko v podzemlju. Ob severozahodnem bregu Cerknškega jezera so veliki požiralniki, po katerih pridemo daleč v podzemlje in tam najdemo troglobiontske in troglofilne vrste, v sprednjih delih teh jam pa je veliko trogloksenov. Med te jame sodijo Velika in Mala Karlovica ter Svinjska jama ob Cerknškem jezeru, v Rakovem Škocjanu pa Zelške jame in Tkalca jama.

V izvirih so ekološke razmere precej podobne razmeram v podzemlju in zato tu lahko žive skupaj podzemeljske in izvirske vrste. Precej izvirskih vrst prodira v podzemlje in se tam razvijajo v troglofilne vrste oz. populacije z vsemi lastnostmi troglofilov oz. filetičnih trogloksenov. Ker so izvirske vrste najbližje podzemeljskim vrstam, jih obravnavamo skupaj z njimi, čeprav spadajo izvirske vrste formalno v površinske vode.

## GASTROPODA — POLŽI

## PROSOBRANCHIA — PREDŠKRGARJI

## Orientalinidae

*Iglica luxurians* (Kuščer 1932) je vrsta, ki jo najdemo v tanatocenezah vseh podzemeljskih vod in izvirov okoli Cerkniškega jezera. Endemna vrsta porečja Ljubljane.

*Belgrandiella fontinalis* (Schmidt 1847) je izvirna vrsta in vanjo moramo postaviti vse populacije tega področja, ki so bile v literaturi označene kot *Frauenfeldia lacheineri* (Küster 1852), ker je Radoman (1975) ustanovil poseben rod *Graziana* s tipično vrsto *Frauenfeldia lacheineri* oz. po reviziji rodu označeno kot *Graziana lacheineri*, ki pa sploh ne živi v okolici Cerknice.

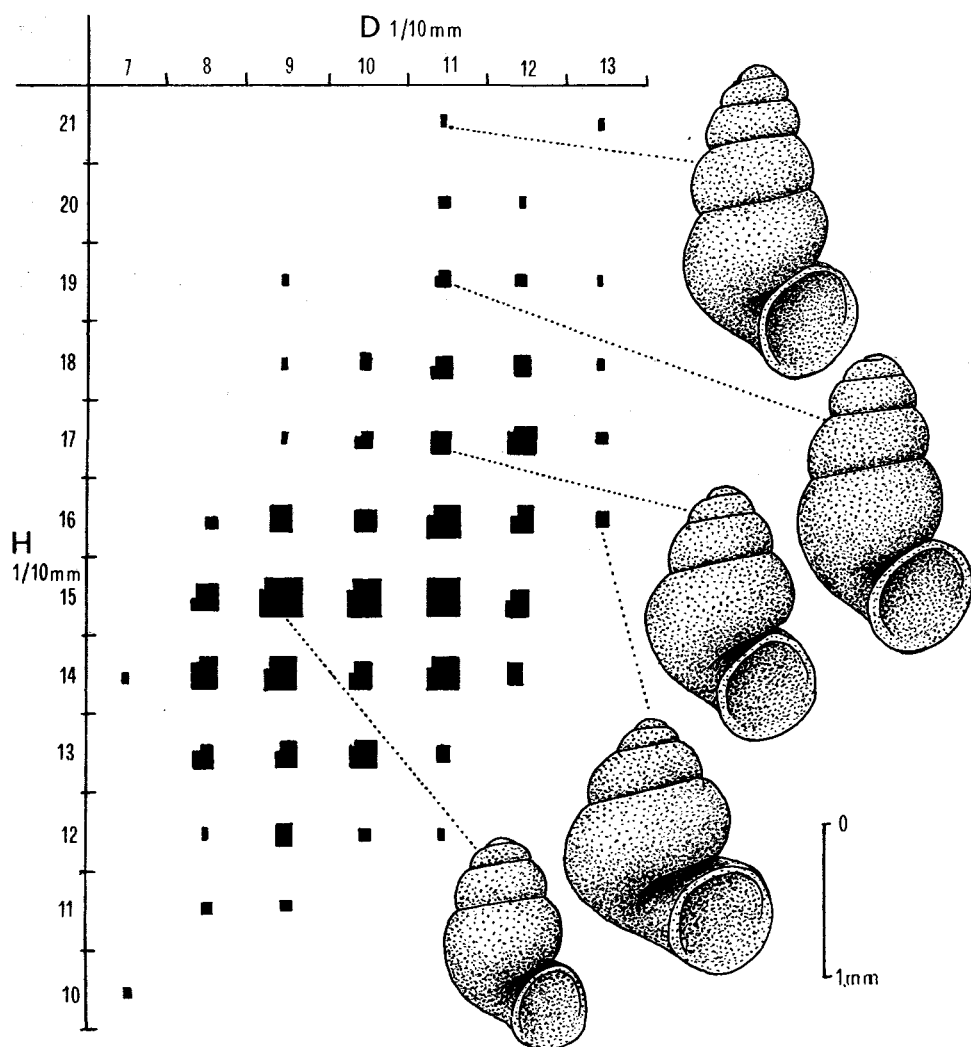
*Belgrandiella kuesteri* (Boeters 1970) je druga izvirna vrsta tega rodu, ki živi le v nekaterih izviroh ob jezeri ali pa najdemo njene hišice v naplavinah. Boeters (1970) je zamenjal preokupirano vrstno ime *minutissima* za *kuesteri*, vendar jo je postavil kot podvrsto *Microna saxatilis kuesteri*. Ker živi na mnogih mestih skupaj z drugimi vrstami, je zanesljivo dobra vrsta.

*Belgrandiella kusceri* (A. J. Wagner 1914) je bila najdena le v odtokih (Karlovič, Svinjska jama), zelo pogostna pa je v podzemeljskih vodah in v izviroh v Rakovem Škocjanu. Veliko živih primerkov pa najdemo v Raku okoli Malega naravnega mosta, v Zelških jamah in v izviroh Prunkovec in Kotlič.

*Belgrandiella superior* (Kuščer 1932) je omejena samo na kraške izvire ob jugovzhodnem robu Cerkniške kotline, kjer je vodilna vrsta v tanatocenezah, pod kamni in na lesu pa je tudi veliko živih primerkov. Taksonomski položaj te vrste je bil različno ocenjen. Kuščer (1932, 59) jo je opisal kot podvrsto *B. kusceri superior*, vendar jo je kasneje sam postavil kot vrsto (Kuščer in Karaman 1935, 55).

*Belgrandiella schleschi* (Kuščer 1932) je opisana iz Križne jame pri Ložu, kjer so bili najdeni tudi živi primerki. Vrsta je dokaj pogostna še v tanatocenezah od Martinjščice do Laškega Obrha pod vasjo Laze.

*Belgrandiella crucis* (Kuščer 1928) je opisana iz Križne jame pri Ložu. Vrsta je zelo variabilna in je podrobna konhološka analiza pokazala, da spadajo v to vrsto morfološko zelo različne oblike od ozkih vretenastih pa do širokih stožčastih. Zanimivo pa je, da ni vedno isto razmerje med ozkimi in širokimi hišicami. V izviroh v Loški dolini je razmeroma več polžev s širokimi hišicami. Med skrajnimi oblikami pa so prehodi. Iz zvira Mrzlik pri Otoku je Radoman (1975, 32) opisal posebno vrsto *B. conica*. V tabeli mer (Radoman 1975, 37) navaja za vrsto *B. crucis* s tipičnega najdišča (Križna jama) višine 1,43 do 1,64 mm, za vrsto *B. conica* iz izvira Mrzlik pa 1,81–2,14 mm in srednjo višino 1,95 mm. Razmerje med višino in širino v odstotkih (D.100 : H) pa je za *B. crucis* 60–68,42 oz. srednja vrednost 63,52, za *B. conica* pa 52–61,70 in srednjo vrednostjo 56,95. Očitno je tu nesporazum. Kuščer (1928, 51) daje žal samo eno mero in to za višino 2 mm in širino 1 mm, kar daje razmerje 50, to pa je v okviru Radomanove vrste *B. conica*. Tudi Radomanove (1975, 63) slike vrste *B. conica* se bolje skladajo s Kuščerjevo risbo vrste *B. crucis*, kot na isti tabli prikazane oblike *B. crucis*, ki so samo del iz velike variacijske širine. Dokaj reprezentativna serija 260 primerkov vrste *B. crucis* iz Mrzle jame



Sl. 3. Variabilnost vrste *Belgrandiella crucis*  
 Abb. 3. Variabilität der Art *Belgrandiella crucis*

pri Bločicah kaže vse prehode (sl. 3). Razmerje med višino in širino je tako obsežno, da zajame območje vrst *B. crucis* in *B. conica* in je 47,36—81,81. Iz tega se vidi, da je to le močno variabilna vrsta in da moramo *B. conica* postaviti le kot sinonim za vrsto *B. crucis*. Vrsta *B. crucis* je dokaj pogostna v izviri od Magdalenskega studenca ob južnem robu do Ušive loke pod Javorniki.

*Belgrandiella robusta* (Radoman 1975) je opisana iz Velikega Obrha pri Vrhniki v Loški dolini. Žive primerke te vrste smo našli še v izviru Grahovščice

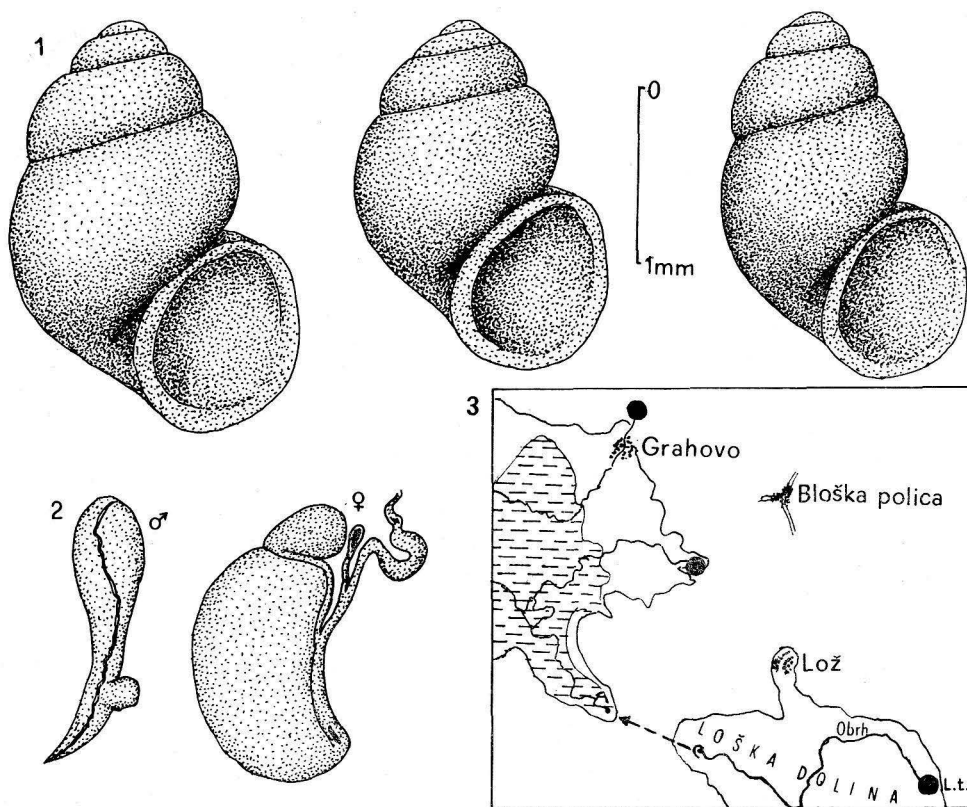
pri Grahovem in v stranskem levem izviru blizu izvira Štebrščice. Obe populaciji se konhološko in anatomsko dobro skladata s tipično populacijo (sl. 4).

*Belgrandiella globulosa* sp. n.

Pri konholoških analizah tanatocenoz iz izvirov Jezerski Obrh in Cemun ter iz Mrzle jame pri Bločicah se je veliko primerkov ostro ločilo od podobnih primerkov vrste *B. superior*. Merjenja so pokazala, da je to posebna vrsta (sl. 5).

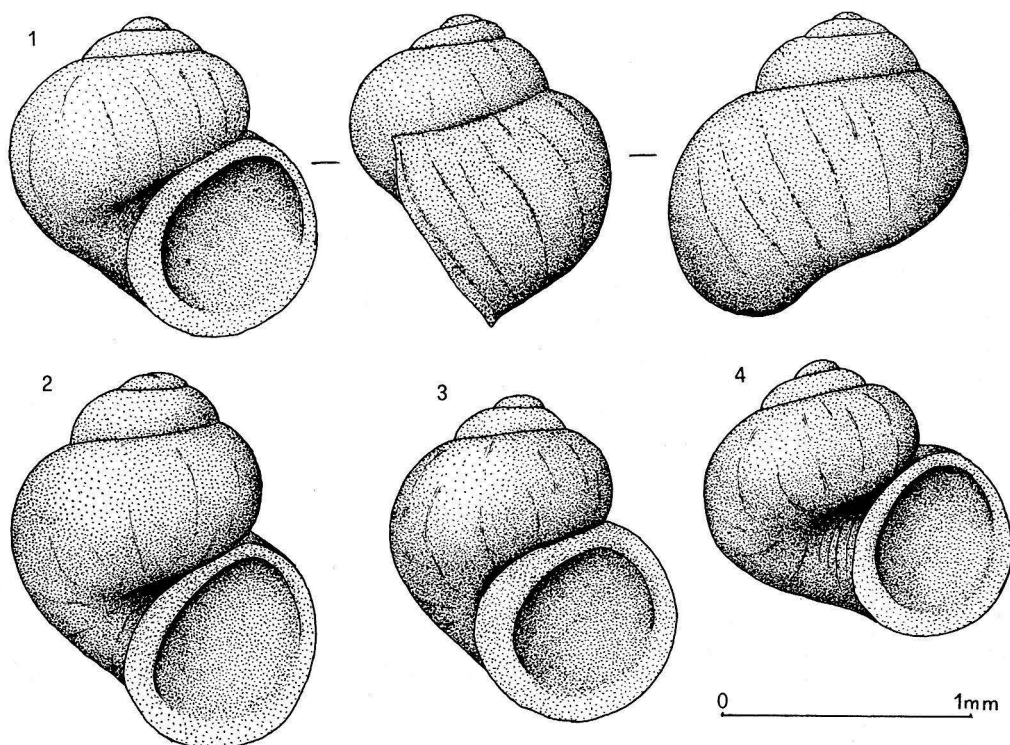
**Diagnoza:** Od drugih vrst se loči po nizkih, zaobljenih in razmeroma širokih hišicah in po zelo poševnem ustju.

**Opis:** Hišica je zelo majhna, trdna in z razmeroma debelimi stenami, gladka ali z redkimi nepravilno razporejenimi progami. Svitek je nizek, nekoliko zaobljen. Zavoji so močno obokani, med njimi je globok šiv, naraščajo pa zelo hitro in so trije. Ustje je rahlo ovalno, precej veliko, saj zavzema več kot



Sl. 4. *Belgrandiella robusta*. 1 različne oblike hišic iz izvira Grahovščice, 2 kopulacijski organ in del spolnega aparata samice, 3 najdišča vrste

Abb. 4. *Belgrandiella robusta*. 1 verschiedene Formen der Gehäuse aus der Quelle Grahovščica, 2 Kopulationsorgan und ein Teil des Genitalapparates des Weibchens, 3 Fundorte der Art



Sl. 5. *Belgrandiella globulosa* sp. n. 1 holotip, 2—4 različne oblike hišic  
 Abb. 5. *Belgrandiella globulosa* sp. n. 1 Holotypus, 2—4 verschiedene Formen der Gehäuse

polovico višine hišice in je zelo poševno. Ustni rob je tenak, oster, na notranji strani odebeljen. Zunanji ustni rob je nekoliko upognjen na zgornji strani ustja. Popek je špranjast, pri nekaterih primerkih pa povsem zaprt ali pa le do polovice zakrit.

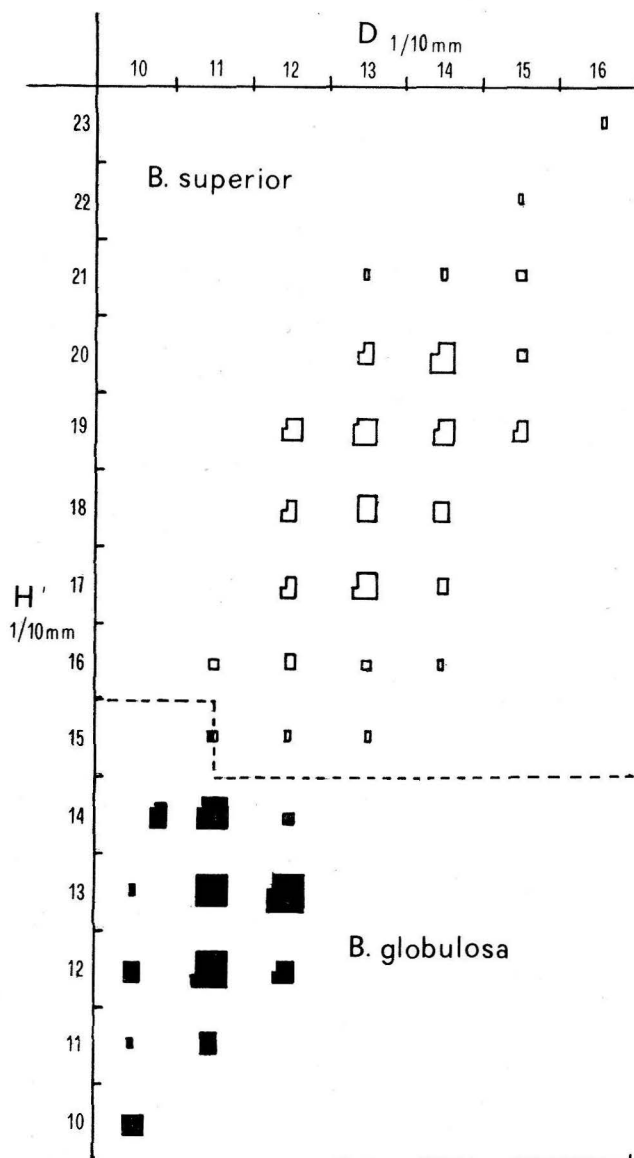
**Mere :** Višina 1—1,6 mm, širina 1—1,3 mm, všina holotipa je 1,3 mm, širina 1,15 mm.

**Locus typicus :** Mrzla jama pri Bločicah, 3,5 km NNW od Loža. Drugi najdišči pa sta izvira Cemun in Obrh pri Gorenjem Jezeru.

**Material :** Holotip št. 8435/A in paratipi št. 8435 v zbirki Biološkega inštituta Jovana Hadžija SAZU v Ljubljani.

**Taksonomski odnosi :** Vrsta *B. globulosa* živi simpatrično z vrstami *B. schleschi*, *B. superior* in *B. crucis*. Oblikovno je najbližja vrsti *B. superior*, vendar se od nje dobro loči po nižji hišici, kar kažejo tudi meritve. Razmerje med višino in širino hišic (D.100:H) je 73,3 do 104,3, pri vrsti *B. superior* pa je med 61,9 in 87,5. Material z indeksi, ki se prekrivajo, je vendar ostro ločen, ker so velikosti vrste *B. superior* 1,6—2,3 mm, torej precej nad vrednostmi za vrsto *B. globulosa*, ki so pod 1,6 mm.





Sl. 6. Oblikovno območje vrst *Belgrandiella superior* in *B. globulosa*

Abb. B. Formbereich der Arten *Belgrandiella superior* und *B. globulosa*

*Sadleriana fluminensis* (K ü s t e r 1852) je redka, saj je bila najdena samo v izviru pri cerkvi v Martinjaku.

*Hauffenia subpiscinalis* (K u š č e r 1932) živi v vseh podzemeljskih vodah v okolici Cerkniškega jezera. Velikost in oblika zelo variirata. Populacije v izviri pod Slivnico imajo manjše hišice, posebno majhne pa so v Magdalenskem studencu pri Martinjaku. Anatomsko pa se dobro skladajo z drugimi populacijami. Verjetno so primerki majhni zaradi neugodnih razmer v podzemlju, saj je zaledje izvirov iz dolomita.

*Hauffenia michleri* (K u š č e r 1932). Ta vrsta je najpogostnejša v srednjem in spodnjem delu podzemeljskega toka Ljubljaničice, deloma pa tudi v vodah iz zgornjega dela porečja Idrije, od koder so vode tekle v pliocenu v Ljubljaničico. Prazne hišice, ki pa konhologsko niso povsem skladne s hišicami iz spodnjega toka Ljubljaničice, smo našli v Mrzli jami pri Bločicah in v izviru Grahovščice. Dokončno potrditev pripadnosti tej vrsti pa bo dalo le anatomsko raziskovanje. Živi primerki pa doslej niso bili najdeni.

*Hadziella ephippiostoma* (K u š č e r 1932) je endemna vrsta podzemeljskih vodotokov Ljubljaničice. Najdemo jo v tanatocenozah izvirov Obrh, Cemun pa do Vranje jame v Zadnjem kraju.

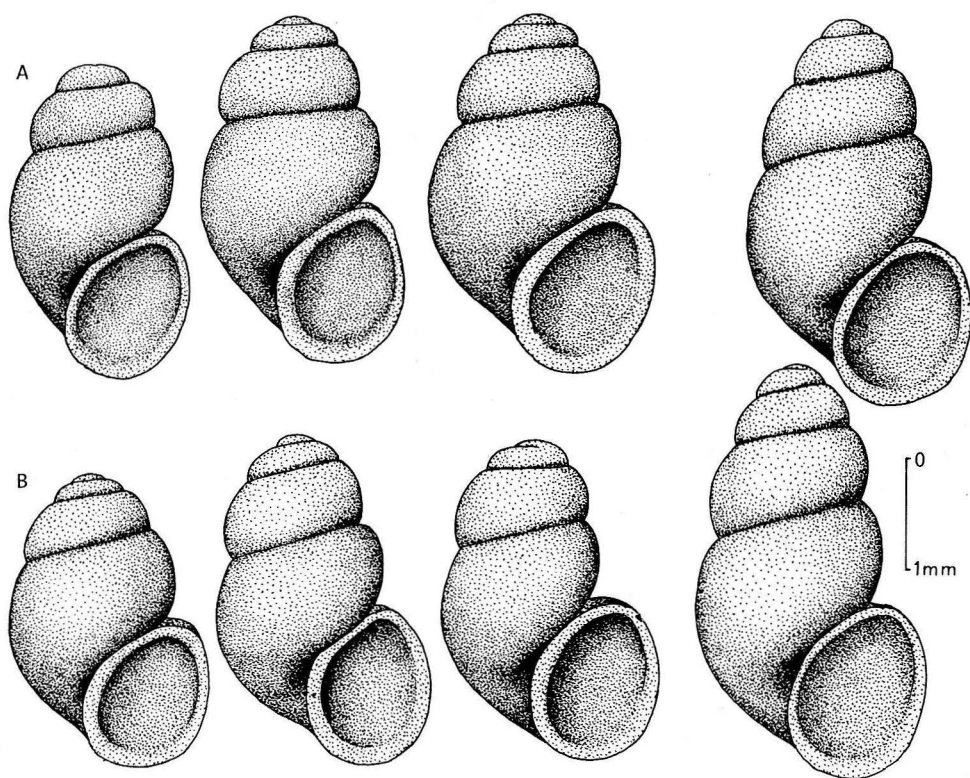
### Bythinellidae

*Bythinella schmidtii* (K ü s t e r 1852). V zadnjem času je v taksonomiji rodu *Bythinella* precej zmede in so specifične in subspecifične razmere ocenjene dokaj različno. Po sedanjem stanju je treba oblike iz Cerkniške kotline postaviti v vrsto *B. schmidtii*, čeprav se vsaj nekatere dobro skladajo z obliko *B. austriaca*, katere samostojnost še ni dokončna. Alzona (1971, 37) je obliko *B. austriaca* postavil v sinonimijo vrste *B. schmidtii*. Zilch & Jaeckel (1962, 46) sta *B. schmidtii* postavila samo kot formo v vrsto *B. alta*. Po njunem mnenju pa je *B. austriaca* samostojna vrsta. Jaeckel (1967, 95) tudi razlikuje vrsti *B. schmidtii* in *B. austriaca*. Radoman (1975, 141) sicer ne govori direktno o *B. austriaca*, pripominja le, da je razširjena na severovzhodu, severozahodno pa je areal vrste *B. schmidtii*, ki zajema tudi Cerkniško kotlino. Iz širše okolice in s Hrvaške pa je bilo opisanih veliko oblik, ki so imele položaje samostojnih vrst, so pa verjetno samo podvrste v okvirju variabilne vrste *B. schmidtii*. V pritokih Cerkniškega jezera pa dokaj dobro ločimo vsaj dve obliki. Eno lahko uvrstimo v *B. schmidtii*, saj je precej podobna tipični obliki (sl. 7 A), druga pa je ožja in jo najdemo v velikih izviri pri Gorenjem Jezeru, kamor pa je vrsta verjetno naplavljena iz višje ležeče Loške doline, kjer je vrsta dokaj pogostna npr. v Malem Obrhu. Taksonomsko vrednost te oblike (sl. 7 B) pa bo pokazala podrobna konhologska in predvsem anatomska obdelava.

## PULMONATA — PLJUČARJI

### Ancylidae

*Ancylus fluviatilis* (M ü l l e r 1774) je zelo evritopna vrsta in živi tudi v izviri in v podzemeljskih vodotokih, predvsem v ponikalnicah, kjer so nekatere populacije popolnoma depigmentirane in celo slepe. Vrsta je dokaj pogostna v izviri in v tanatocenozah izvirov ob Cerkniškem jezeru.



Sl. 7. *Bythinella schmidtii*. A oblike iz okolice Cerklješkega jezera, B oblike iz Loške doline in iz naplavin kraških izvirov pri Gorenjem Jezeru

Abb. 7. *Bythinella schmidtii*. A Formen aus der Umgebung des Cerklješko jezera, B Formen aus der Loška dolina und aus den Anschwemmungen der Karstquellen bei Gorenje Jezero

### Acroloxidae

*Acroloxus tetensi* (K u š č e r 1932) je podzemeljska vrsta in je bila najdena samo v podzemeljskih vodotokih, ki s severozahodnega roba Cerklješkega jezera odvajajo vodo proti Planinskemu polju in Ljubljanskemu barju. Vrsta je dokaj pogostna v notranjosti Karlovic (Zahodni rov Velike Karlovice in Javorniški rokav Male Karlovice), v Zelških jamah (Južni rov, Vodni rov) in v Rakovem Škocjanu (Rakove brzice, Prunkovec, Kotlič in drugi izviri).

### SUHOZEMSKI POLŽI

Suhozemski polži so največja skupina mehkužcev iz obrobnih predelov okoli Cerklješkega jezera. Nekatere vrste žive tudi na občasno poplavljenih območjih. Raziskovanje suhozemskih polžev je bilo usmerjeno predvsem v tri

ekološko značilne predele ob Cerkniškem jezeru in na pobočjih, ki se spuščajo v Cerkniško kotlino. Te predele dobro označujejo v uvodu opisane vegetacijske razmere. V to skupino so vključene tudi podzemeljske vrste iz rodu *Zospeum*.

## PROSOBRANCHIA — PREDŠKRGARJI

### Cochlostomatidae

*Cochlostoma septemspirale* (Razoumovsky 1789) živi v gozdu na severovzhodnih pobočjih Javornikov, ni pogostna.

*Auritus gracilis stussineri* (A. J. Wagner 1897). V dinarskem in alpskem svetu živeča podvrsta je bila najdena samo okoli vrha Javornika ter na severovzhodnem pobočju in v Rakovem Škocjanu (Globočak).

*Auritus tergestinus* (Westerlund 1878) je najpogostnejša vrsta tega rodu. Ker je evritopna jo najdemo povsod in tudi v velikem številu.

*Auritus waldemari* (A. J. Wagner 1897). Taksonomski položaj te vrste določajo razni avtorji različno. Večkrat kot podvrsto *A. tergestinus waldemari*. Tako jo opredeljujeta npr. Zilch & Jaekel (1962, 32). Obliki *A. tergestinus* in *A. waldemari* se morfološko dobro ločita in ker živita na mnogih mestih na Javornikih in v okolici Notranjskega Snežnika skupaj, moramo *A. waldemari* šteti kot vrsto (sl. 8).

### Pomatiasidae

*Pomatias elegans* (Müller 1774) je termofilna vrsta, ki živi samo na prisojnih pobočjih okoli Cerknice, vendar ni pogostna.

### Aciculidae

*Acicula gracilis* (Clessin 1887) je razširjena v predgorjih Alp, sega pa prek krasa na Hrvaško. Najdena je bila na mnogih mestih v gozdovih in tudi v prisojnih legah Cerkniške kotline.

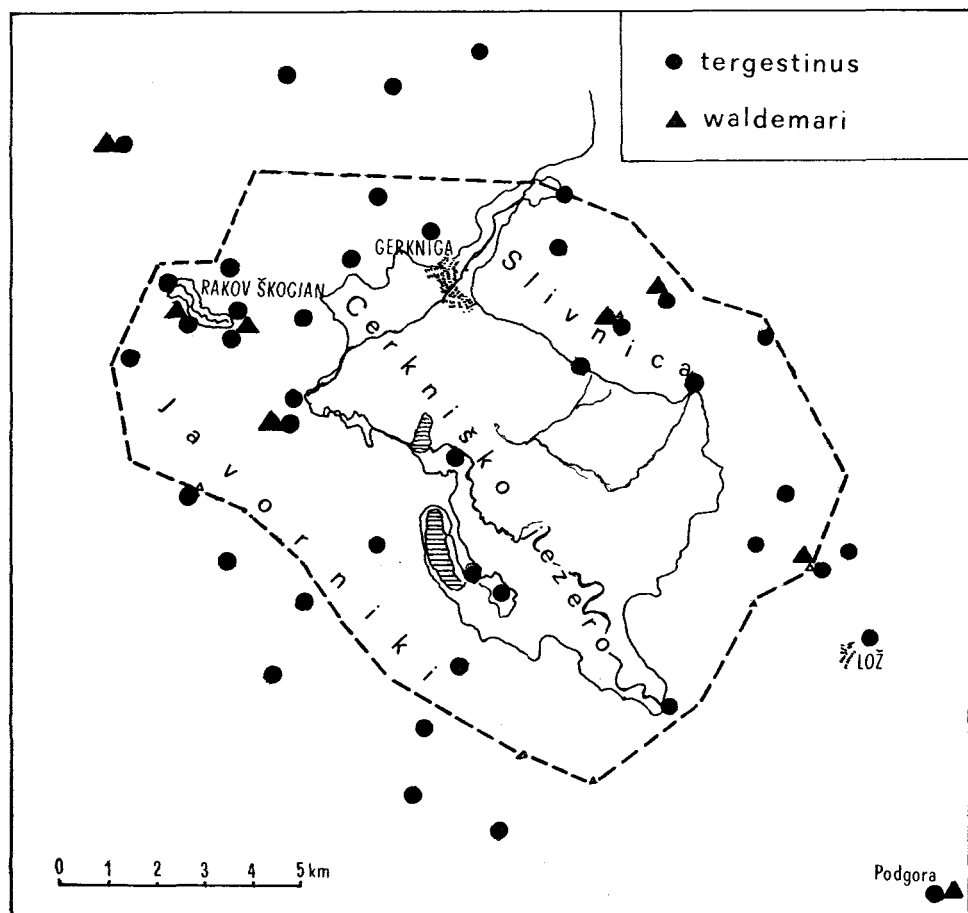
*Acicula stussineri* (Boettger 1884). Ta vrsta je dolgo veljala za zelo redko, saj je bila poznana le s tipičnega najdišča v okolici Moravč. Kuščer (1925, 65) pa omenja še vhod v jamo na Šumu pri Domžalah in Pasjico v Zgoranjem Igu pod Krimom. Na precej večjo pogostnost te vrste pa je opozoril Velkovich (1971), ki jo je našel na mnogih mestih v širši okolici Ljubljane, na Gorenjskem in Štajerskem. Iz okolice Cerknice jo navaja na vrhu Slivnice. Nova najdišča pa so sv. Miklavž na Slivnici, Škanski grič pri Zelšah in Kotlič v Rakovem Škocjanu. Ker je vrsta zelo drobna, se pri preiskavah lahko prezre oz. izgubi pri sejanju, saj je visoka le 1,2 mm in široka 0,3 mm.

*Renea spectabilis* (Rossmäessler 1839). Najdena je bila na več mestih v Rakovem Škocjanu. Sicer ni pogostna.

## PULMONATA — PLJUČARJI

### Ellobiidae

*Carychium minimum* (Müller 1774) je zelo pogostna vrsta, predvsem na vlažnih mestih.

Sl. 8. Razširjenost vrst *Auritus tergestinus* in *A. waldemari*Abb. 8. Verbreitung der Arten *Auritus tergestinus* und *A. waldemari*

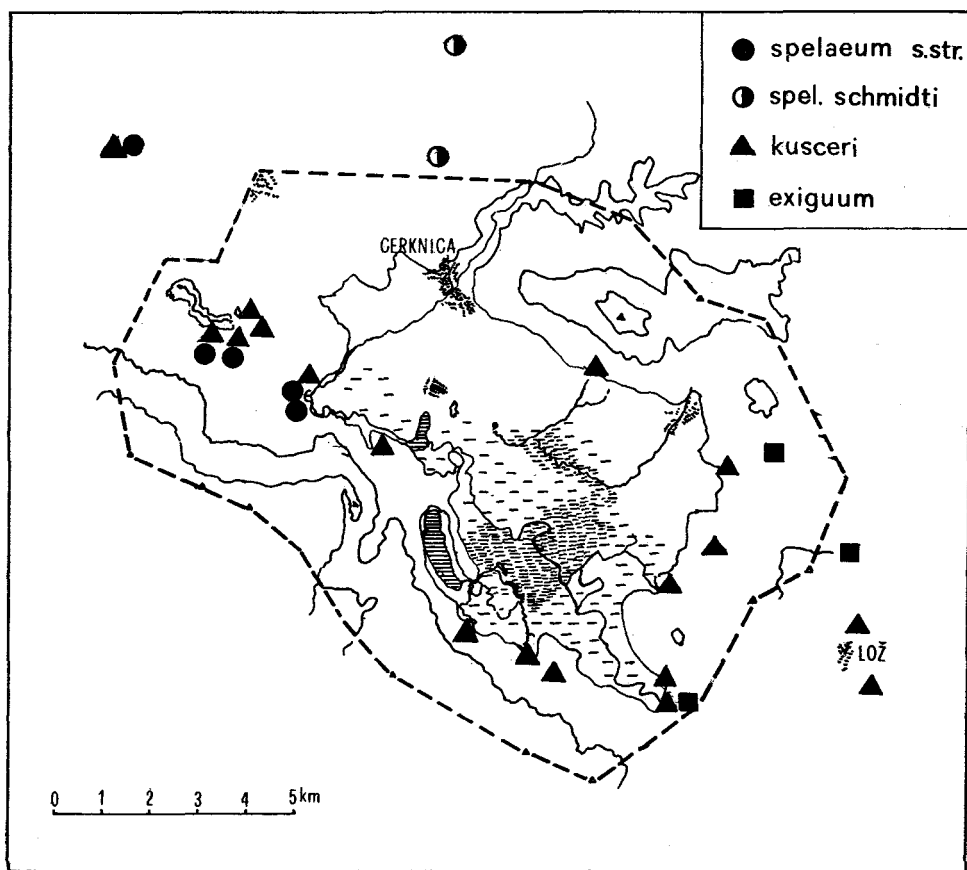
*Carychium tridentatum* (Risso 1826) je tudi zelo pogostna, preferira pa bolj suha mesta.

*Zospeum spelaeum spelaeum* (Rossmäessler 1839). Tipična podvrsta živi v jamah v severozahodnem delu raziskovanega območja. Pogostna je v Karlovcih pri Dolenji vasi in v Dvatisoči jami, Zelških jamah ter drugih manjših jamah v Rakovem Škocjanu. Tu žive populacije z vsemi značilnostmi podvrste, ki je sicer vrinjena v areal podvrste *Z. spelaeum schmidtii*.

*Zospeum spelaeum schmidtii* (Frauenfeld 1854) je podvrsta, ki jo najdemo v jamah pri Dobcu in na Vinjem vrhu nad Begunjami, kjer žive tipične oblike te podvrste.

*Zospeum kusceri* (A. J. Wagner 1912). Najprej jo je A. J. Wagner opisal kot podvrsto *Z. frauenfeldi kusceri*, ker po obliki in ustni armaturi nekoliko spominja, na vrsto *Z. frauenfeldi*, vendar pa je po lamelarni strukturi v notranjosti hišice nekaj posebnega in ima zato položaj samostojne vrste. Na raziskovanem območju je bila najdena skoraj v vseh jamah in v naplavinah v izviroh ter je najpogostejša vrsta tega rodu.

*Zospeum exiguum* (Kuščer 1932). Prvotno je bila opisana kot podvrsta *Z. obesum exiguum*. Od vrste *obesum* pa se loči po ustni lamelarni armaturi. Živi primerki te vrste so bili najdeni v Križni jami, prazne hišice pa v tanatocenozah izvirov pri Gorenjem Jezeru (Jezerski Obrh), ki so obenem najsevernejša doslej poznana najdišča te vrste.



Sl. 9. Razširjenost vrst in podvrst rodu *Zospeum*

Abb. 9. Verbreitung der Arten und Unterarten der Gattung *Zospeum*

### Cochlicopidae

*Cochlicopa lubrica* (Müller 1774) živi predvsem na odprtem svetu, pogostna je v obrobni predelih Cerkniskega jezera in tudi v naplavinah pred požiralniki.

*Cochlicopa lubricella* (Porro 1838) pa naseljuje predvsem topla južna pobočja okoli Cerknice in pod Slivnico ter pri Gorenjem Jezeru.

### Pyramidulidae

*Pyramidula rupestris* (Draparnaud 1801) je zelo euribiontska vrsta, živi pa najraje na skalah.

### Vertiginidae

*Columella edentula* (Martens 1830) ni pogostna, najdena je bila v naplavinah Cerknishčice.

*Truncatellina cylindrica* (Ferussac 1821) na južnih pobočjih Slivnice.

*Truncatellina claustralis* (Gredler 1856) je tudi vezana na toplejše predele, vendar redkejša od prejšnje vrste.

*Truncatellina monodon* (Held 1837) je najdena samo v Zadnjem kraju pod Javorniki.

*Vertigo angustior* (Jeffreys 1830) je dokaj pogostna vrsta, predvsem pa v okolici jezera, veliko primerkov smo našli v naplavinah.

*Vertigo pusilla* (Müller 1774) je splošno razširjena vrsta.

*Vertigo antivertigo* (Draparnaud 1801) nastopa v območju jezera in na obrobni vlažni travnikih.

*Vertigo pygmaea* (Draparnaud 1801) je dokaj pogostna vrsta ob jezeru in tudi na bolj suhih pobočjih.

*Vertigo alpestris* (Alder 1838) je bila najdena na severni strani Javornikov in v mrazišnih udornih dolinah. Poleg najdb na Notranjskem Snežniku (Bole 1976) so to nova južna najdišča te vrste, ki je razširjena od Alp prek Trnovskega gozda, Hrušice in Javornikov do Notranjskega Snežnika.

### Orculidae

*Orcula dolium* (Bruguier 1792) je poznana z najdišč na Javornikih in iz okolice Zadnjega kraja.

*Orcula conica* (Rossmäessler 1837) je pogostna v gozdovih na severni strani Slivnice, na Javornikih in v Rakovem Škocjanu.

*Pagodulina sparsa* (Pilsbry 1926) je splošno razširjena vrsta.

*Pagodulina subdola* (Gardner 1858) je precej redkejša in je bila najdena samo na severozahodnih pobočjih Javornikov.

### Chondrinidae

*Granaria frumentum illyrica* (Rossmäessler 1835) živi v toplih pri-sojnih legah okoli Cerknice, na južnih pobočjih Slivnice, v okolici Grahovega in Gorenjega Jezera. Je termofilna vrsta. Rodovno ime *Granaria* je uvedel Gittenberger (1973) za del vrst iz rodu *Abida*, kamor je bila doslej uvrščena ta vrsta.

*Chondrina avenacea lepta* (Westerlund 1887) ima tipično najdišče pri Postojni. Po Nordsiecku (1962) spadajo v to podvrsto vse populacije iz zahodne Slovenije, Istre in Kvarnerja. V Cerkniški kotlini živi predvsem na bolj suhih in toplih mestih.

*Chondrina clienta* (Westerlund 1883) je manj pogostna, živi pa predvsem na skalah.

*Odontocyclus kokeili* (Rossmäessler 1837) je vrsta, ki je najpogostnejša v gozdovih.

*Odontocyclus rosmaessleri* (Rossmäessler 1839) je bila najdena na robu preiskovanega območja v Menišiji.

### **Pupillidae**

*Pupilla muscorum* (Linnaeus 1758) je vezana na topla območja na južni strani Slivnice in v okolici Begunj.

*Lauria cylindracea* (Da Costa 1778) pod Slivnico na južni strani.

### **Argnidae**

*Agardhiella truncatella* (Pfeiffer 1841) je razširjena povsod, vendar ni nikjer zelo pogostna.

### **Valloniidae**

*Vallonia costata* (Müller 1774) predvsem v južnih legah, vendar ni pogostna.

*Vallonia pulchella* (Müller 1774) je povsod, zelo pogostna pa je v tanatocenzah.

*Acanthinula aculeata* (Müller 1774) je splošno razširjena.

*Planogyra sororcula* (Benoit 1857) je po Gittenbergerju (1977, 1991) novo ime za obliko, ki je bila opisana kot *Vallonia astoma* (Boettger 1909) z Durmitorja. Gittenberger pa jo je nato uvrstil v rod *Spelaeodiscus* (1977), kasneje pa v rod *Planogyra* (1972). Vrsta je bila pri nas dolgo časa prezrta ali pa je bila postavljena med juvenilne primerke vrste *Vallonia costata*, čeprav je pri nas dokaj pogostna. Najdena je bila na Javornikih nad 800 m.

### **Enidae**

*Ena montana* (Draparnaud 1801) živi v gozdovih na severnih pobočjih Javornikov in Slivnice.

*Ena obscura* (Müller 1774) je pogostnejša, predvsem pa tudi v prisojnih legah.

*Zebrina detrita* (Müller 1774) je termofilna vrsta, ki živi na suhih južnih pobočjih Slivnice, sega pa do vrha.

### **Succineidae**

*Succinea putris* (Linnaeus 1758) je iz obrobnih predelov jezera.

*Succinea oblonga* (Draparnaud 1801) živi podobno kot prejšnja vrsta ob bregovih počasi tekočih in stoječih vod.

*Oxyloma elegans* (Risso 1826) je najpogostnejša vrsta te družine na dnu Cerkniške kotline.



### Ferussaciidae

*Cecilioides acicula* (Müller 1774). Poznana so le posamezna najdišča pod Slivnico in Križno goro.

*Cecilioides aciculoides* (Westerlund 1887), na južnih pobočjih.

### Endodontidae

*Punctum pygmaeum* (Draparnaud 1801) je splošno razširjena in zelo pogostna vrsta.

*Discus perspectivus* (Mühlfeldt 1816) je pogostna vrsta na prisojnih in osojnih pobočjih.

### Arionidae

*Arion hortensis* Ferussac 1819 je pogosten v nižinah.

*Arion rufus* (Linnaeus 1758), na travnikih in v grmovju.

*Arion subfuscus* (Draparnaud 1805) živi predvsem v gozdovih in je dokaj pogostna vrsta.

### Vitrinidae

*Vitrina pellucida* (Müller 1774) je razširjena v okolici Cerknškega jezera, na Slivnici in Križni gori ter mestoma na Javornikih. Nekatere hišice spominjajo na prehod k *V. carniolica*, ki pa še ni anatomsko preiskana in zato še niso razčiščeni taksonomski odnosi med *V. pellucida* in *V. carniolica*.

*Eucobresia diaphana* (Draparnaud 1805) je bila najdena na pobočjih Križne gore in v Rakovem Škocjanu.

*Vitrinobrachium breve* (Ferussac 1822) je razmeroma redka na Javornikih.

### Zonitidae

*Zonitoides nitidus* (Müller 1774) živi ob bregovih jezera, najden pa je bil tudi v naplavinah ob jezeru in ob Cerknšičici.

*Vitrea subrimata* (Reinhardt 1871) je dokaj pogostna na vsem območju.

*Vitrea diaphana erjavci* (Brusina 1870) živi v zahodni Sloveniji, kjer nadomešča nominatno podvrsto. Je nekoliko redkejša od prejšnje, na nekaterih najdiščih pa živi z njo skupaj (npr. na Slivnici, Javornikih in v Rakovem Škocjanu).

*Vitrea binderi* Pinter 1972 je poznana samo iz Laške kukave (loc. typ.) nad Lazami pri Planini. Najdišče je sicer izven raziskovanega območja, vendar je možno, da je vrsta razširjena tudi na drugih mestih v Menišiji.

*Aegopis verticillus* (Lamarck 1822) je zelo pogostna vrsta, ki je na raziskovanem območju tudi splošno razširjena.

*Aegopis croaticus* (Ferussac 1832) je nekoliko manj pogostna, najdena je bila na Slivnici, Javornikih, na Križni gori in v Rakovem Škocjanu. Treba bo pa še preiskati, če je ta oblika, ki jo imajo nekateri kot *Ae. carniolicus*, res samostojna vrsta ali pa le podvrsta.

*Aegopinella nitens* (Michaud 1831) je splošno razširjena.  
*Oxychilus cellarius* (Müller 1774). Vrsta živi na prisojnih legah pod Slivnico.

### Daudebardiidae

*Carpathica stussineri* (A. J. Wagner 1895) je bila najdena posamično na severnem pobočju Slivnice, na Javornikih in nad Cemunom pri Gornjem Jezeru.

### Milacidae

*Milax marginatus* (Draparnaud 1805), v gozdovih na Javornikih.

### Limacidae

*Limax cinereoniger* (Wolf 1803) je splošno razširjena vrsta.

*Limax tenellus* (Nilsson 1822), v gozdovih na Javornikih.

### Euconulidae

*Euconulus fulvus* (Müller 1774) je precej pogostna vrsta.

### Clausiliidae

*Itala ornata* (Rossmäessler 1836), le mestoma na prisojnih krajih: Grahovo, Križna gora.

*Cochlodina costata costata* (C. Pfeiffer 1828) je bila najdena samo na prisojnih pobočjih v okolici Gorenjega Jezera.

*Cochlodina costata commutata* (Rossmäessler 1836). Po Nordsieckovih (1969, 6) raziskavah je nekdanja vrsta *C. commutata* le podvrsta v vrsti *C. costata*. Podvrsta je dokaj pogostna v gozdovih na severnih in vzhodnih pobočjih.

*Cochlodina fimbriata* (Rossmäessler 1835) je najpogostnejša vrsta tega rodu in je splošno razširjena.

*Cochlodina laminata inaequalis* (Schmidt 1868). Tipično najdišče te vrste je Javornik. Razširjena pa je še v Istri, na zahodnem Notranjskem in v Hrušici, kjer je severna meja areala. Dalje proti severu pa prehaja v podvrsto *C. laminata grossa*. V Cerkniški kotlini je precej pogostna na severnih in južnih pobočjih.

*Cochlodina dubiosa* (Clessin 1882) ima izven alpskega sveta le posamezna nahajališča in je zato najdišče na Javorniku na južni meji areala te vrste. Kot samostojno vrsto jo je postavil Nordsieck (1969, 3).

*Clausilia pumila* (Pfeiffer 1828), najdena le na nekaj mestih na Javornikih in pri Begunjah.

*Iphigena asphaltina* (Gredler 1856) je redka.

*Iphigena densestriata* (Rossmäessler 1836), le mestoma pod Javorniki in v Rakovem Škocjanu.

*Iphigena plicatula* (Draparnaud 1801) je najpogostnejša vrsta tega rodu, živi na osončnih in prisojnih pobočjih.

*Iphigena ventricosa* (Draparnaud 1801) je pogostna v gozdovih.

*Ruthenica filograna* (Rossmäessler 1836) je dokaj razširjena.

### Bradybaenidae

*Bradybaena fruticum* (Müller 1774) je termofilna vrsta, živi na prisojnih legah pod Slivnico.

### Helicidae

*Helicella obvia* (Hartmann 1840), na travnikih in poljih ob vzhodnem robu Cerknškega polja.

*Monacha carthusiana* (Müller 1774) je termofilna vrsta, živi na suhih prisojnih pobočjih.

*Zenobiella umbrosa* (Pfeiffer 1828) na pobočju Križne gore.

*Monachoides incarnata* (Müller 1774) je zelo razširjena vrsta v gozdovih in na odprtem svetu.

*Trichia leucozona* (Pfeiffer 1828) je zelo variabilna vrsta, ki je najpogostnejša v gozdovih na Javornikih in na severni strani Slivnice.

*Trichia sericea* (Draparnaud 1801), v gozdovih na Javornikih.

*Trichia lurida* (Pfeiffer 1828) je pogostna na Javornikih, kjer najdemo dlakaste in gole hišice, pri katerih pa se dobro vidijo vsadišča dlak. Nekatere hišice so zelo visoke in imajo močno zaobljene svitke.

*Trichia hispida* (Linnaeus 1758) ob Cerknšici pri Begunjah.

*Helicigona hirta* (Menke 1830) ima na pobočjih Javornikov severno mejo areala. Druga najdišča v Sloveniji pa so v Snežniškem pogorju in na Kočevskem.

*Chilostoma intermedium* (Ferussac 1821) je pogostna na skalah in bukovih deblih v gozdovih na prisojnih pobočjih.

*Campylaea planospira illyrica* (Stabile 1864) je splošno razširjena podvrsta oz. vrsta.

*Isognomostoma isognomostoma* (Schröter 1784), pogostna je v gozdovih in po grmovju.

*Isognomostoma holosericum* (Studer 1820) pa je vezana na bolj hladna in senčna mesta.

*Cepaea nemoralis* (Linnaeus 1758) je splošno razširjena vrsta, pogostnejša pa je na prisojnih pobočjih, vendar jo najdemo tudi v gozdovih pod Javorniki.

*Cepaea vindobonensis* (Ferussac 1821) živi po grmovju ob dnu Cerknške kotline in je manj pogostna od prejšnje vrste.

*Helix pomatia* (Linnaeus 1758) je vrsta, ki jo najdemo povsod.

## ZNAČILNOSTI MALAKOFAVNE CERKNŠKEGA JEZERA IN OKOLICE

Malakofavna Cerknškega jezera in okolice je dokaj bogata. Doslej je bilo najdenih 141 vrst, od tega 135 vrst polžev in 6 vrst školjk. V vodah Cerknškega jezera in v površinskih ter podzemeljskih pritokih živi 43 vrst vodnih polžev in školjk, kopenskih vrst polžev pa je 98 vrst.

Mehkužci Cerknškega jezera in okolice so zanimivi predvsem v ekološkem in zoogeografskem pogledu. Cerknško jezero leži v območju, ki je pod vplivom

različnih zoogeografskih enot, obenem pa je dovolj odprto za naseljevanje vrst z velikimi areali. Nekaj posebnosti pa je nastalo zaradi edinstvene hidrografske mreže, saj je Cerkniško jezero povezano z drugimi površinskimi vodami samo z zelo dolgimi podzemeljskimi tokovi.

Vodna malakofavna Cerkniškega jezera ima le take vrste, ki imajo velike areale in so ekološko vezane na različne tipe vod. Zanimivo pa je, da ne najdemo izrazito jezerskih vrst. Najbližje tem so le *Hippeutis complanatus*, *Segmentina nitida* in *Pisidium obtusale* (prim. J a e c k e l 1967). Po sestavi malakofavne Cerkniško jezero ni tipično jezero, temveč je le velika mlaka, kot ga je po limnoloških kriterijih ocenil Rejic (1972, 193—154), oziroma je to le obsežna obrečna poplava, ki pa se periodično ponavlja. Posebej pa velja omeniti zanimiv pojav, na katerega je opozoril že Kuščer (1932, 50). V Cerkniškem jezeru in v njegovih površinskih pritokih manjkajo nekatere vrste mehkužcev, ki jih sicer najdemo povsod v vodah v širši okolici raziskovanega območja, predvsem pa v spodnjem toku Ljubljanice na Ljubljanskem barju. To so vrste iz družin Neritidae in Thiaridae iz razreda Gastropoda in Unionidae iz razreda Bivalvia. Ekološke razmere so za nekatere vrste iz omenjenih družin dokaj ugodne, saj jih najdemo v podobnih ali celo dosti slabših življenjskih razmerah. Iz družine Neritidae tu ni rodu *Theodoxus*, iz družine Thiaridae pa manjkata rodova *Amphimelania* in *Fagotia*. Od školjk ne najdemo rodov *Anodonta* in *Unio*. Očitno je, da so podzemeljski tokovi, ki povezujejo Cerkniško jezero z nižje ležečimi predeli, že tako stari, da se favna, ki je naseljevala po pleistocenu porečje Save in Ljubljanice, ni mogla prebiti skozi pregrado, ki so jo ustvarili dolgi podzemeljski tokovi.

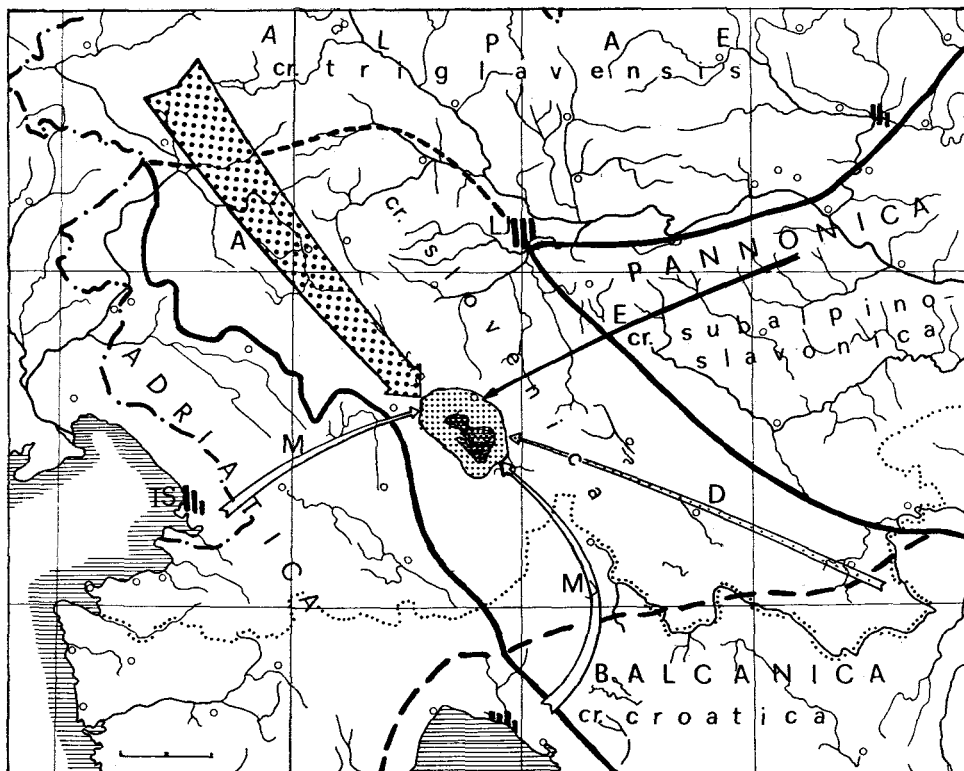
Razpored vrst in sestava kopenske malakofavne sta v okolici Cerkniškega jezera v veliki meri odvisna od ekoloških razmer, ki so na tem območju različne. Največja razlika je med severovzhodnimi pobočji Javornikov in jugozahodnimi pobočji Slivnice ter njenih podaljškov prek Skrajnika proti Rakeku in prek Srednje in Male Slivnice ter Golega proti Križni gori. Na razpored polžev vplivajo ekpozicija in z njo povezane mezoklimatske, mikroklimatske in vegetacijske razmere. Medtem ko živijo na osojnih z jelovo - bukovim gozdom poraslih pobočjih vrste iz spodnjega montanskega pasu, je na toplih prisojnih pobočjih precej termofilnih submediteranskih vrst. V nižinskem predelu okoli jezera pa najdemo zlasti evribiontske vrste, ki imajo tudi velike areale. Zaradi pestrosti biotopov je v okolici Cerkniškega jezera bogata malakofavna, ki je sestavljena iz ekološko in zoogeografsko različnih elementov (prim. sl. 10).

## ZOOGEOGRAFSKI PREGLED

Zoogeografska analiza vrst kaže nekaj značilnosti, ki so vezane na posamezne ekološko razporejene skupine. V skupini mehkužcev, ki žive v površinskih vodah, v potokih in jezeru, so samo vrste, ki imajo velike areale (holarktične, palearktične, evropske). Nasprotno pa je med izvirskimi in podzemeljskimi vrstami polžev največ endemnih vrst. Od 14 najdenih vrst je 10 endemnih podzemeljskih vrst, ki so deloma endemne za porečje Ljubljanice, deloma pa segajo še v sosednja porečja, predvsem tam, kjer se je po pliocenu premikala razvodnica tako, da se je porečje Ljubljanice občutno zmanjšalo.

Večjo razširjenost imajo izvirske vrste: *Belgrandiella fontinalis*, *B. kuesteri*, *Sadleriana fluminensis* in *Bythinella schmidtii*. To so južnovzhodno alpske in severozahodno dinarske vrste.

Najbolj razgibane pa so zoogeografske razmere pri kopenskih vrstah polžev. Med 98 najdenimi vrstami je največ vrst z velikimi areali (holarktične, palearktične, evropske, srednjeevropske in južnoevropske), teh je 55 oz. 56,1 %. Razmeroma malo je vrst, ki so razširjene v Alpah in v Dinarskem gorstvu. To so predvsem vzhodno alpske in severozahodno dinarske vrste. Najdenih je bilo 9 vrst ali 9,2 %. Samo 7 vrst ali 7,1 % je takih, ki nimajo posebnega zoogeografskega pomena, so pa pretežno mediteranske in alpsko-karpatske v širšem pomenu. Za zoogeografsko oceno sta pomembni skupini vzhodnoalpskih in dinarskih vrst. Vzhodnoalpske vrste so tu že na meji ob južnem robu areala in so razširjene proti jugu le do Kolpe in Risnjaka, ugotovljenih pa je bilo 13 vrst ali 13,3 %. Med dinarskimi vrstami imajo nekatere prav na preisko-



Sl. 10. Zoogeografski položaj Cerkniške kotline in vplivi favnističnih elementov: A alpski, D dinarski, M sredozemski, E vzhodnoevropski

Abb. 10. Zoogeographische Lage des Kesseltales von Cerknica und die Einflüsse der faunistischen Elemente: A alpine, D dinarische, M mediterrane, E osteuropäische

vanem ozemlju severne meje arealov, nekatere pa segajo še dalje proti severozahodu. Dinarskih vrst je 10 ali 10,2%. Najmanj je endemnih vrst, saj lahko mednje prištejemo le vrsto *Vitrea binderi*, ki je bila doslej najdena le na tipičnem najdišču in še to leži izven raziskovanega območja, in tri podzemeljske vrste iz rodu *Zospeum*. Podvrsta *Zospeum spelaeum spelaeum* in vrsta *Z. exiguum* imata majhna areala v okolici Cerknške kotline. Daleč proti vzhodu je razširjena podvrsta *Z. spelaeum schmidtii*, ki živi na kraških tleh tja do Sotle, na Primorskem, Notranjskem in Dolenjskem pa živi vrsta *Z. kusceri*, ki seže proti jugu še v Gorski Kotar. Med kopenskimi vrstami je le 4,1% endemnih vrst.

Alpske in dinarske vrste, ki so za proučevanje zoogeografskih razmer najpomembnejše, žive skoraj vse v spodnjem montanskem pasu. Ta pas se razteza daleč proti severozahodu v Alpe in proti jugovzhodu v Dinarsko gorstvo. Zaradi dokaj enotnih ekoloških razmer v tem pasu ni posebnih zoogeografskih pregrad, kar se vidi tudi v prekrivanju arealov alpskih in dinarskih vrst. Po Hadžijevu zoogeografski razdelitvi Jugoslavije (Hadži 1931; 1935) leži območje Cerknške kotline v slovenski krajini (*craina slovenica*), ta pa v kraškem delu (*pars carsica*) balkanske podprovince (*subprovincia balcanica*). Meja med slovensko krajino in triglavsko krajino (*craina triglavensis*) poteka po tej razdelitvi od Ljubljane mimo Medvod, Škofje Loke in po Selški dolini. Cerknška kotlina leži torej v osrednjem delu slovenske krajine. Poudariti pa moramo, da je problematično vrednotenje odnosov med alpskimi in dinarskimi vrstami. Alpskih vrst je 13, dinarskih pa 10. Teoretično bi morali potegniti mejo med alpsko in dinarsko favno tam, kjer se na prekrivajočih arealnih pojavljajo alpske in dinarske vrste v razmerju 1 : 1. Taka meja pa leži nekoliko južneje od Cerknške kotline. Ozemlje severno od te meje ima torej pretežno alpski značaj in bi bolj sodilo v alpsko podprovinco. Dosedanja meja med slovensko krajino (*craina slovenica*) in južnovzhodno ležečo hrvaško krajino (*craina croatica*) je meja med dvema krajinama, vendar bi bilo po malakoloških razmerah primernejše, da bi bila tu meja med alpsko in balkansko podprovinco.

### Zusammenfassung

#### MOLLUSKEN AUS DEM GEBIET DES CERKNIŠKO JEZERO (SEE VON CERKNICA) UND SEINER UMGEBUNG

Der See Cerknisko jezero (See von Cerknica) mit seiner Umgebung liegt in der Landschaft Notranjsko im südwestlichen Teil Sloweniens. Das untersuchte Gebiet erstreckt sich in einer Länge von etwa 15 km und einer Breite von 10 km. Den Hauptteil des Gebietes bildet das Kesseltal von Cerknica (Cerkniška kotlina), welches im Osten von der Slivnica (1114 m) und im Westen vom Javornikzug begleitet wird, welcher letzterer das Gebiet vom Küstenlande scheidet. Die relative Höhe ist klein (768 m). Der höchste Punkt des Gebietes ist der Gipfel Veliki Javornik (1268 m), die niedrigste Kote liegt im Rakov Škocjan (500 m).

Die geologische Struktur umfaßt im großen gesehen drei verschiedene Gebiete. Die Westseite des Beckens gehört der Kreideformation an. An der Ostseite sind Dolomite vorherrschend, nur hier und da ist jurassischer Kalkstein (Lias) vorhanden. Den Boden des Tales bedecken mächtige Seesedimente.

Dem Polje von Cerknica fließt das Wasser unter- und oberirdisch periodisch in sehr großer Menge zu, besonders in Frühling und Herbst, so daß der periodische See entsteht. Zur Zeit der größten Überflutungen erreicht der See eine Oberfläche von 26 km<sup>2</sup>. Im Sommer und teilweise im Winter ist der Wasserzufluß so klein, daß das Polje bald schneller bald langsamer austrocknet. Auf der westlichen Kalkseite sind viele Höhlen, Karstquellen und Estavellen vorhanden, mit denen malakologisch sehr reiche unterirdische Wasserläufe verbunden sind.

Die klimatischen Bedingungen sind für die Mollusken günstig. Die Niederschläge betragen 1694 mm jährlich (Cerknica) und sind auch auf die Sommermonate verteilt, so daß im August ein Sommerminimum mit 113 mm auftritt. Im Jahresdurchschnitt ist das Klima der Umgebung von Cerknica perhumid und mäßig warm.

Die Vegetation ist ein sehr bedeutender Faktor. Die Umgebung des Cerknisko jezero ist ein sehr waldreiches Gebiet. Hier findet man verschiedene Subassoziationen des dinarischen Buchen - Tannenwaldes (*Abieti - Fagetum dinaricum*), welche malakologisch sehr reichhaltig sind. An den südlichen Abhängen befinden sich einige thermophile Assoziationen wie z. B. *Ostryo - Fagetum* und *Quercus - Ostryetum*. In diesen Assoziationen leben einige termophile südliche Schneckenarten.

Die Mollusken des Cerknisko jezero und der Umgebung umfassen der ökologischen Gruppen.

In die erste Gruppe fallen die Wassermollusken des Sees und seiner oberflächigen Zuflüsse. Das sind die Mollusken der stehenden oder langsam fließenden Gewässer und Bäche: *Viviparus viviparus*, *Valvata cristata*, *Bithynia leachi*, *B. tentaculata*, *Physa fontinalis*, *Aplexa hypnorum*, *Lymnaea stagnalis*, *Radix peregra*, *Galba palustris*, *G. truncatula*, *Planorbis cornutus*, *Planorbis carinatus*, *Anisus leucostomus septemgyratus*, *A. spirorbis*, *Bathymorphus contortus*, *Armiger crista*, *Hippeutis complanatus*, *Segmentina nitida*, *Ancylus fluviatilis*, *Acroloxus lacustris*, *Sphaerium cornutum*, *Musculium lacustre*, *Pisidium amnicum*, *P. casertanum*, *P. obtusale* und *P. henslowianum*.

Die zweite Gruppe enthält die Wasserschnecken, die in unterirdischen Wasserläufen und auch in Quellen leben. Es sind dies: *Iglia luxurians*, *Belgrandiella fontinalis*, *B. kuesteri*, *B. kusceri*, *B. superior*, *B. schleschi*, *B. crucis*, *B. robusta*, *B. globu-*

*losa*, *Sadleriana fluminensis*, *Hauffenia subpiscinalis*, *H. michleri*, *Hadziella ephippiostoma*, *Bythinella schmidtii*, *Ancylus fuvialis* und *Acroloxus tetensi*.

Die dritte Gruppe umfaßt Landschnecken aus der Umgebung des Sees. Zu dieser Gruppe rechnen wir auch die unterirdischen Schnecken der Gattung *Zospeum*. Die Arten sind folgende: *Cochlostoma septemspirale*, *Auritus gracilis stussineri*, *A. tergestinus*, *A. waldemari*, *Pomatias elegans*, *Acicula gracilis*, *A. stussineri*, *Renea spectabilis*, *Carychium minimum*, *C. tridentatum*, *Zospeum spelaeum spelaeum*, *Z. spelaeum schmidtii*, *Z. kusceri*, *Z. exiguum*, *Cochlicopa lubrica*, *C. lubricella*, *Pyramidula rupestris*, *Columella edentula*, *Truncatellina cylindrica*, *T. claustralis*, *T. monodon*, *Vertigo angustior*, *V. pusilla*, *V. antivertigo*, *V. pygmaea*, *V. alpestris*, *Orcula doliolum*, *O. conica*, *Pagodulina sparsa*, *P. subdola*, *Granaria frumentum illyrica*, *Chondrina avenacea lepta*, *Ch. clienta*, *Odontocyclas kokeili*, *O. rossmaessleri*, *Pupilla muscorum*, *Lauria cylindracea*, *Agardhiella truncatella*, *Vallonia costata*, *V. pulchella*, *Acanthinula aculeata*, *Planogyra sororcula*, *Ena montana*, *E. obscura*, *Zebrina detrita*, *Succinea putris*, *S. oblonga*, *Oxyloma elegans*, *Cecilioides acicula*, *C. aciculoides*, *Punctum pygmaeum*, *Discus perspectivus*, *Arion hortensis*, *A. rufus*, *A. subfuscus*, *Vitrina pellucida*, *Eucobresia diaphana*, *Vitrinobrachium breve*, *Zonitoides nitidus*, *Vitreola subrimata*, *V. diaphana erjavecii*, *V. binderi*, *Aegopis verticillus*, *Ae. croaticus*, *Aegopinella nitens*, *Carpathica stussineri*, *Milax marginatus*, *Limax cinereoniger*, *L. tenellus*, *Euconulus fulvus*, *Itala ornata*, *Cochlodina costata commutata*, *C. fimbriata*, *C. laminata inaequalis*, *C. dubiosa*, *Clausilia pumila*, *Iphigena asphaltina*, *I. densestriata*, *I. plicatula*, *I. ventricosa*, *Ruthenica filograna*, *Bradybaena fruticum*, *Helicella obvia*, *Monacha carthusiana*, *Zenobiella umbrosa*, *Monachoides incarnata*, *Trichia sericea*, *T. lurida*, *T. hispida*, *Helicigona hirta*, *Chilostoma intermedia*, *Campylaea planospira illyrica*, *Isognomostoma isognomostoma*, *I. holosericum*, *Cepaea nemoralis*, *C. vindobonensis* und *Helix pomatia*.

#### Bemerkungen zu einigen Arten:

*Belgrandiella crucis* (Kuščer 1928) ist eine ziemlich variable Art. Radoman (1975, 32) hat aus der Quelle Mrzlik eine besondere Art *B. conica* beschreiben. Konchologische Untersuchungen einer größeren Anzahl von aus Thanatocoenenosen der Quellen in der Umgebung von Lož und Gorenje Jezero stammenden Schnecken überzeugten mich, daß wir es hier nur mit einer variablen Art zu tun haben (Abb. 3). *B. conica* ist demnach nur ein Synonym der Art *B. crucis*.

Bei genauen konchologischen Untersuchungen der unterirdischen Arten aus der Gattung *Belgrandiella* habe ich festgestellt, daß hier eine neue Art dieser Gattung lebt:

#### *Belgrandiella globulosa* sp. n.

**Diagnose:** Die Art *B. globulosa* unterscheidet sich von allen übrigen Arten dieser Gattung durch den kleinen, niedrigen, abgerundeten und breiten Schalenhabitus und durch die sehr schiefe Mündung.

**Beschreibung:** Das Gehäuse ist sehr klein, fest und verhältnismäßig dickwandig, glatt oder mit unregelmäßigen Streifen. Das Gewinde ist niedrig und etwas abgerundet. Die drei Windungen sind mäßig gewölbt und nehmen schnell zu, die Naht ist tief. Die Mündung ist oval, sehr schief, ziemlich groß und mißt mehr als eine Hälfte der Gehäusehöhe. Der Mündungsrand ist dünn, scharf und nur innen



verdickt. Der Außenrand ist etwas eingebogen. Der Nabel ist spaltenförmig, ganz oder halb bedeckt.

Maße: H. 1—1,6 mm, Br. 1—1,3 mm, H. des Typus: 1,3 mm, Br. des Typus: 1,15 mm.

Locus typicus: Kleine Wasserhöhle Mrzla jama bei Bločice, 3,5 km NNW von Lož. Weitere Fundorte sind die Karstquellen Cemun und Obrh bei Gorenje Jezero.

Material: Holotypus (8435 A) und Paratypen (8435) befinden sich in der Sammlung des Biologischen Instituts Jovan Hadži SAZU in Ljubljana.

Die Art *B. globulosa* lebt sympatrisch mit den Arten *B. schleschi*, *B. superior* und *B. crucis*. Die konchologischen Merkmale zeigen Ähnlichkeit mit *B. superior*, jedoch sind die Gehäuse kleiner und haben einen viel größeren Index: D:100:H = 73,3 — 104,3.

*Auritus waldemari* (A. J. Wagner 1897). A. J. Wagner hat ihn als Art beschrieben. Später wurde *A. waldemari* als Unterart mit *A. tergestinus* zusammengezogen (Jaekel 1962). Es handelt sich aber ohne Zweifel um eine eigene Art, was sich dadurch erweist, daß beide Arten an gleichen Orten beisammen leben und keinerlei Verbindungen eingehen.

*Acicula stussineri* (Boettger 1887). Diese Art ist nach neuesten Untersuchungen (Velkovrh 1971) nicht selten. Bisher sind schon viele Funde aus Slowenien bekannt. In der Umgebung von Cerknica sind vier Fundorte bekannt (Slivnica-Gipfel, Sv. Miklavž an der Slivnica, Škanski grič bei Zelše und Rakov škocjan).

Malakologisch wird das Gebiet des Cerknisko jezero und der Umgebung seiner Lage entsprechend vor allem von weitverbreiteten (holarktischen, paläarktischen, eurosibirischen und europäischen) Arten bevölkert. Diese Gruppe ist bei den Wassermollusken der oberflächigen Gewässer mit 26 Arten und bei den Landschnecken mit 55 Arten vertreten. Die unterirdischen Wasserschnecken sind aus den Familien Orientalinidae (9) und Acroloxidae (1) und alle sind endeme Arten. Auch unterirdische Landschneckenarten der Gattung *Zospeum* sind endem. Eine kleine Gruppe der Landschnecken bilden die alpinen Arten (13), die ihr Verbreitungszentrum in den südöstlichen Alpen haben. Diese Arten erreichen auf dem Notranjski Snežnik ihre südöstliche Grenze; südlich des Notranjski Snežnik kommen sie immer seltener vor.

Eine interessante Gruppe sind die dinarischen Arten (10) mit ihrem Verbreitungszentrum im nördlichen dinarischen Gebiet. Diese Arten erreichen in der weiten Umgebung von Cerknica ihre nordwestliche Grenze. Eine besondere Gruppe bilden neun Arten, welche in den südöstlichen Alpen wie auch in den Gebirgen der nordwestlichen Balkanhalbinsel vorkommen. Das Gebiet des Cerknisko jezero und seiner Umgebung liegt an der Grenze bzw. im Grenzgebiet zwischen der alpinen und balkanischen Subprovinz.

## Literatura

- Alzona, C. 1971: Malacofauna Italica. Atti Soc. Ital. sci. nat. 111, 1—433. Ljubljana.
- Boeters, H. D. 1970: Die Gattung *Microna* Clessin 1890 (Prosobranchia, Hydrobiidae). Arch. Moll. 100 (3/4), 113—145. Frankfurt a. M.
- Boettger, C. R. 1955: Zoogeographische Betrachtungen über die europäischen Süßwasserschnecken der Gattung *Viviparus* (Montfort). Arch. Moll. 84, 87—95. Frankfurt a. M.
- Bole, J. 1966: Mehkužci in zoogeografski položaj Rakovega Škocjana. Varstvo narave 5, 129—137. Ljubljana.
- Bole, J. 1967: Taksonomska, ekološka in zoogeografska problematika družine Hydrobiidae (Gastropoda) iz porečja Ljubljaniice. Razprave IV. razr. SAZU 10, 75—108. Ljubljana.
- Bole, J. 1970: Podzemeljski polži in razvoj porečij. Peti jugosl. speleol. kongr. Skopje, 5, 247—250. Skopje.
- Bole, J. 1974: Rod *Zospeum* Bourguignat 1856 (Gastropoda, Ellobiidae) v Jugoslaviji. Razprave IV. razr. SAZU 17 (5), 249—291. Ljubljana.
- Bole, J. 1976: Mehkužci Notranjskega Snežnika in okolice. Varstvo narave 9, 55—63. Ljubljana.
- Gittenberger, E. 1967: *Cochlodina laminata* (Montagu) in ihrem südöstlichen Verbreitungsgebiet. Arch. Moll. 96 (1/2) 25—37. Frankfurt a. M.
- Gittenberger, E.: 1967 Beiträge zur Kenntnis der Molluskenfauna Österreichs. Basteria 31 (4/5), 70—75. Leiden.
- Gittenberger, E. 1972: Beiträge zur Kenntnis der Pupillacea 2. Die Gattung *Planogyra* (Valloniidea) in Europa. Basteria 36 (2—5), 63—74 Leiden.
- Gittenberger, E. 1973: Beiträge zur Kenntnis der Pupillacea, III. Chondrininae. Zool. Verh. 127, 1—267. Leiden.
- Gittenberger, E. 1977: *Planogyra sororcula* (Benoit, 1857) (Pulmonata, Valloniidae), une espèce nouvelle pour la France. Zool. Mededel. 51 (12), 191—197, Leiden.
- Hadži, J. 1931: Zoogeografska karta kraljevine Jugoslavije. Zbirka karata Geogr. društva, 2, Beograd.
- Hadži, J. Kurze zoogeographische Übersicht Jugoslaviens. Verh. Int. Ver. theoret. angew. Limnol. 35, 36—45. Beograd.
- Hudec, V. 1967: Bemerkungen zur Anatomie von Arten aus der Gattung *Anisus* Studer, 1820 aus slowakischen Populationen (Mollusca, Pulmonata). Biologia 22 (5), 345—362. Bratislava.
- Ilijanić, L. 1974: Vegetacija Cerkniškega jezera. Vodič po ekskurzijah 14. mednarodnega simpozija vzhodnoalpsko-dinarskega društva za proučevanje vegetacije 1, 46—52. Ljubljana.
- Jaekel, S. 1967: Mollusca. In Illies: Limnofauna europaea, 89—107. Stuttgart.
- Kuščer, L. 1923: Originalna nahajališča mehkušcev v Sloveniji. Glas. muz. društva Slovenije 2, 1—17. Ljubljana.
- Kuščer, L. 1925: Jamski mehkužci severozapadne Jugoslavije in sosednega ozemlja. Glas. muz. društva Slovenije 4—6 (B), 39—49. Ljubljana.
- Kuščer, L. 1928: Drei neue Höhlenschnecken. Glas. muz. društva Slovenije 7—8 (B), 50—51. Ljubljana.
- Kuščer, L. 1932: Höhlen- und Quellschnecken aus dem Flußgebiet der Ljubljaniica. Arch. Moll. 64, 48—62. Frankfurt a. M.
- Kuščer, L. 1935: Mollusca. In Karaman: Die Fauna der unterirdischen Gewässer Jugoslaviens. Verh. Int. Ver. theoret. angew. Limnol. 7, 52—56. Beograd.
- Nordsieck, 1962: Die Chondrinen der Südalpen. Arch. Moll. 91 (1/3), 1—20. Frankfurt a. M.
- Nordsieck, H. 1969: Zur Anatomie und Systematik der Clausilien, IV. *Cochlodina dubiosa* und ihre Stellung im Genus *Cochlodina*. Arch. Moll. 99 (1/2), 1—20. Frankfurt a. M.

- Pinter, L. 1972: Die Gattung *Vitrea* Fitzinger, 1833 in den Balkanländer (Gastropoda: Zonitidae). Ann. zool. 29 (8), 209—315. Warszawa.
- Radoman, P. 1975: Specijacija u okviru roda *Belgrandiella* i njemu srodnih rodova na Balkanskom poluostrvu. Glas. prir. muz. Beograd, (B) 30, 29—69. Beograd.
- Radoman, P. 1976: Speciation within the family Bythinellidae on the Balkans and Asia Minor. Z. zool. Syst. Evolut.-forsch. 14 (2), 130—152. Hamburg.
- Radoman, P. 1978: Neue Vertreter der Gruppe Hydrobioidea von der Balkanhalbinsel. Arch. Moll. 109 (1/3), 27—44. Frankfurt a. M.
- Rejic, M. 1972: Ob Cerkniškem jezeru. Proteus 35 (4), 153—156. Ljubljana.
- Sket, B. 1974: Hidrobiološke raziskave Cerkniškega območja. Elaborat, 1—36. Ljubljana.
- Velkovrh, F. 1971: Nove najdbe vrste *Acicula stussineri* (Boettger) 1884 (Gastropoda: Prosobranchia). Biol. vestnik 19, 203—206. Ljubljana.
- Velkovrh, F. 1972: Pripombe k razširjenosti dveh vrst rodu *Spelaeodiscus* Brusina, 1886 (Gastropoda, Pulmonata). Biol. vestnik 20, 121—126. Ljubljana.
- Wagner, A. J. 1897: Monographie der Gattung *Pomatias* Studer. Denkschr. Akad. Wiss. Wien 64, 565—632. Wien.
- Wagner, A. J. 1915: Beiträge zur Anatomie und Systematik der Stylommatophoren aus dem Gebiete der Monarchie und der angrenzenden Balkanländer. Denkschr. Akad. Wiss. Wien 91, 429—498. Wien.
- Zilch, A. 1955: Die Typen und Typoide des Natur-Museums Senckenberg, 14: Mollusca, Viviparidae. Arch. Mol. 84 (1/3), 45—86. Frankfurt a. M.
- Zilch, A., S. G. A. Jaeckel 1962: Mollusken, Die Fauna Mitteleuropas. 2 (1), Ergänzung. Leipzig.
- Zupančič, M. 1969: Vegetacijska podoba Cerkniškega jezera. Ljudska tehnika Slovenije: 3. mednarodni mladinski raziskovalni tabor v Cerknici, 93—107. Ljubljana.
- Zupančič, M. 1971: Vegetacijski profil Snežniškega pogorja. Mladinski raziskovalni tabori 1970, 66—91. Ljubljana.

PRISPEVEK K POZNAVANJU  
HROŠČEV (COLEOPTERA)  
CERKNIŠKEGA JEZERA IN OKOLICE

BEITRAG ZUR KENNTNIS DER KOLEOPTERENFAUNA  
DES CERKNIŠKO JEZERO (SEE VON CERKNICA)  
UND UMGEBUNG

BOŽIDAR DROVENIK

SPREJETO NA SEJI  
RAZREDA ZA PRIRODOSLOVNE VEDE  
SLOVENSKE AKADEMIJE ZNANOSTI IN UMETNOSTI  
DNE 21. DECEMBRA 1977

## VSEBINA

Izveček — Abstract . . . . .	240	(4)
Uvod . . . . .	241	(5)
Metode dela . . . . .	242	(6)
Sistematični pregled ujetih vrst . . . . .	242	(6)
Zoogeografski pregled . . . . .	254	(18)
Beitrag zur Kenntnis der Koleopterenfauna des Cerknisko jezero (See von Cerknica) und Umgebung (Zusammenfassung) . . . . .	255	(19)
Literatura . . . . .	256	(20)

**Izvleček**

UDK 595.76 (497.12-14)

**Drovenik, Božidar: Prispevek k poznavanju hroščev (Coleoptera) Cerkniškega jezra in okolice. Acta carsologica 8, 237—256, Ljubljana, 1978, lit. 5.**

Favnistična raziskovanja hroščev (Coleoptera) Cerkniškega jezera z okolico so dala kljub omejenemu času lepe rezultate. Zaradi časovne omejitve raziskovanj in tudi pomanjkanja specialistov za določene skupine hroščev, je ta prikaz, le kot doprinos k spoznavanju te skupine živali. Mnogo zbranega materiala je ostalo neobdelanega, zato ta popis obsega do sedaj le 428 vrst iz tega območja. Boljše so raziskane le družine Carabidae, Haliplidae, Dytiscidae in Cerambycidae.

**Abstract**

UDC 595.76 (497.12-14)

**Drovenik Božidar: A Contribution to Knowledge of Colepters (Coleoptera) of Cerknica Lake and its Vicinity. Acta carsologica 8, 237—256, Ljubljana, 1978, lit. 5.**

In spite of limited time the faunistic researches of beetles (Coleoptera) of Cerknica Lake and its vicinity have given good results. Because of limited time for research work and because of lack of specialists for some coleoptera groups this contribution presents only one special group. A lot of collected material remained untreated therefore this description includes for now only 428 species from the region. Thought the families Carabidae, Haliplidae, Dytiscidae and Gerambycidae are better researched.

Naslov — Address:

Božidar Drovenik

Biološki inštitut Jovana Hadžija, SAZU

Novi trg 3

61000 Ljubljana, Jugoslavija

## UVOD

Območje Cerknškega jezera in okolice je znano po številnih kraških pojavih, kot so presihanje jezera, jame, kraški izviri, globoke kraške doline itd. Koleopterološko je bilo bolj slabo preučeno. Razen jamskih hroščev in manjšega popisa detritne favne hroščev Cerknškega jezera ne poznamo nobenih drugih literaturnih podatkov.

Intenzivnejše raziskave so se pričele v letu 1972/73 v okviru favnističnih raziskav Cerknškega jezera, ki jih je vodil Biološki inštitut Jovana Hadžija SAZU v Ljubljani. Te raziskave so trajale le eno leto, kar je za tako obsežno skupino, kot so hrošči, odločno prekratko. Vendar smo te raziskave nadaljevali še v okviru raziskav favne Slovenije in zoocenotskih raziskav, tako da smo dobili že kar zadovoljive favnistične rezultate.

Razen podatkov o jamskih hroščih, ki so bili objavljeni že prej po različnih bioloških, speleoloških in entomoloških revijah, je leta 1909 in 1911 objavil J. Meixner dve manjši favnistični deli o detritni favni hroščev Cerknškega jezera (1908, 492—494, 1911, 133—139). Meixner je obdelal le detritno favno hroščev, to je favno, ki se zbere v odloženem organskem materialu, kadar so na Cerknškem jezeru poplave. Pri takem načinu raziskav pa je bila zanemarjena tudi vsa vodna favna hroščev iz družin Dytiscidae, Halipididae in Hydrophilidae.

Raziskave na območju Cerknškega jezera in okolice so bile organizirane v obliki ekskurzij v vseh letnih časih, da bi dobili čimbolj popolne podatke. Pri tem delu so nam pomagali tudi študenti biologije, ki so zbirali entomološki material. Poleg tega sem sam pregledal tudi tri večje zbirke v muzeju v Ljubljani (coll. Gspann, Stussiner, Staudacher) in del kolekcije E. Pretnerja v Postojni. Tudi v tem materialu sem našel mnogo podatkov o zanimivih vrstah, ki niso bili nikoli objavljeni za to okolico. Novejše raziskave jamskih vrst hroščev so pokazale, da tudi na tem področju do sedaj ni bilo dovolj narejenega. Tako smo tukaj odkrili tudi nekaj novih vrst in podvrst, ki jih bo opisal E. Pretner in jih bom v tem delu navedel le kot sp. n. ali ssp. n.

Mnogo nabranega koleopterološkega materiala je ostalo nedeterminiranega, ker pri nas ni dovolj specialistov za različne skupine hroščev, ki jih sam ne obdelujem. Tudi stiki s tujimi specialisti še niso povsem zaživel.

Družini Dytiscidae in Halipididae je determiniral prof. M. E. Franciscolo iz Trsta, Pselaphidae in Scydmaenidae je determiniral V. Brachet iz Münchna. Obema se na tem mestu za podatke in determinacijo najlepše zahvaljujem.



## METODE DELA

Za zbiranje entomološkega materiala na terenu smo uporabljali več načinov lova.

Zemeljske vabe z vinskim kisom, so vabe, za katere smo uporabljali plastične kozarce, ki smo jih zakopali v zemljo in kot sredstvo za privabljanje uporabljali vinski kis. Te vabe smo pregledovali in obnavljali vsakih 14 dni.

Za vodne hrošče smo uporabljali vodno mrežo, za lov hroščev po visoki travi in tudi po cvetočem grmovju pa tako imenovano mrežo »kečer«.

V poznem jesenskem in zimskem času smo pregledovali po gozdovih trhle šture, kjer prezimuje tudi mnogo vrst hroščev.

Za raziskovanja v jamah smo se posluževali klasičnih vab za jamske hrošče z zakopanimi kozarci in pokvarjenim mesom, ki je še vedno najboljša metoda za nabiranje jamskih hroščev.

## SISTEMATIČNI PREGLED UJETIH VRST

### COLEOPTERA

#### Fam.: Cicindelidae

*Cicindela campestris* Linnaeus 1758.

*Cicindela silvicola* Latreille 1822

#### Carabidae

*Cychrus attenuatus* Fabricius 1792.

*Carabus catenulatus catenulatus* Scopoli 1763.

*Carabus granulatus interstitialis* Duftschid 1812, vrsta je omejena le na polje okoli Cerkniškega jezera.

*Carabus cancellatus karstianus* Bernau 1911, vrsta živi tukaj na njivah, na dinarskem krasu pa tudi v gozdovih in poljih.

*Carabus convexus dilatatus* Dejean 1826, vrsta je bila ujeta pri Rakeku, na Slivnici in Javornikih. Živi najraje na robu gozdov in z grmovjem porastlih travnikov. Aktivna je zgodaj spomladi.

*Carabus creutzeri creutzeri* Fabricius 1801, gozdna vrsta, ki živi v gozdovih Slivnice, Vinjega vrha, Rakovega Škocjana, Bloška, Javornikov in bukovih gozdovih Križne gore. Ta vrsta živi tukaj v vseh gozdovih iznad 500 m nadmorske višine. V nižinskih gozdovih so osebkii zelo veliki in jih lahko prištevamo v formi *heros* Lapouge 1924 (posebno še primerki iz Križne gore).

*Carabus irregularis ramanus* Sokolar 1909, najdena ni bila v gozdovih Slivnice in Križne gore, pač pa na Javornikih.

*Carabus pseudonothus* Kraatz 1877, je križanec med *C. creutzeri* in *C. irregularis* in je bil najden na Vinjem vrhu in Javornikih. Do križanja v naravi pride takrat, ko ena izmed obeh vrst ne najde partnerja za kopulacijo. Križanje je uspelo tudi umetno.

*Carabus croaticus* Dejean 1826, gozdna vrsta, ki živi v dinarskih gozdovih jelke in bukve in tudi v bukovih gozdovih nad 750 m. To vrsto smo našli na Slivnici, Vinjem vrhu, Blošku, Javornikih in Križni gori. Slednje nahajališče je do sedaj najnižje v Sloveniji.

*Carabus caelatus schreiberi* Kraatz 1877, vrsta živi v Rakovem Škocjanu, Javornikih, Unški koliševki in Križni gori.

*Carabus germari germari* Sturm 1815, gozdna vrsta.

*Carabus germari savinicus* Hammer 1906, vrsta travnikov in pašnikov.

*Carabus coriaceus coriaceus* Linnaeus 1758.

*Procerus gigas* Creutzer 1799, ta vrsta je verjetno v tem območju bolj razširjena, saj sta mi znani le dve lokaliteti in to Unška koliševka in Rakek.

*Calosoma sycophanta* Linnaeus 1758.

*Leistus piceus* Fröhlich 1799, gozdna vrsta.

*Leistus ferrugineus* Linnaeus 1758, močvirska vrsta.

*Nebria dahli dahli* Sturm 1815.

*Nebria brevicollis* Fabricius 1792.

*Notiophilus biguttatus* Fabricius 1779.

*Blethisa multipunctata* Linnaeus 1758, severnoevropska močvirska vrsta. V Sloveniji je poleg Cerkniškega jezera znano le še eno nahajališče Lenart pri Mariboru. Našli smo jo tudi v štorih na Javornikih in na Slivnici.

*Clivina fossor* Linnaeus 1758, vedno vezana na vlažna peščena mesta.

*Dyschirius globosus* Herbst 1783.

*Dyschirius rotundipennis* Chaudoir 1843, vzhodnoevropska vrsta.

*Trechus croaticus* Dejean 1831, vzhodnoevropsko dinarska vrsta.

*Typhlotrechus bilimecki hauckei* Ganglbauer apud Müller 1913, jamska vrsta, ki živi v jamah okoli Rakeka, Rakovega Škocjana in Vinjega vrha.

*Typhlotrechus bilimecki frigenis* Jeannel 1928, v Križni jami in Mrzli jami pri Ložu.

*Anophthalmus scopoli scopoli* Sturm 1815, vrsto najdemo pod globoko zakopanimi kamni v gozdovih Slivnice in Javornikov.

*Anophthalmus heteromorphus* Müller 1923, endemna vrsta Križne jame.

*Anophthalmus hirtus confusus* Müller 1935, jamska vrsta, od katere smo ujeli le eno samico v Svinjski jami in tudi v Zelških jamah v Rakovem Škocjanu.

*Anophthalmus pubens* ssp. n.? nova podvrsta ujeta v Coprniški jami na Slivnici.

*Anophthalmus pubens* ssp. n.? nova podvrsta ujeta v Ulenci na Vinjem vrhu. Obe vrsti sta v coll. E. Pretner.

*Anophthalmus pubens sedulus* Knirsch 1926, Mačkovca pri Lazah in Najdena jama, Logarček.

*Anophthalmus temporalis* Müller 1913, Mačkovca pri Lazah, Logarček in Najdena jama.

*Tachys bistriatus* Duftschmid 1812, vrsta, ki živi na obrežjih.

*Bembidion lampros* Herbst 1784.

*Bembidion properans* Stephens 1829.

*Bembidion dentellum* Thunberg 1797, močvirska vrsta.

*Bembidion varium* Olivier 1795, živi vedno na vlažnih in ilovnatih tleh.

*Bembidion nitidulum* Marsham 1802.

*Bembidion andreae* Fabricius 1787.

*Bembidion aspericollis* Germar 1812.

- Bembidion quadrimaculatum* Linnaeus 1761.  
*Bembidion doris* Panzer 1797, zelo redka vrsta.  
*Bembidion articulatum* Panzer 1796, le ob Cerčniškem jezeru.  
*Bembidion lunulatum* Fourcroy 1785.  
*Trichotichnus laevicollis* Duftschmid 1812, pretežno gozdna vrsta, ki sem jo našel na Javornikih in Rakovem Škocjanu.  
*Harpalus puncticeps* Stephens 1828, Unška koliševka.  
*Harpalus rufipes* De Geer 1774, na njivah.  
*Harpalus griseus* Panzer 1797, na njivah.  
*Harpalus aeneus* Fabricius 1775.  
*Harpalus marginellus* Dejean 1829.  
*Harpalus latus* Linnaeus 1758, Križna gora.  
*Anisodactylus signatus* Panzer 1797, močvirska vrsta.  
*Anisodactylus nemorivagus* Duftschmid 1812.  
*Acupalpus luteatus* Duftschmid 1812, živi na peščeno ilovnatih tleh.  
*Acupalpus exiguus* Dejean 1829 močvirska vrsta.  
*Bradycellus harpalinus* Serville 1821, redka močvirska vrsta.  
*Stomis pumicatus* Panzer 1796.  
*Stomis rostratus* Sturm 1825, vzhodnoevropsko dinarska vrsta.  
*Poecilus cupreus* Linnaeus 1758.  
*Poecilus coerulescens* Linnaeus 1758.  
*Poecilus lepidus* Leske 1785.  
*Pterostichus vernalis* Panzer 1796.  
*Pterostichus metallicus* Fabricius 1792.  
*Pterostichus melas* Creutzer 1799.  
*Pterostichus unctulatus* Duftschmid 1812.  
*Pterostichus minor* Gyllenhal 1827, močvirska vrsta.  
*Pterostichus oblongopunctatus* Fabricius 1787.  
*Pterostichus angustatus* Duftschmid 1812.  
*Pterostichus nigrita* Paykull 1790, močvirska vrsta.  
*Pterostichus anthracinus* Illiger 1798, močvirska vrsta.  
*Molops striolatus* Fabricius 1801.  
*Molops plitvicensis* Heyden 1880, dinarska vrsta, ki sem jo našel na Javornikih in tudi na Križni gori. Živi le v gozdovih.  
*Molops ovipennis ovipennis* Chaudoir 1847, dinarska vrsta.  
*Abax carinatus carinatus* Duftschmid 1812.  
*Abax ovalis* Duftschmid 1812.  
*Abax ater subpunctatus* Dejean 1828.  
*Abax parallelus* Duftschmid 1812, Javorniki.  
*Synuchus nivalis* Panzer 1797, pogost na travniških na Slivnici.  
*Calathus fuscipes* Goeze 1777.  
*Calathus glabricollis* Dejean 1828, južnoevropska vrsta, ki živi na termofilnih travnikih. Našel sem jo le na Slivnici.  
*Calathus melanocephalus melanocephalus* Linnaeus 1758.  
*Pristonychus janthinus* Duftschmid 1812, vrsta kaže bolj termofilni karakter in sem našel le en primerek v bukovem gozdu na južni strani Javornikov.  
*Pristonychus elongatus elongatus* Dejean 1828, dinarska vrsta.

*Antisphodrus schreibersi schreibersi* Küster 1846, troglofilna vrsta, ki smo jo našli v Coprniški jami na Slivnici, Strmiški jami pri Lazah (Cerknica), 2000 jami v Rakovem Škocjanu in tudi jamah okoli Rakeka in Planine.

*Agonum marginatum* Linnaeus 1758, močvirska in obrežna vrsta.

*Agonum serpuntatum* Linnaeus 1758.

*Agonum mülleri* Herbst 1785, živi na vlažnih mestih.

*Agonum thoreyi* Dejean 1828, vrsta, ki živi ob stojećih vodah.

*Agonum antennarium* Duftschmid 1812.

*Agonum micans* Nicolai 1822, obrežna in močirska vrsta.

*Agonum fuliginosum* Panzer 1809, močirska vrsta.

*Agonum gracile* Gyllenhal 1827, močirska vrsta, ki živi na sončnih legah.

*Agonum piceum* Linnaeus 1758, močirska vrsta.

*Platynus dorsalis* Pontoppidan 1763.

*Platynus ruficornis* Goeze 1777, Gorenje Jezero, Goričica.

*Platynus scrobiculatus* Fabricius 1801.

*Platynus assimilis* Paykull 1790.

*Amara aulica* Panzer 1797, v Sloveniji redka vrsta, na Krasu je to prvo nahajališče.

*Amara aenea* Degeer 1774.

*Amara proxima* Putzeys 1866, pontska vrsta.

*Amara convexior* Stephens 1828, Javorniki.

*Amara ovata* Fabricius 1792, Rakek.

*Chlaenius nigricornis* Fabricius 1787.

*Chlaenius nitidulus* Schrank 1781.

*Chlaenius tristis* Schaller 1783, v Sloveniji zelo redka in močirska vrsta in je najdena le v močirjih Cerkniškega jezera.

*Callistus lunulatus* Fabricius 1775, Blošček (xerothermna vrsta).

*Oodes helopioides* Fabricius 1792, le ob Cerkniškem jezeru.

*Licinus hoffmannseggii* Panzer 1797.

*Badister unipustulatus* Bonelli 1813, redka močirska vrsta.

*Panagaeus crux-major* Linnaeus 1758.

*Dromius agilis* Fabricius 1787.

*Dromius fenestratus* Fabricius 1794.

*Dromius quadrimaculatus* Linnaeus 1758.

*Microlestes minutulus* Goeze 1777.

*Syntomus truncatellus* Linnaeus 1761.

*Brachinus eximius* Duftschmid 1812, njive okoli Cerkniškega jezera.

*Brachinus crepitans* Linnaeus 1758, njive okoli Cerkniškega jezera.

*Aptinus bombardus* Illiger 1800, na termofilnih mestih zelo pogosta vrsta.

## Haliplidae

*Brychius elevatus* Panzer 1794.

*Haliplus lineaticollis* Marsham 1802.

*Haliplus fuvius* Fabricius 1801.

*Haliplus confinis* Stephens 1828 (Meixner 1911, 136), ki ga mi ni uspelo ponovno ujeti. Druga lokaliteta te vrste v Jugoslaviji je Durmitor.

*Haliphus flavicollis* Sturm 1843.

*Haliphus variegatus* Sturm 1843.

Vse omenjene vrste te družine žive v glavnem v hladnih vodah in izviri. Vse navedene vrste sem ujel v izviri pri Gorenjem Jezeru.

### Dytiscidae

*Hyphydrus ovatus* Linnaeus 1761.

*Bidessus grossepunctatus* Vorbringer 1907, poleg Cerkniškega jezera je bila ta vrsta ujeta edino le še pri Novi Gorici.

*Guignotus pussilus* Fabricius 1781.

*Coelambus impressopunctatus* Schaller 1783.

*Hydrotus inaequalis* Fabricius 1777.

*Hydroporus zimmermanni* J. Müller 1926, znan je iz Planinskega polja in Petelinskega jezera, vendar ga na Cerkniškem jezeru nismo še našli.

*Hydroporus palustris* Linnaeus 1761.

*Hydroporus pubescens* Gyllenhal 1808.

*Hydroporus tristis* Paykull 1798.

*Hydroporus memnonius* Nicolasi 1822.

*Graphodytes pictus* Fabricius 1787.

*Graphodytes varius* Aube 1836, prvo nahajališče te vrste za Slovenijo in tudi za Cerkniško jezero (znan le iz Srbije — Sv. Ilija).

*Potamonectes elegans* Panzer 1794.

*Laccophilus minutus* Linnaeus 1758.

*Laccophilus halinus* Degeer 1774.

*Laccophilus variegatus* Germar 1812.

*Noterus crassicornis* Müller 1776.

*Platambus maculatus* Linnaeus 1758.

*Agabus bipustulatus* Linnaeus 1767.

*Agabus undulatus* Schrank 1776.

*Ilybius ater* Degeer 1774.

*Ilybius fuliginosus* Fabricius 1792.

*Ilybius guttiger* Gyllenhal 1808, severna vrsta, ki je le v Sloveniji in Hrvatski, a je razmeroma zelo redka. Ujet le en primerek na Cerkniškem jezeru.

*Rhantus suturellus* Harris 1828.

*Rhantus latitans* Sharp 1882, (Gueorgiev 1971, 19).

*Dytiscus circumflexus* Fabricius 1801.

*Dytiscus marginalis* Linnaeus 1758.

### Hydrophilidae

*Hydraena gracilis* Germar 1824.

*Hydraena truncata* Rey 1886, Cerkniščica

*Hydraena riparia* Kugelann 1794.

*Laccobius minutus* Linnaeus 1758.

*Cryptopleurum minutum* Fabricius 1775.

### Histeridae

*Hister bisexstriatus* Fabricius 1801.

**Silphidae**

*Necrophorus vespilloides* Herbst 1784, Rakov Škocjan, Križna gora.

*Necrophorus humator* Goeze 1777, Javorniki.

*Necrodes littoralis* Linnaeus 1758.

*Oeceoptoma thoracica* Linnaeus 1758.

*Blitophaga opaca* Linnaeus 1758.

*Silpha carinata* Herbst 1783, Rakov Škocjan, Slivnica, Javorniki.

*Silpha obscura* Linnaeus 1758.

*Thanatophilus rugosus* Linnaeus 1758.

*Phosphuga atrata* Linnaeus 1758.

*Necrophilus subterraneus* Dahl 1807, Javorniki.

**Catopidae**

*Choleva sturmi* Brisout.

*Bathysciola silvestris* Motschoulsky 1856, Javorniki.

*Bathyscia montana montana* Schiödte 1848, Javorniki.

*Aphaobius milleri* (subsp.) Schmidt 1855, Mačkovica.

*Bathyscimorphus byssinus byssinus* Schiödte 1848, jame v Rakovem Škocjanu, v Menešiji in okolici Planinskega polja.

*Bathyscimorphus trifurcatus* Jeannel 1924, Križna jama.

*Bathyscimorphus* sp. n., Coprniška jama.

*Bathyscimorphus* sp. n., Strmška jama pri Lazah (Cerknica).

*Bathysciotes khevenhülleri khevenhülleri* L. Miller 1901, Coprniška jama.

*Leptodirus hochenwarti hochenwarti* Schmidt 1832, Križna jama, Strmška jama, Svinjska jama, Zelške jame, 2000 Jama, Ulenca, Mačkovica.

**Scydmaenidae**

*Cephenonium confusum* Besuchet, Planina.

*Cephenonium carnicum* Reitter 1881, Planina.

*Euconnus hirticollis* Illiger 1798, Cerkniško jezero.

*Euconnus kiesenwetteri kiesenwetteri* Kiesenwetter 1851, Planina.

*Euconnus denticornis* Müller et Kiesenwetter 1822, Planina.

*Mastigus dalmatinus* Heyden 1879, dinarska vrsta.

**Staphylinidae**

*Omalius validum* Kraatz 1856—1858, po jamah pogost.

*Planeustomus palpalis* Erichson.

*Trogophloeus rivulvaris* Motschoulsky 1760.

*Trogophloeus bilineatus* Stephens 1832.

*Trogophloeus corticinus* Gravenhorst 1802.

*Trogophloeus pusilus* Gravenhorst 1802.

*Trogophloeus gracilis* Mannerheim 1830.

*Oxytelus nitidulus* Gravenhorst 1802.

*Oxytelus tetracarinatus* Block 1799.

*Platystethus arenarius* Geoffroy 1785.

*Stenus juno* Fabricius 1801.

*Stenus clavicornis* Scopoli 1763.

*Stenus morio* Gravenhorst 1806.

*Stenus boops* Ljungh 1804.

*Stenus tarsalis* Ljungh 1804.

*Stenus fuscipes* Gravenhorst 1802.

*Scopaeus laevigatus* Gyllenhal 1827.

*Lathrobium elengantulum* Kraatz 1856—1858.

*Philonthus atratus* Gravenhorst 1802.

*Philonthus temporalis* Mulsant et Rey.

*Philonthus micans* Gravenhorst 1802.

*Philonthus nigritulus* Gravenhorst 1802.

*Parabemus fossor* Scopoli 1763, po gozdovih Javornikov, Rakovega Škocjana in Slivnice.

*Staphylinus erythropterus* Linnaeus 1758.

*Staphylinus caesareus* Cederhj 1798.

*Ocypus olens* Müller 1764.

*Ocypus tenebricosus* Gravenhorst 1802.

*Quedius mesomelinus* Marsham 1802, po jamah pogost.

*Amischa analis* Gravenhorst, 1802.

*Falargia sulcata* Paykull 1789.

*Atheta languida* Erichson 1837—1839.

*Atheta melanocera* Thomson 1856.

*Atheta spelaea* Erichson 1839—1840.

*Nehemitropia sordida* Mannerhein 1830.

*Chilopora longitarsis* Erichson 1837—1839.

*Aleochara intricata* Mannerhein 1831.

*Aleochara ripicola* Mulsant Rey 1874.

### **Pselaphidae**

*Scotoplectus capellae* Reitter 1879, Planina.

*Bryaxis bulbifer* Reichenbach 1816, Cerknjsko jezero.

*Bryaxis brusinae* Reitter, Planina 1879, dinarska vrsta.

*Bryaxis curtisi orientalis* Karaman, Planina.

*Bryaxis argus* Kraatz, 1863, Planina.

*Bryaxis muscorum* Kiesenwetter 1849, Planina.

*Bryaxis erichsoni erichsoni* Kiesenwetter 1849, Planina.

*Bryaxis lokayi* Machulka, Planina.

*Bryaxis longulus* Kiesenwetter 1849, Planina.

*Pselaphaulax dresdensis* Herbst 1772, Cerknjsko jezero.

*Pselaphus heisei parvus* Karaman, Cerknjsko jezero.

### **Byrrhidae**

*Pelochares versicolor* Walzl 1838.

*Byrrhus gigas* Fabricius 1787, Javorniki.

**Dryopidae**

- Riolus cupreus* P. Müller 1806.  
*Esolus angustatus* P. Müller 1821.  
*Esolus parallelopipedus* P. Müller 1806.  
*Helmis maugetti* ssp. *maugetti* Latreille 1878.  
*Lathelmis milleri* Erichson 1847.  
*Dryops auriculatus* Geoffroy 1785.  
*Limnius tuberculatus* P. Müller 1806.

**Buprestidae**

- Anthaxia nitidula* Linnaeus 1758.  
*Anthaxia quadripunctata* Linnaeus 1758.  
*Chrysobothris affinis* Fabricius 1798.

**Elateridae**

- Brachylacon murinus* Linnaeus 1758.  
*Dima elateroides* Charpentier 1825, Križna gora.  
*Selatosomus aeneus* Linnaeus 1758.  
*Denticollis rubens* Piller 1883, Križna gora.

**Lampyridae**

- Lampyrus noctiluca* Linnaeus 1758.  
*Phausis splendidula* Linnaeus 1758, Križna gora.

**Dermestidae**

- Dermestes atomarius* Erichson 1846.

**Cantharidae**

- Cantharis rustica* Fall 1807.  
*Cantharis rufa* Linnaeus 1758.  
*Cantharis haemorrhoidalis* Fabricius 1792.

**Dasytidae**

- Haplocnemus nigricornis* Fabricius 1792.

**Cleridae**

- Trichodes apiarius* Linnaeus 1758.

**Cucujidae**

- Monotoma picipes* Herbst 1793.

**Coccinellidae**

- Coccinella septempunctata* Linnaeus 1758.  
*Coccinella quinquepunctata* Linnaeus 1758.  
*Adalia bipunctata* Linnaeus 1758.



**Cryptophagidae**

*Atomaria ruficornis* Marsham 1802.

*Ephistemus globosus* Paykull 1798.

**Oedemeridae**

*Oedemera virescens* Linnaeus 1767.

*Oedemera annulata* Germar 1824.

*Oedemera podagrariae* Linnaeus 1767.

**Pyrochroidae**

*Pyrochroa coccinea* Linnaeus 1761, Zadnji kraj.

**Anthicidae**

*Anthicus antherinus* Linnaeus 1761.

**Alleculidae**

*Cteniopus sulphuripes* Germar 1824.

**Tenebrionidae**

*Opatrum sabulosum* Linnaeus 1761.

*Diaperis boleti* Linnaeus 1758.

*Tenebrio molitor* Linnaeus 1758.

*Laena viennensis* Sturm 1807, Križna gora.

*Stenomax lanipes* Linnaeus 1771, Križna gora.

**Scarabaeidae**

*Geotrupes stercorarius* Linnaeus 1758.

*Geotrupes vernalis* Linnaeus 1758.

*Copris lunaris* Linnaeus 1758.

*Aphodius fimetarius* Linnaeus 1758.

*Sericea brunnea* Linnaeus 1758.

*Melolontha melolontha* Linnaeus 1758.

*Mimela aurata* Fabricius 1801.

*Phyllopertha horticola* Linnaeus 1758.

*Hoplia graminicola* Fabricius 1792.

*Tropinota hirta* Poda 1761.

*Oxythyrea funesta* Poda 1761.

*Cetonia aurata* Linnaeus 1758.

*Potosia aeruginosa* Drury 1770.

*Valgus hemipterus* Linnaeus 1758.

*Gnorimus nobilis* Linnaeus 1758.

*Trichius fasciatus* Linnaeus 1758.

*Trichius sexualis* Bedel 1906, pri Unški koliševki.

**Lucanidae**

*Lucanus cervus* Linnaeus 1758, Cerknica.

*Dorcus parallelipedus* Linnaeus 1758.

*Platycerus caprea* Degeer 1774.

*Platycerus caraboides* Linnaeus 1758.  
*Ceruchus chrysomelinus* Hochenwarth 1785.  
*Sinodendron cylindricum* Linnaeus 1758, Javorniki.

### Cerambycidae

*Prionus coriarius* Linnaeus 1758, Planina, Rakek.  
*Asemum striatum* Linnaeus 1758, Javorniki, Rakek, Cerknica.  
*Criocephalus rusticus* Linnaeus 1758, Rakek.  
*Tetropium castaneum* Linnaeus 1758, Slivnica.  
*Xylosteus spinolae* Frivaldsky 1836, Javorniki.  
*Rhagium bifasciatum* Fabricius 1775.  
*Rhagium mordax* De Geer 1775.  
*Rhagium inquisitor* Linnaeus 1758.  
*Toxotus cursor* Linnaeus 1758.  
*Stenocorus quercus* Götzl 1783, Rakov Škocjan (coll. E. Pretner). To je prvi primerek najden v Sloveniji.  
*Stenocorus meridianus* Linnaeus 1758, Zadnji kraj.  
*Gaurotes virginea* Linnaeus 1758, Zadnji kraj, Križna gora.  
*Pidonia lurida* Fabricius 1792.  
*Acmaeops collaris* Linnaeus 1758, Križna gora, Rakek.  
*Gramoptera ruficornis* Fabricius 1781.  
*Allosterna tabacicolor* De Geer 1775.  
*Leptura maculicornis* De Geer 1775.  
*Leptura rubra* Linnaeus 1758.  
*Leptura sanguinolenta* Linnaeus 1758.  
*Leptura inexpectata* Linnaeus 1758, Rakek, ki je obenem prvo nahajališče te vrste v Sloveniji, kot v Jugoslaviji (coll.: Staudacher v Prirodoslovnem muzeju Slovenije).  
*Leptura dubia* Scopoli 1765.  
*Vadonia livida* Fabricius 1776.  
*Judolia cerambyciformis* Schrank 1781.  
*Strangalia maculata* Poda 1761.  
*Strangalia melarura* Linnaeus 1758.  
*Strangalia bifasciata* Müller 1776.  
*Strangalia nigra* Linnaeus 1758, Rakek.  
*Cerambyx scopoli* Füssly 1775.  
*Saphanus piceus* Laicharting 1784, Slivnica, Križna gora, Javorniki.  
*Obrium brunneum* Fabricius 1792, Zadnji kraj.  
*Stenopterus rufus* Linnaeus 1767, Rakek.  
*Aromia moschata* Linnaeus 1758, Unška koliševka, Cerknica.  
*Rosalia alpina* Linnaeus 1758, Slivnica.  
*Phymatodes testaceus* Linnaeus 1758, Rakek.  
*Clytus arietis* Linnaeus 1758, Rakek.  
*Anaglyptus mysticus* Linnaeus 1758, Zadnji kraj.  
*Dorcadion arenarium arenarium* Scopoli 1763, Rakek, Cerknica.  
*Morimus asper funereus* Muslant 1863, Rakov Škocjan, Javorniki, Rakek.  
*Lamia textor* Linnaeus 1758, Planina, Unška koliševka.

- Mesosa nebulosa* Fabricius 1781, Križna gora.  
*Pogonocherus hispidulus* Piller 1783, Rakek.  
*Pogonocherus hispidus* Linnaeus 1758, Rakek.  
*Acanthocinus aedilis* Linnaeus 1758.  
*Agapanthia villosoviridescens* De Geer 1775 Javorniki, Križna gora, Rakek, Slivnica.  
*Saperda populnea* Linnaeus 1758, Rakek.  
*Phytoecia cylindrica* Linnaeus 1758, Križna gora, Rakek.  
*Phytoecia uncinata* Redtenbacher 1842, Križna gora, Rakek, to je nova vrsta za Slovenijo.

### Chrysomelidae

- Donacia dentata* Hoppe 1795, Cerknjsko jezero.  
*Donacia impressa* Paykull 1799, Cerknjsko jezero.  
*Liliocerus lilii* Scopoli 1763, Slivnica, Rakek, Javorniki.  
*Liliocerus merdigera* Linnaeus 1758, Slivnica, Javorniki.  
*Clytra quadripunctata* Linnaeus 1758.  
*Cyaniris cyanea* Fabricius 1775, Rakek.  
*Chilotoma musciformis* Goeze 1777, Cerknica.  
*Cryptocephalus sericeus* Linnaeus 1758, Slivnica.  
*Cryptocephalus hypochoeridis* Linnaeus 1758, Rakek.  
*Cryptocephalus violaceus* Laicharting 1781, Slivnica.  
*Cryptocephalus moraei* Linnaeus 1758, Rakek.  
*Cryptocephalus octacosmus* Bedel 1891, Rakov Škocjan.  
*Pachybrachis hieroglyphicus* Laicharting 1781, Cerknjsko jezero.  
*Lamprosoma kolbei* Scholz 1926, Rakov Škocjan.  
*Leptinotarsa decemlineata* Say 1844, povsod na krompiriščih.  
*Chrysomela staphylea* Linnaeus 1758.  
*Chrysomela fastuosa* Scopoli 1763.  
*Chrysomela marcasitica* Germar 1824, Javorniki.  
*Chrysomela rufa* Duftschid 1825, Rakek.  
*Chrysomela globosa* Panzer 1805, Rakek, Javorniki, Rakov Škocjan.  
*Chrysomela coerulea* Olivier 1807, Rakov Škocjan.  
*Chrysochloa cacaliae* Schrank 1785, Javorniki.  
*Phytodecta linneata* Schrank 1781, Cerknjsko jezero.  
*Melosoma populi* Linnaeus 1758, Rakek.  
*Timarcha tenebricosa* Fabricius 1775, Slivnica.  
*Sermylassa halensis* Linnaeus 1767, Javorniki.  
*Luperus circumflexus* Marsham 1802, Cerknica.  
*Lochmaea crataegi* Forster 1771, Cerknica.  
*Galeruca pomonae* Scopoli 1763, Slivnica.

### Halticidae

- Aphthona venustula* Kutsch 1861, Cerknica.  
*Aphthona herbigrada* Curtis 1873, Cerknjsko jezero.  
*Longitarsus suturellus* Duftschid 1825, Cerknjsko jezero.  
*Longitarsus nasturtii* Fabricius 1792, Cerknjsko jezero.

*Haltica oleracea* Linnaeus 1758, Cerknica.  
*Chaetocnema sahlbergi* Gyllenhal 1827, Cerkniško jezero.  
*Chaetocnema hortensis* Geoffroy 1785, Cerkniško jezero.  
*Psylliodes chrysocephala* Linnaeus 1758, Cerkniško jezero.

### Cassididae

*Cassida viridis* Linnaeus 1758, Križna gora, Rakek.  
*Cassida vittata* Villers 1789, Križna gora.

### Curculionidae

*Otiorrhynchus sensitivius* Scopoli 1763, Javorniki.  
*Otiorrhynchus niger* Fabricius 1775, Rakov Škocjan, Javorniki.  
*Otiorrhynchus gemmartus* Scopoli 1763.  
*Sciaphobus scitulus* Germar 1824, Cerknica.  
*Chiloneus setulosus* Germar 1824, Cerknica.  
*Trachyploeus aristatus* Gyllenhal, Zadnji kraj. 1827.  
*Larinus planus* Fabricius 1792, Cerknica.  
*Larinus obtusus* Gyllenhal 1836, Cerknica.  
*Larinus carinirostris* Gyllenhal 1843, Cerknica.  
*Hylobius piceus* De Geer 1775, Javorniki.  
*Hylobius abietis* Linnaeus 1758, Javorniki.  
*Acalles roboris* Curtis 1834, Cerknica.  
*Ceuthorrhynchus troglodytes* Fabricius 1787, Cerknica.  
*Ceuthorrhynchus floralis* Paykull 1792, Cerknica.  
*Ceuthorrhynchus consputus* Germar 1824, Cerknica.  
*Ceuthorrhynchus perpendicularis* Reich 1797, Cerknica.  
*Rhinoncus inconspicuous* Herbst 1795, Cerkniško jezero.  
*Phytobius quadrituberculatus* Fabricius 1787, Cerkniško jezero.  
*Poophagus sisymbrii* Fabricius 1776, Cerkniško jezero.  
*Orobis cyaneus* Linnaeus 1758, Cerknica.  
*Balaninus nucum* Linnaeus 1758, Rakek.  
*Eumycteris pilistriata* Stephens 1832, Cerknica.  
*Anthonomus pomorum* Linnaeus 1758, Cerknica.  
*Dorytomus affinis* Paykull 1800, Cerknica.  
*Bagous lutosus* Gyllenhal 1827, Cerkniško jezero.  
*Bagous glabrirostris* Herbst 1795, Cerkniško jezero.  
*Bagous limosus* Gyllenhal 1827, Cerkniško jezero.  
*Hydronomus alismatis* Marsham 1802, Cerknica.  
*Miccotrogus picrostris* Fabricius 1793, Cerknica.  
*Sibinia viscariae* Linnaeus 1758, Cerknica.  
*Tychius schneideri* Herbst 1795, Cerknica.  
*Tychius flavicornis* Stephens 1832, Cerknica.  
*Gymnetron ludyi* Reitter 1907, Cerknica, znan iz Slovenije in Hrvatske.  
*Gymnetron rostellum* Herbst 1795, Cerknica.  
*Mirrus campanulae* Linnaeus 1758, Cerknica.  
*Apion difficile* Herbst 1795, Cerknica.  
*Auletes politus* Serrville, Cerknica.

*Byctiscus populi* Linnaeus 1758, Rakek.

*Attelabrus nitens* Scopoli 1763, Rakek.

*Apoderus coryli* Linnaeus 1758, Rakek, Križna gora.

### Scolytidae

*Cryphalus piceae* Ratzenburg 1837, Javorniki in Rakov Škocjan.

*Pityokteines spinidens* Reitter 1894, Rakov Škocjan na jelki.

*Ips typographus* Linnaeus 1758.

## ZOOGEOGRAFSKI PREGLED

Favnistične raziskave na Cerkniškem jezeru in v okolici v letu 1972, 1973 in tudi kasneje so pokazale, da je to področje zelo bogato na koleopterski favni. Vendar eno samo leto intenzivnega raziskovanja, nikakor ni bilo dovolj, da bi dobili popolne rezultate. Tudi kasnejša občasna raziskovanja so to trditev popolnoma potrdila. Vsaka nova ekskurzija v cerkniško območje, nam je dala zopet nove vrste.

Raziskave so pokazale, da glavnino favne hroščev tvorijo srednje evropski elementi, torej tisti, ki so razširjeni po vsej srednji Evropi in tudi po vsej Sloveniji. Le majhen del vrst so tukaj dinarski in vzhodno alpski elementi. Od dinarskih elementov žive tukaj naslednje vrste: *Carabus croaticus frankenbergeri*, *C. caelatus schreiberi*, *Trechus croaticus*, *Molops plitvicensis*, *Molops ovipennis*, *Leptodirus hochenwarti*, *Typhlotrechus bilimecki* in sploh vse jamske vrste hroščev. Od subalpskih in alpskih elementov nam ni uspelo najti izrazitih predstavnikov, razen ene same vrste, ki ima bolj subalpski karakter, to je *Chrysochloa cacaliae*. Zanimivo je, da v gozdovih Javornikov manjka *Pterostichus variolatus carniolicus*, čeprav živi ta vrsta v gozdovih Snežnika, Nanosa, Črnega vrha, Kovka in Trnovskega gozda. Med vzhodnoevropsko-dinarske elemente spadajo *Carabus creutzeri*, *Stomis rostratus*, *Molops striolatus*, *Xylosteus spinolae* itd. Tudi med južno evropskimi elementi najdemo posamezne predstavnike in to posebno na termofilnih pobočjih Slivnice in v okolici Rakeka. Takšne vrste so *Procerus gigas*, *Acupalpus luteatus*, *Calathus glabricollis*, *Dorcadion arenarium* itd.

Številnejši so predstavniki jamskih vrst hroščev, med katerimi so nekateri endemiti za cerkniško področje in te vrste so: *Anophthalmus heteromorphus*, *Typhlotrechus bilimecki frigans*, *Bathysciomorphus trifurcatus*. Poleg teh so še neopisane vrste in podvrste rodu *Bathysciomorphus* sp. n. iz Coprniške jame in tako iz rodu *Anophthalmus* sp. n. iz Coprniške jame in Ulence. Celotna revizija rodu *Bathysciomorphus* je v delu in upamo, da bo kmalu končana in prav tako opisi vrst rodu *Anophthalmus*.

O pravi jezerski favni tukaj ne moremo govoriti, ker vsi vodni hrošči (Haliplidae, Dytiscidae) ne naseljujejo le jezer, ampak tudi vse umetno narejene bazene in kot je znano ponoči celo zapuščajo vodo in letajo iz ene mlake v drugo. To dokazuje pojav, da smo večkrat pri nočnem lovu na metulje, ujeli na svetlobo tudi hrošče iz teh družin. Tukaj ne smemo pozabiti bogate močvirske favne. Cerkniško jezero je v Sloveniji in Jugoslaviji edino zanesljivo nahajališče za vrsto hrošča *Blethisa multipunctata*. Tudi ta vrsta je dober leta-

lec, saj smo našli posamezne primerke tudi pozimi v trhljih štorih na Javornikih. Od drugih predstavnikov močvirskih vrst omenimo še naslednje važnejše: *Leistus ferrugineus*, *Bembidion doris*, *B. varium*, *B. dentellum*, *Chlaenius tristis*, *Chl. nitidulus*, *Chl. nigricornis*, *Oodes helopioides*, *Loricera pilicornis*, *Anisodactylus signatus*, *Pterostichus vernalis*, *Pt. angustatus*, *Pt. oblongopunctatus*, *Pt. nigrita*, *Pt. minor*, *Pt. anthracinus*, *Bradycellus harpalinus* itd.

Tudi *Leptura inexpectata*, ki jo je našel Staudacher na Rakeku, do sedaj še ni bila ujeta pri nas in je to nova vrsta za Slovenijo in Jugoslavijo. *Phytoecia uncinata* je prvič ujeta v Sloveniji.

Kot je razvidno iz sistematičnega pregleda smo do sedaj našli na območju Cerkniškega jezera in okolice 428 vrst. Z nadaljnjimi intenzivnimi raziskavami favne hroščev na tem področju, bi se to število vrst zanesljivo precej povečalo.

### Zusammenfassung

#### BEITRAG ZUR KENNTNIS DER KOLEOPTERENFAUNA DES CERKNIŠKO JEZERO (SEE VON CERKNICA) UND UMGEBUNG

Die faunistischen Untersuchungen am See von Cerknica und in seiner Umgebung in den Jahren 1972, 1973 und noch später haben gezeigt, daß hier eine sehr reiche Käferfauna lebt. Doch nur ein Jahr intensiver Aufsammlungen hat nicht genügt, um eine erschöpfende Übersicht dieser Fauna zu gewinnen, werden doch bei jeder neuen Exkursion aus diesem Gebiete bisher nicht bekannte Arten festgestellt.

Der Hauptteil der Arten besteht aus mitteleuropäischen Elementen, die auch sonst in Slowenien verbreitet sind. Nur einen kleinen Teil der Fauna stellen die dinarischen und ostalpinen Elemente. Dinarische Elemente sind: *Carabus croaticus frankenbergeri*, *C. caelatus schreiberi*, *Trechus croaticus*, *Molops plitvicensis*, *Molops ovipennis*, *Leptodirus hohenwarti*, *Typhlotrechus bilimeki* und sämtliche Höhlenkäfer. Ausgesprochene Vertreter der subalpinen und alpinen Elemente haben wir nicht gefunden, wenn wir von der *Chrysochloa cacaliae* absehen die subalpin, aber auch noch weiter unten lebt. Sonderbarerweise fehlt in den Wäldern des Javornikizuges *Pterostichus variolatus carniolicus*, obwohl er in den Wäldern des Notranjski Snežnik, des Nanos, von Črni vrh, des Kovk und des Trnovski gozd, demnach weit verbreitet ist. Zu den osteuropäischdinarischen Elementen gehören: *Carabus creutzeri*, *Stomis rostratus*, *Molops striolatus*, *Xylosteus spinolas* usw. Auch vereinzelte Vertreter der südeuropäischen Elemente sind bekannt, besonders auf den thermophilen Südhängen des Berges Slivnica 1114 m und aus der Umgebung von Rakek: *Procerus gigas*, *Acupalpus luteatus*, *Calathus glabricollis*, *Dorcadion arenarium* usw.

Zahlreicher sind die Vertreter der Höhlenfauna, von denen einige Endemiten dieses kleinen Gebietes sind: *Anophthalmus heteromorphus*, *Typhlotrechus bilimeki frigenis*, *Bathyscymorphus trifurcatus*. Allerdings ist das Material aus noch anderen Höhlen noch nicht bearbeitet.

Von einer besonderen Wasserfauna können wir nicht sprechen, denn die Wasserkäfer (Haliplidae, Dytiscidae) leben nicht nur in den Seen, sondern sie

besiedeln wegen ihrer Flugfähigkeit auch künstliche Wasseransammlungen. Sie verlassen nachts oft das Wasser und fliegen zu einem anderen Wasser, weshalb wir beim Schmetterlingsnachtfang des öfteren Wasserkäfer gesammelt haben.

Wichtig ist die reiche Sumpfffauna. Die Ufer des Sees von Cerknica sind der südlichste europäische Fundort für die boreale *Blethisa multipunctata*. Auch sie ist ein guter Flieger, denn wir haben vereinzelte Exemplare in ihren Winterquartieren in alten Baumstümpfen der Wälder den Javorniki gefunden. Weitere Vertreter der Sumpfffauna sind: *Leistus ferrugineus*, *Bembidion doris*, *B. varium*, *B. dentellum*, *Chlaenius tristis*, *Chl. nitidulus*, *Chl. nigricornis*, *Oodes helopioides*, *Loricera pilicornis*, *Anisodactylus signatus*, *Pterostichus vernalis*, *Pt. angustatus*, *Pt. oblongopunctatus*, *Pt. nigrita*, *Pt. minor*, *Pt. anthracinus*, *Bradycellus harpalus* usw.

Neu für Slowenien und auch für Jugoslawien ist *Leptura inexpectata*, die Staudacher bei Rakek gefangen hat. Ebenso neu ist für Slowenien *Phytoecia uncinata*.

Die systematische Übersicht weist 428 Arten auf, doch werden weitere Aufsammlungen diese Zahl gewiß noch um vieles vergrößern.

### Literatura

- Jeannel, R. 1928: L'Abeille Journal d'Entomologie. Monographie des Trechinae 35, 1—306, Paris.
- Meixner, J. 1910: Coleopterologischer Beitrag zur Detritusfauna des Zirknitzer Sees. Mitt. Natur. Verein für Steiermark 46 (1909), 492—494, Graz.
- Meixner, J. 1911: Ein Beitrag zur Käferfauna des Zirknitzer Sees. Kranchers Entom. Jahrbuch 20 (1910), 133—138, Leipzig.
- Müller, G. 1926—28: I coleotteri della Venezia Giulia. 1, Adephaga, 1—304. Trieste.
- Müller, G. 1949—53: I coleotteri della Venezia Giulia. 2, Phytophaga, 1—685. Trieste.

METULJI CERKNICE IN OKOLICE  
I. MACROLEPIDOPTERA, RHOPALOCERA  
DIE SCHMETTERLINGE VON CERKNICA UND UMGEBUNG  
I. MACROLEPIDOPTERA, RHOPALOCERA

JAN CARNELUTTI



SPREJETO NA SEJI  
RAZREDA ZA PRIRODOSLOVNE VEDE  
SLOVENSKE AKADEMIJE ZNANOSTI IN UMETNOSTI  
DNE 21. DECEMBRA 1977

## VSEBINA

Izvleček — Abstract . . . . .	260 (4)
Uvod . . . . .	261 (5)
Sistematski pregled . . . . .	261 (5)
Horološki in zoogeografski pregled . . . . .	267 (11)
Die Schmetterlinge von Cerknica und seiner Umgebung. I. Macrolepi- doptera, Rhopalocera (Zusammenfassung) . . . . .	271 (15)
Literatura . . . . .	272 (16)

**Izvleček**

UDK 595.783-19 (497.12-14)

**Carnelutti, Jan: Metulji Cerknice in okolice. I. Macrolepidotera, Rhopalocera. Acta Carsologica 8, 257—272, Ljubljana, 1978, lit. 10.**

Delo obravnava za Cerknico in okolico favnistiko in zoogeografijo dnevnih metuljev (*Rhopalocera*), vključno fam. *Hesperiidae*. Ugotovljenih je bilo 121 vrst, kar je kar 67 % vseh dnevnih metuljev na Slovenskem. Avtor daje tudi horizontalno in vertikalno zoogeografsko analizo.

**Abstract**

UDC 595.783-19 (497.12-14)

**Carnelutti Jan: The Butterflies of Cerknica and its Vicinity. I. Macrolepidotera, Rhopalocera. Acta carsologica 8, 257—272, Ljubljana, 1978, Lit. 10.**

The fauna and the zoogeography of diurnal butterflies (*Rhopalocera*) including Fam. *Hesperiidae*, of Cerknica and its vicinity are treated in the work. There were 121 species stated, corresponding to 67 % of all diurnal butterflies in Slovenia. The author introduces the horizontal and vertical zoogeographic analysis too.

Naslov — Address:

Jan Carnelutti,

Biološki inštitut Jovana Hadžija, SAZU

Novi trg 3

61000 Ljubljana, Jugoslavija

## UVOD

Cerknica s svojo širšo okolico in izredno razgibanimi tereni, ki tvorijo izjemno heterogene biotope, ima prav tako zelo bogato lepidoptersko favno. Podrobno opisovanje poedinih širših in ožjih življenjskih prostorov tega področja opuščam, ker so to v drugih sestavkih storili že drugi avtorji. Zato se omejujem pri nadaljnjem opisovanju favne metuljev le na kratke karakteristike biotopov, kjer žive posamezne vrste. Več poudarka sem dal tudi nekaterim drugim biološkim in ekološkim zanimivostim posameznih vrst. Tako hranilnim rastlinam, generacijskim razmeram, vertikalni razširjenosti itd. S temi podatki sem želel na splošno okarakterizirati vse področje kot zelo termofilno in kserotermno, ki na južno eksponiranih predelih omogoča življenje mnogim submediteranskim in celo eumediteranskim vrstam. Mnogo jih ima tu svojo severno arealno mejo. V tem prvem delu, ki obravnava le dnevne metulje — *Rhopalocera* — vključno *Hesperidae*, te značilnosti še niso tako razvidne, kot je to pri nekaterih vrstah in celo družinah *Heterocera*.

Vse to področje je bilo do pred 40 leti še neraziskano. Ker sem tu živel od šolskih let naprej in se zelo zgodaj začel ukvarjati z raziskovanjem lepidopterov, sem ga kar se da temeljito raziskal. Žal takrat nisem imel na razpolago takih tehničnih možnosti, zlasti ne za lov ponoči z lovnimi UV svetili itd. Raziskovanja, nekako od 1936. leta naprej, ki sem jih prekinil v vojnih letih, sem nadaljeval po vojni, ko sem bil tu do 1951. leta zaposlen. Kasneje, zlasti v zadnjih letih sem jih še dopolnil. Tu so po vojni raziskovali tudi Š. Michieli, R. Rakovec in še tik pred vojno, ko sem ga opozoril na nekatere vrste, tudi I. Hafner. Zadnja leta je raziskoval v okviru Biološkega instituta Jovana Hadžija SAZU tudi sodelavec P. Tonkli.

Vse razmeroma majhno področje še vedno ni povsem enakomerno raziskano. Zlasti manjkajo raziskovanja nočne lepidopterske favne v gozdnih predelih Javornikov in sploh povsod v višjih legah. Zato sem se omejil le za prikaz dnevne favne, ki je brez dvoma dovolj dobro raziskana v vseh predelih opisanega področja.

Veliko podatkov, oz. materiala so zbrali študenti biologije, ki so imeli na Slivnici daljše terenske vaje pod vodstvom prof. dr. K. Tarmana.

## SISTEMATSKI PREGLED

### Papilionidae

*Papilio machaon* L. V dveh generacijah raztreseno in dokaj redek.

*Iphiclides podalirius* L. Pogostnejši in zlasti po kraških zagrmčenih travnikih (na hranilnih rastlinah *Crataegus*, *Prunus*...) v dveh generacijah.

*Parnassius mnemosyne* L. Zelo lokalno na vrhu Slivnice in na njenih pobočjih nad Brezjami.

### Pieridae

*Aporia crataegi* L. Tako kot *P. podalirius* L. na *Prunus*, *Crataegus* in drugo sadno drevje navezana vrsta, ki pa je zelo razširjena in v nekaterih letih tako številčna, da je škodljiva.

*Pieris brassicae* L. Zaradi dovolj ugodnih klimatskih razmer v treh generacijah. Večkrat v zelo močnih in škodljivih kalamitetah.

*P. — rapae* L. Tako kot pri prejšnji vrsti.

*P. — manni* MAYER. Južna vrsta, ki je tu redka. Opažani sta bili le dve generaciji.

*P. — napi* L. Tudi to vrsto, ki je tu povsod razširjena, smo redno opazovali v treh generacijah. Bryonidne oblike le v višjih predelih Snežnika.

*Pontia daplidice* L. Migrant, ki je bil tu opažen le obdobje v letni generaciji.

*Anthocharis cardamines* L. Povsod razširjena in pogostna vrsta.

*Colias crocea* FOURCR. Migrant, ki ga je dobiti v več generacijah od pomladi do pozne jeseni. Vmes so bile opažene, vendar le poredkoma polimorfne oblike ♀ f. *helice* HBN., ♀ f. *helicina* OBTH.

*C. — hyale* L. To vzhodno vrsto smo opazili le poredkoma, čeprav je to migrantska vrsta.

*C. — australis* VRTY. Pravtako migrant, ki pa je za razliko od prejšnje *C. hyale* L. zelo pogosten.

*Gonepteryx rhamni* L. Povsod zelo pogostna in razširjena vrsta.

*Leptidea sinapis* L. Povsod razširjena vrsta v dveh, izjemno tu celo v treh generacijah.

### Libytheidae

*Libythea celtis* LAICH. Južnoevropska vrsta, ki je bila kot migrant nekajkrat opažena v juliju pri Cerknici.

### Nymphalidae

*Apatura iris* L. Dokaj redka vrsta. Pogostnejša v obrobnih predelih jezera (*Salix* — hranilne vrste!).

*A. — ilia* SCHIFF. V osnovni obliki zelo redka. Prevladuje v f. *clytie* SCHIFF. Zelo lokalno razširjena, podobno kot prejšnja vrsta.

*Limenitis populi* L. Tudi ta vrsta je zelo lokalna, vendar po vsem opisanem področju kjer so večji sestoji *Populus tremulae* L.

*L. — reducta* STGR. Južno-srednje evropska vrsta, ki je tu razširjena povsod v svetlih redkih gozdnih predelih. Na južnejših toplejših prisojnih predelih tudi v drugi generaciji.

*L. — camilla* L. V vseh gozdnih predelih precej pogostna. Druga, sicer le delna generacija ni bila opažena.

*Neptis rivularis* SCOP. Redkejša od prejšnje vrste, sicer pa pravtako le v gozdnatih predelih.

*Nymphalis antiopa* L. Od julija in po prezimitvi, zlasti v okolici jezera (*Salix* vrste!).

*N. — polychloros* L. Dosti redkejša vrsta. Pogostnejša po prezimitvi.

*N. — xanthomelas* SCHIFF. Izrazita vzhodna migrantska vrsta, ki je bila le enkrat dobljena v okolici Cerknice (Menišija) v juliju.

*Inachis io* L. Izjemno redek dnevni metulj v vsem opisovanem področju. Kaže, da je pogostnejši kot migrant, a le obdobje.

*Vanessa atalanta* L. »Admiral« je znan migrant, ki smo ga tu dobivali redno tudi v prezimljeni generaciji in nato še v dveh generacijah.

*V. — cardui* L. Kosmopolitska migrantska vrsta, ki je tu stalna — opazovali smo prezimelo generacijo — in tudi močne selilne nalete.

*Aglais urticae* L. Povsod razširjena in zelo pogostna vrsta.

*Polygonia c. album* L. Povsod razširjena, vendar ne pogostna vrsta, ki smo jo dobili v dveh in v prezimeli generaciji.

*P. — egea* CR. Mediteranska vrsta, ki je bila ujeta tudi pri Cerknici. Najbrž gre za slučajno prileteli osebek.

*Argynnis paphia* L. V vseh gozdnatih predelih precej pogostna vrsta. V višjih predelih Javornika tudi v polimorfni, a zelo redko, obliki ♀ f. *valesina* ESP.

*Mesoacidalia aglaja* L. Tudi tu eden najpogostnejših bisernikov.

*Fabriciana adippe* SCHIFF. Nekoliko redkejša vrsta. Le poredkoma dobimo f. *cleodoxa* O.

*F. — niobe* L. Pravtako razširjen in pogosten bisernik, ki je tu znan le v f. *eris* MEIG.

*Issoria lathonia* L. Migrant, ki pa je razmeroma redek.

*Brenthis hecate* SCHIFF. Zelo lokalno na nekaj mestih na gozdnih jasad v Menišiji.

*Brenthis daphne* SCHIFF. Južno-srednje evropska vrsta, tudi tu na termofilnih gozdnatih mestih.

*Clossiana euphrosyne* L. Široko razširjena in ne posebno pogostna.

*C. — dia* L. Zlasti po vseh kraških travnikih pogostna v treh generacijah.

*Melitaea cinxia* L. Značilen in povsod razširjen predstavnik kraških travnikov.

*M. — phoebe* SCHIFF. Tudi to južno-srednje evropsko vrsto, ki leta tu lokalno, dobimo v dveh generacijah.

*M. — didyma* ESP. Kot *M. cinxia* L. zelo izrazita vrsta kraških travnikov v dveh generacijah. Zelo varira, vendar je rasno pripadnost težko opredeliti.

*M. — diamina* LANG. Higrofilna vrsta razširjena lokalno po močvirnih in vlažnih travnikih.

*Mellicta athalia* ROTT. Zelo razširjena po vseh travnikih in jasad ter zelo pogostna.

*M. — aurelia* NICK. (*parthenie* BKH.) Enako pogostna in široko razširjena kot *M. athalia* ROTT.

*M. — britomartis* ASSM. Vzhodna vrsta, ki je tudi tu zelo lokalna na kraških travnikih Slivnice in Menišije.

*Euphydryas maturna* L. Lokalna povsod, tako tudi tu znana le iz redkega gozdnega območja v Menišiji.

*E. — aurinia* ROTT. Precej pogostna, vendar dokaj lokalna travniška vrsta.

### Satyridae

*Melanargia galathea* L. Posebno značilen metulj vseh travniških površin, ki je zelo pogosten. Zelo variira in so tudi od tu znane številne opisane forme kot f. *galene* O., ♀ f. *leucomelas* ESP. Vsa populacija pa pripada f. *procida* HERBST, kar daje tudi rasno karakteristiko te vrste.

*Hipparchia fagi* SCOP. Zelo lokalno na kserotermnih skalnih travnikih pri Cerknici.

*H.—semele* L. Tipična kraška rasa ssp. *cadmus* FRHST. je tudi tu po vseh skalnatih travnikih pogostna.

*Chasara briseis* L. Tudi ta petrofilna vrsta je značilen in pogosten predstavnik suhih skalnatih travnikov.

*Minois dryas* SCOP. Kot prejšnja tudi ta na suhih travnikih značilna in dokaj česta vrsta.

*Brintesia circe* F. Tipična vrsta redkih gozdov je tu povsod razširjena, a le lokalno pogostnejša.

*Arethusana arethusa* SCHIFF. Južna-srednje evropska vrsta, ki na kraških travnikih Menišije doseže v Sloveniji severno mejo razširjenosti in tu ni redka.

*Erebia ligea* L. Povsod v nekoliko višjih legah Slivnice, Javornikov in celo v Menišiji v gozdnih predelih.

*E.—euryale* ESP. Le v višjih predelih Snežnika nad 1400 m, kjer je precej pogostna. Primerki so konstantno manjši in populacija pripada lokalni izolirani rasi.

*E.—aethiops* ESP. Na nižinskih gozdnih jasah, še pogostnejša v vseh višjih predelih Javornikov in Slivnice.

*E.—medusa* SCHIFF. Po nižinskih kraških travnikih vendar le lokalno, v zelo značilni okati in predvsem večji obliki. V višjih legah nad 1000 m po travnikih in gozdnih jasah Slivnice in Javornikov v občutno manjši formi.

*Maniola jurtina* L. Eden od najpogostnejših in tudi tu razširjenih metuljev. Na termofilnih nižinskih predelih v delni drugi generaciji.

*Aphantopus hyperantus* L. Lokalno v grmovnatih predelih Menišije.

*Pyronia tithonus* L. Doslej je bila opažena le v sami okolici Cerknice.

*Coenonympha pamphilus* L. V več generacijah do pozne jeseni eden najpogostnejših metuljev po vseh travnikih.

*C. arcania* L. Povsod po grmičastih in gozdnih predelih.

*C.—glycerion* BKH. Lokalno po vlažnejših travnikih, še posebno višje po gozdnih jasah Slivnice in Javornikov.

*Pararge aegeria* L. ssp. *tircis* BUTLER (*egerides* STGR.). Po grmovnatih in gozdnih predelih v dveh generacijah.

*Lasiomata megera* L. Petrofilna in termofilna vrsta je povsod razširjena v dveh rednih in delni tretji generaciji.

*L.—maera* L. Tako kot prejšnja v dveh generacijah precej pogostna petrofilna vrsta.

*Lopinga achine* SCOP. Značilna vrsta redkih gozdnih in grmičevnatih predelov, vendar ni posebno pogostna.

### Nemeobiidae

*Hamearis lucina* L. V vseh grmovnatih predelih v dveh generacijah. Druga generacija je mnogo redkejša.

### Lycaenidae

*Thecla betulae* L. Zelo lokalno razširjena grmovnata vrsta in tudi redka.

*Quercusia quercus* L. Izključno na *Quercus* navezana vrsta, ki je zato precej razširjena po kraških predelih Menišije.

*Nordmannia acaciae* F. Redka kserotermna grmovnata vrsta.

N.— *ilicis* ESP. Pogostnejša vrsta, ki je tudi vezana na sestoje *Quercus-a.*

*Strymonidia spini* SCHIFF. Grmovnata (*Prunus*, *Rhamnus*, ...) vrsta, ki je lokalna in dokaj redka.

S.— *w album* KNOCH. Kot prejšnje, tudi grmovnata zelo lokalna in redka vrsta.

S.— *pruni* L. Lokalna redka vrsta, ki jo dobimo le kjer so hranilne rastline *Prunus* - vrste.

*Callophrys rubi* L. Zelo razširjena grmovnata vrsta, ki je redkejša v drugi generaciji.

*Lycaena phlaeas* L. Kserotermna vrsta, ki je zelo razširjena, vendar nikjer pogostna. Na termofilnih biotopih v treh generacijah, v višjih legah le v dveh.

L.— *dispar* HAW. ssp. *rutilus* WERNEBURG. Vzhodna, predvsem pa higrofilna vrsta. Tudi tu le lokalno na močvirnih travnikih okoli jezera v dveh generacijah. Zelo redka.

*Heodes virgaureae* L. Raztreseno povsod po travnikih bogatih na cvetju, vendar ni pogostna.

H.— *tityrus* PODA. Mnogo bolj pogostna in razširjena v dveh, na južnih toplih predelih celo v delni tretji generaciji.

*Palaeochrysopterus hippothoe* L. Le na močvirnih in vlažnih travnikih v dveh generacijah. Zato je lokalno razširjena, vendar ne redka.

*Syntarucus pirithous* L. Izrazita mediteranska vrsta, ki pa kot selec zaide tudi proti severu. Pri Cerknici smo jo nekajkrat opazovali.

*Everes argiades* PALL. Tudi ta modrin je zelo lokalno razširjen na vlažnejših travnikih ob jezeru.

*Cupido minimus* FUESSL. Povsod razširjena in pogostna vrsta, ki smo jo redno opazovali v treh generacijah.

*Celastrina argiolus* L. Grmovnata vrsta, ki ni posebno redka v dveh generacijah.

*Glaucopsyche alexis* PODA. Travniška vrsta gozdnih jas in robov. Razširjena povsod, tudi v višjih legah v eni sami generaciji.

*Maculinea alcon* SCHIFF. Zelo lokalna vrsta znana iz vlažnih gozdnih travnikov Menišije.

M.— *arion* L. Modrin suhih skalnatih predelov. Tu je izjemno lokalna in redek. Znan le z nekaj zelo omejenih področij kraških travnikov v Menišiji.

*Philotes vicrama* MOORE ssp. *schiffermülleri* HEMMING. Suhi kraški travniki, kjer rastejo hranilne rastline *Thymus* vrste so idealni biotop, vendar pa je ta vrsta redka. Najdemo jo v obeh generacijah.

*Scolitantides orion* PALL. Zelo lokalna in redka vrsta kserotermnih travnikov, tam kjer raste hranilna rastlina (*Sedum* vrste), v dveh generacijah.

*Plebejus argus* L. Travniška vrsta, ki je tu zelo razširjena in mestoma pogostna. V nižinah v dveh, višje (Javorniki), le v eni generaciji.

*Lycaeides idas* L. Mirmekofilna vrsta, ki je navezana na vrste mravelj (*Lasius niger* L., *Formica cinerea* MEYR. in *fusca* LAPR.) Zato zelo lokalno razširjena, vendar pogostna. Populacije opisovanega področja pripadajo izraziti kraški rasi ssp. *latolimbo* VREY. Leta v dveh generacijah.



*L.— argyrognomon* BRGSTR. Izredno lokalno razširjena mirmekofilna vrsta navezana na hranilne rastline *Coronilla* vrste. Našli smo jo le na nekaj mestih v obeh generacijah.

*Aricia agestis* SCHIFF. Dokaj lokalno (*Geranium* vrste) razširjena in ne posebno pogostna v dveh generacijah.

*Cyaniris semiargus* ROTT. Na vlažnejših in s cvetjem bogatih travnikih. V višjih predelih pogostnejša.

*Plebicula dorylas* SCHIFF. Izrazit predstavnik kraških kamenitih, pesknatih travniških biotopov. Povsod razširjen, vendar ne pogost. Tudi tu, razen v višjih legah, v dveh generacijah.

*P.— amanda* SCHN. Vrsta, ki je zadnja leta v močni ekspanziji, širi svoj areal proti zahodu, je bila šele pred dvema leti ujeta na gozdnih travnikih Snežnika in Javornikov v višinah med 800 in 1100 m.

*P.— thersites* CANT. Le lokalno (*Onobrychis* hranilna rastlina) po travnikih v dveh generacijah.

*Meleageria daphnis* SCHIFF. Na kserotermnih, termofilnih travnikih, a zelo lokalno in redko. Le v nekaj primerkih smo dobili temno obliko ♀ f. *steeveni* TR.

*Lysandra coridon* PODA. Najizrazitejši predstavnik družine modrinov kraških kamenitih in pesknatih terenov. Povsod je pogosten.

*L.— bellargus* ROTT. Povsod razširjen po travnikih in pogosten v dveh generacijah. Vmes je večkrat dobiti tudi modrikasto ♀ f. *ceronus* ESP.

Prav na opisovanem področju, zlasti v nižinskih predelih letata skupaj zelo številno obe vrsti tega rodu: *L. coridon* PODA in *L. bellargus* ROTT. Zato dobimo tu večkrat posamezne primerke križancev med obema vrstama f. *polonus* Z.

*Polyommatus icarus* ROTT. Najbolj razširjen, od nižin do najvišjih predelov, in najpogostnejši modrin. V dveh in večasih na termofilnih mestih še v tretji poznojesenski generaciji.

### Hesperiidae

*Pyrgus malvae* L. Povsod po travnikih, še posebno na močvirnih okoli jezera. Pogostna vrsta, ki leta v nižini v dveh generacijah.

*Pyrgus alveus* HBN. Povsod po travnikih, vendar nikjer pogost. V nižinah v dveh generacijah.

*P.— armoricanus* OBTH. Leta po suhih in termofilnih mestih. Le lokalno je pogostnejši zlasti v drugi generaciji.

*P.— serratulae* RBR. Zelo lokalno razširjena in redka vrsta, ki smo jo tu našli le v višjih (nad 1000 m) predelih Javornikov in Snežnika.

*P.— fritillarius* PODA. Tudi zelo lokalna in redka vrsta, ki smo jo tu opazili le na posameznih lokaliziranih mestih nižinskih kraških travnikov.

*Spialia sertorius* HEPMGG. Precej razširjen po vseh kserotermnih travnikih v dveh generacijah.

*Carcharodus alceae* ESP. Lokalna vrsta, ki je s hranilnimi rastlinami vezana na rastišča *Malva* - *Althaea* vrste; tu pa je pogostna v dveh generacijah.

*C.— flocciferus* ZELL. Še bolj lokalna vrsta (*Marrubium*-, *Stachys*-vrste) in tudi redka v obeh generacijah.

*Lavatheria lavatherae* ESP. Južna vrsta, katere hranilna rastlina je *Stachys recta* L. Pri Cerknici je eno severnejših nahajališč.

*Erynnis tages* L. Zelo razširjen in pogosten debeloglavec v dveh generacijah. Tudi v višjih predelih.

*Carterocephalus palaemon* PALL. Na gozdnih jasad, robovih, v grmovnatih predelih, vendar razmeroma redka vrsta.

*Thymelicus acteon* ROTT. Povsod po suhih travnatih predelih, vendar le mestoma pogostnejši.

*Th.*— *lineola* O. Prav tam kot *Th. actaeon* ROTT., vendar dosti bolj pogost.

*Th.*— *sylvestris* PODA. Povsod, tudi v višjih predelih na suhih mestih pogost.

*Hesperia comma* L. Izrazit predstavnik suhih apnenčastih tal. Zato je tu eden najbolj razširjenih in pogostnih vrst od nižin do najvišjih predelov.

*Ochlodes venatus* BREMMER & GREY. Prav tam kot prejšnja vrsta in tudi pogostna v dveh generacijah.

### HOROLOŠKI IN ZOOGEOGRAFSKI PREGLED

Kot sem že v uvodu poudaril, obravnavam le dnevnike (Diurna). To je bolj umetna, praktična sistematska skupina. Med Diurna uvrščamo razen pravih dnevnikov (*Rhopalocera*) tudi debeloglavce (*Hesperiidae*), ker so izraziti heliofilni metulji. Sicer pa uvrščamo to družino v naddružino *Hesperioidea*, ki pa v filogenetskem sistemu zavzema povsem drugo mesto v celotnem sistemu *Lepidoptero*v.

Dnevniko so v opisovanem področju dobro raziskani in je doslej ugotovljenih 121 vrst. Od vse poznane slovenske favne Diurna, ki šteje 182 vrst je to skoraj 70 %. Tolikšno število vrst dokazuje, da je favna zelo bogata, še posebej, če izvajamo izrazito mediteranske, alpinske in mnoge subalpinske vrste, ki jih tu ni in jih tudi ne moremo pričakovati. Iz tabelarnega pregleda po družinah je še lepše razviden kvalitativen odnos med slovensko in cerkniško favno:

Družina	Slovenija	Cerknica	%
<i>Papilionidae</i>	5	3	60
<i>Pieridae</i>	20	12	60
<i>Lybitheidae</i>	1	1	100
<i>Nymphalidae</i>	45	33	73
<i>Satyridae</i>	40	21	52
<i>Nemeobidae</i>	1	1	100
<i>Lycaenidae</i>	45	34	75
<i>Rhopalocera</i>	157	105	67
<i>Hesperiidae</i>	25	16	64
<i>Diurna</i>	182	121	66

Če ne upoštevamo obeh monospecifičnih družin, so ostale precej enakomerno zastopane. Nekoliko več je predstavnikov iz fam. *Nymphalidae* (73 %) in *Lycaenidae* (75 %), slabše pa *Satyridae* (53 %). Med slednjimi je zelo veliko alpskih in subalpskih vrst, zlasti v rodu *Erebia*, ki pa tu sploh ne morejo živeti.

Sestav favne dnevnikov po kriterijih horizontalne splošno evropske razširjenosti da zanimivo zoogeografsko sliko. Ta se kaže predvsem v dosti zastopanosti vseh razširjenostnih kategorij. Razumljivo je, da iz že prej omenjenih vzrokov odpadejo predvsem južnejši elementi (eu- in mediteranski), razen migrantov, tudi številni t. im. orientalni (s. str.) in atlantski. Tudi tipični arko- in boreoalpskih oz. severnoevropskih vrst ni. Pregledna tabela nam še najboljše ilustrira zoogeografsko horizontalno sliko:

#### I. Srednje do severno evropska razširjenost

<i>Nymphalidae</i>	4		
<i>Satyridae</i>	4		
<i>Lycaenidae</i>	2	10	8,3 %

#### II. Srednjeevropska razširjenost

<i>Pieridae</i>	1		
<i>Nymphalidae</i>	3		
<i>Satyridae</i>	1		
<i>Lycaenidae</i>	1		
<i>Hesperiidae</i>	3	9	7,5 %

#### III. Vseevropska razširjenost

<i>Papilionidae</i>	1		
<i>Pieridae</i>	7		
<i>Nymphalidae</i>	10		
<i>Satyridae</i>	2		
<i>Lycaenidae</i>	12		
<i>Hesperiidae</i>	6	38	31,6 %

#### IV. Južno - srednje evropska razširjenost

<i>Papilionidae</i>	1		
<i>Pieridae</i>	1		
<i>Nymphalidae</i>	3		
<i>Nemeobidae</i>	1		
<i>Satyridae</i>	3		
<i>Lycaenidae</i>	7		
<i>Hesperiidae</i>	4	20	16,5 %

#### V. Južno evropska razširjenost

<i>Pieridae</i>	1		
<i>Nymphalidae</i>	3		
<i>Lybitheidae</i>	1		
<i>Hesperiidae</i>	1	6	5,0 %

## VI. Južnovzhodno evropska razširjenost

Papilionidae	1		
Pieridae	1		
Nymphalidae	4		
Satyridae	2		
Lycaenidae	4		
Hesperiidae	1	13	10,8 %

## VII. Vzhodno - južno evropska razširjenost

Satyridae	4		
Lycaenidae	3		
Hesperiidae	1	8	6,6 %

## VIII. Vzhodno - srednje evropska razširjenost

Nymphalidae	2		
Satyridae	5		
Lycaenidae	4	11	9,2 %

## IX. Vzhodno evropska razširjenost

Pieridae	1		
Nymphalidae	3	4	3,3 %

## X. Srednje - zahodno evropska razširjenost

Hesperiidae	1	1	0,8 %
-------------	---	---	-------

Opisovano ozemlje Cerknice z okolico, ki ga zoogeografsko uvrščamo v kraško ali dinarsko regijo, ki pa tu skoraj meji na submediteransko in tudi predalpsko, premore zares pestro favno. Vedeti moramo, da to pogojujejo še nekateri drugi lokalni faktorji: tukajšnja orografska razgibanost in s tem povzročena lokalna mikroklima; geološki sestav, ki ustvarja na eni strani kserofilne in na južno eksponiranih pobočjih tudi izjemno termofilne biotope, po drugi strani pa omogoča zadrževanja voda in precej specifične hidrološke razmere, ki omogočajo stalno ali obdobjno razvoj mnogim higrofilnim vrstam. Tudi vegetacijski pokrov je odvisen od omenjenih faktorjev, od njega pa favna. Prevladujejo sicer gole kraške, precej kamenite, delno zagrmičene travniške površine. Vendar je v Cerkniški dolini tudi precej kulturnih površin, zlasti okoli naselij in na samem Cerkniškem polju. Veliko je tudi gozdnih površin mešanih gozdov, listavcev in največ iglavcev. Iz pregleda razvidimo, da prevladujejo vseevropsko razširjene vrste, ki jih je 38 (31,6 %). Tem bi lahko prišteli še 9 (7,5 %) srednjeevropskih vrst. Severnoevropskih predstavnikov ni. Sem bi lahko šteli le dve vrsti, ki ju nekateri zoogeografi smatrajo za boreoalpinski vrsti, *Erebia ligea* in *E. euryale*. Prehodnih, srednje- do severnoevropskih pa je 10 (8,3 %); karakteristične vrste so tu: *Limenitis populi*, *Melitaea diamina* ter že omenjeni vrsti *Erebia ligea* in *euryale*.

Na vsem območju, razen v višjih predelih, se zelo močno uveljavljajo južnejši elementi. Zato je veliko južno- do srednjeevropskih vrst, kar 20 (16,5 %),

od katerih je poudariti zlasti tiste, ki so že izrazitejši submediteranski elementi, kot npr. *Iphyclides podalirius*, *Colias croceus* (migrant), *Brenthis daphne*, *Issoria lathonia* (migrant) *Hamearis (Nemeobius) lucina*, *Melanargia galathea*, *Erebia aethiops*, *Pyronia tithonus*, *Strymonidia spini* in *S. pruni*, *Aricia agestis*, *Lycaeides argyrognomon*, *Plebicula thersites*, *Pyrgus armoricanus*, *Carcharodus alceae*, *Thymelicus acteon*.

Pravih južnih elementov, to je eu- in mediteranskih vrst je zelo malo. Od 6 (5 %) so prav vse razen *Pieris manni* migranti: *Vanessa atalanta* in *V. cardui*, *Polygonia egea*, *Lybithea celtis* in *Syntarucus porythous*.

Številčno močna je tudi skupina t. i. južnovzhodnoevropskih vrst, 13 (10,8 %), ki se prepleta s podobno vzhodnojužnoevropskih predstavnikov. Ti pa so že orientalni (s. lato) elementi in jih je 8 (6,6 %).

Med prvimi je poudariti prav za to območje značilne vrste: *Parnassius mnemosyne*, *Pontia daplidice* (migrant), *Limenitis reducta*, *Melitaea phoebe*, *Brenthis hecate*, *Erebia medusa*, *Nordmannia ilicis*, *Plebicula dorylas*, *Lysandra bellargus*, *L. corydon* in *Lavatheria lavatherae*. Od druge skupine vzhodnojužnoevropsko razširjenih vrst pa je omeniti: *Chazara briseis*, *Hyparchia fagi*, *Aretusana arethusa*, *Lasiommata megera*, *Nordmannia acaciae*, *Everes argiades*, *Meleageria daphnis* in *Carcharodus flocciferus*.

Pravih vzhodnih vrst je le malo, nekoliko več, vzhodnosrednjeevropskih 11 (9,2 %). Pomembnejše za našo favno so *Euphydryas maturna*, *Melitaea parthenie*, *Brintesia circe*, *Hipparchia semele*, *Aphantopus hyperantus*, *Lycaena dispar rutilus*, *Maculinea alcon*, *Plebicula amanda*.

Izrazito vzhodnoevropske vrste so le 4 (3,3 %); dve sta tudi tu zelo redki, čeprav sta migranta: *Colias hyale* in *Nymphalis xanthomelas*. Pogostnejši, čeprav le lokalno razširjeni pa sta *Neptis rivularis* in *Melitaea britomartis*.

Pravih zahodnih elementov je nasploh malo. Tudi v opisovani favni je le eden, ki ga uvrščamo med srednjezahodnoevropsko razširjene vrste *Spialia sertorius*, ki pa je precej razširjen.

Iz celotne zoogeografske analize horizontalne razširjenosti lahko ugotovimo, da najdemo na opisovanem področju skoraj vse glavne skupine poedinih širših evropskih regij. Raziskovano območje Cerknice in okolice v resnici leži na zanimivem zoogeografskem stičišču. Sami dnevniki tega ne ilustrirajo tako dobro, kot bi bilo to razvidno iz horološke slike vseh Lepidopterov, kar pa bo v nadaljevanju vsekakor potrebno in koristno storiti.

Vertikalni razširjenosti lepidopterske favne splošne orografske razmere raziskovanega ozemlja sicer ne dovoljujejo posebno veliko možnosti za kaj bolj pestro sliko. Vendar pa mejne, kar precejšnje višine Javornikov in Snežnika, pa tudi Slivnice, omogočajo prisotnost nekaj subalpinskih vrst. Montanske (incl. submontanske) pa so celo zelo številne.

Iz pregledne tabele razvidimo, da je montanskih vrst 12 (10,0 %). Iz družine Papilionidae je to *Parnassius mnemosyne*. Kot predstavnika družine Pieridae lahko štejemo sem bryonidne višinske oblike vrste *Pieris napi*. Nymphalidae zastopajo štiri vrste: *Melitaea phoebe*, *M. didyma*, *Fabriciana niobe* in *Mesoacidalia aglaja*; Satyridae le dve vrsti: *Erebia aethiops* in *Lasiommata maera*. Maculinea arion, Scolitandites orion in Plebicula amanda so iz družine Lycaenidae, iz družine Hesperidae pa *Pyrgus alveus*.

## Vertikalna razširjenost:

Družina	Montanska	Subalpinska
Papilionidae	1	
Pieridae	1	
Nymphalidae	4	
Satyridae	2	3
Lycaenidae	3	
Hesperiidae	1	1
	12 (10,0 %)	4 (3,3 %)

Subalpinske vrste so le štiri (3,3 %) in od teh so kar tri iz družine *Satyridae*: *Erebia medusa*, *E. ligea* in *E. euryale*. *Pyrgus serratalae* pa je iz družine *Hesperiidae*.

Analiza vertikalne razširjenosti dnevnih metuljev iz Cerknice z okolico pokaže, da prevladujejo v veliki meri nižinske predvsem celinske vrste. Dovolj razgiban teren predvsem pa večje gozdne površine, še posebno pa severno eksponirani gozdovi imajo ne glede na višino precej submontanskih oz. montanskih vrst. Teh je v skrajnih višinah, zlasti v Javornikih z delom Snežniškega pogorja, še več in so tudi pogostnejše.

Komaj dobre 3 % subalpinskih vrst je precej realno število, ki bi se nekoliko povečalo, če bi upoštevali v analizi vso lepidoptersko favno.

## Zusammenfassung

## DIE SCHMETTERLINGE VON CERKNICA UND SEINER UMGEBUNG

## I. Macrolepidoptera, Rhopalocera

Die Lepidopterenfauna von Cerknica und Umgebung ist sehr interessant. In unserer Zusammenfassung sind nur die Tagfalter (*Diurna*) inklusive *Hesperiidae* bearbeitet. 121 Arten, d. h. 67 % von 182 bisher in Slowenien registrierten Arten, sind hier festgestellt worden, was auf eine qualitativ sehr reiche Fauna hinweist.

Das beschriebene Sammelgebiet gehört zoogeographisch der breiteren Karst- bzw. Dinarischen Region an und liegt fast am Kontakt zwischen der Voralpinen und Submediterranen Region. Daher ist das Bild der horizontalen Verbreitung der Tagfalter dieses zwar kleinen Gebietes außergewöhnlich bunt und für die Kenntnis der Chorologie der slowenischen Lepidopteren sehr deutsam. Die über ganz Europa und Mitteleuropa verbreiteten Arten sind vorherrschend, doch kommen die südlicheren Elemente stark zur Geltung. Auch echte mediterrane Arten, vorwiegend Migranten, kommen hier vor. Ziemlich häufig sind südöstliche und weiterhin östliche Elemente mit südöstlichem Einschlag. Östliche (orientalische s. str.) Arten sind nur schwach vertreten

und noch geringer ist die Anzahl westlicher (atlantischer) Arten, was ja mit Rücksicht auf die geographische Lage dieses Gebietes verständlich ist.

Auch die orographischen Verhältnisse bedingen mit ziemlichen Höhen des Javornikizuges und teilweise auch des Notranjski Snežnik und der Slivnica eine ziemlich mannigfache vertikale Verbreitung. So wird die beschriebene Fauna durch ziemlich zahlreiche submontane und montane und sogar subalpine Arten bereichert.

Andere lokale, besonders geographische, geologische und andere Faktoren schaffen ein sehr heterogenes Vegetationsbild und lokale Mikrokimate (xerotherme, thermophile, hygrophile Biotope). Spezielle hydrologische Verhältnisse ermöglichen die Entwicklung vieler hygrophiler Arten.

### Literatura

- Carnelutti, J., Š. Michieli, 1955: Prispevek k favni lepidopterov Slovenije. Biološki vestnik 4, 43—55. Ljubljana.
- Carnelutti, J., Š. Michieli, 1960: II. prispevek k favni lepidopterov Slovenije. Biološki vestnik 7, 101—111. Ljubljana.
- Bartol, V., J. Carnelutti, Š. Michieli 1965: III. prispevek k favni lepidopterov Slovenije. Biološki vestnik 13, 69—75. Ljubljana.
- Carnelutti, J. 1971: IV. prispevek k favni lepidopterov Slovenije. Biološki vestnik 19, 169—180. Ljubljana.
- Forster, W., A. Wohlfahrt 1954: Die Schmetterlinge Mitteleuropas. Stuttgart.
- Hafner, J. 1909—1912: Verzeichnis der bisher in Krain beobachteten Großschmetterlinge. Carniola, Ljubljana.
- Hafner, J.: Izpopolnjeni seznam kranjskih metuljev (In literis).
- Michieli, Š. 1970: Zur lepidopterologischen Erforschung des südöstlichsten Alpen- und Voralpenraumes. Sonderdruck aus dem Jubiläumsjahrbuch 1900—1970, 35, 1—16. München.
- Seitz, A. 1905—1915: Die Großschmetterlinge der Erde. Stuttgart.
- Verity, R. 1940—1953: Le farfale diurne d'Italia. Firenze.

IHTIOLOŠKE RAZISKAVE  
CERKNIŠKEGA JEZERA

(Z 2 SLIKAMA)

ICHTHYOLOGICAL RESEARCHES OF THE CERKNIŠKO  
JEZERO (CERKNICA LAKE)

(WITH 2 FIGURES)

JOŽA VOVK



SPREJETO NA SEJI  
RAZREDA ZA PRIRODOSLOVNE VEDE  
SLOVENSKE AKADEMIJE ZNANOSTI IN UMETNOSTI  
DNE 19. OKTOBRA 1977

## VSEBINA

Izvleček — Abstract . . . . .	276 (4)
Uvod . . . . .	277 (5)
Metodika dela . . . . .	277 (5)
Opazovanje drstnih dob posameznih vrst rib . . . . .	279 (7)
Ihtiološka sestava populacije v Cerkniškem jezeru in Rakovem Škocjanu in in sorazmerje posameznih vrst rib . . . . .	281 (9)
Ugotovitev letnega prirasta posameznih vrst rib in njihove starostne strukture . . . . .	282 (10)
Pregledi vsebine želodcev in črevesja rib za ugotavljanje prehrane posameznih vrst rib . . . . .	289 (17)
Zaključki . . . . .	292 (20)
Ichthyological Researches of the Cerkniško jezero (Cerknica Lake) (Summary) . . . . .	294 (22)
Literatura . . . . .	299 (27)

**Izvleček**

UDK 597-15 (497.12-14)

**Vovk, Joža: Ihtiološke raziskave Cerknškega jezera. Acta carsologica 8, 273—299, Ljubljana, 1978, lit. 5.**

Cilj te študije je prikaz stanja ihtiofavne Cerknškega jezera pred poskusom stalnejše ojezeritve in zbrati osnovne podatke, ki bi služili za boljšo ekonomsko izrabo jezera. Material je bil lovljen v jezeru z aparatom za lov z elektriko, mreže in druga oprema pa so bili rabljeni po standardnih metodah. Rezultati raziskave so ugotavljanje časa in mesta drstenja v jezeru, sestava ribjih populacij, rast rib v posebnih razmerah jezera in sestava naravne hrane, s katero se hranijo ribe Cerknškega jezera.

**Abstract**

UDC 597-15 (497.12-14)

**Vovk, Joža: Ichthyological Researches of the Cerknško jezero (Cerknica Lake). Acta carsologica 8, 273—299, Ljubljana, 1978. Lit. 5.**

The aim of this study was to show the state of ichthyofauna of Cerknica Lake before the trial action which would assure more constant water to the lake will take place and to collect basic data which will be of use to the fishery for better economisation of the lake.

Material fished from the lake with electrofishing apparatus, nets and tackles was treated by standard methods.

Results of the research:

Time and place spawning in Cerknica Lake, composition of ichthyologic population in Cerknica Lake, rate of growth of specific kinds of fish in Cerknica Lake composition of natural food that specific kinds of fish in Cerknica Lake feed themselves with.

**Naslov — Adress:**

Joža Vovk

Zavod za ribištvo,

Župančičeva 9

61000 Ljubljana, Jugoslavija

## UVOD

V okviru »Naravoslovnih raziskav Cerknškega jezera« je bil Zavod za ribištvo zadolžen, da opravi ihtiološke raziskave. Cilj raziskav je bil ugotovitev stanja pred trajnejšo ojezeritvijo, ki je predvidena v Cerknškem jezeru.

Cerkniško jezero in ribolov v njem je podrobneje opisal že Valvasor. Od takrat pa do danes je bilo objavljenih že mnogo del, ki opisujejo ta zanimiv kraški fenomen. Niti eno od teh del pa ne govori o sistematski pripadnosti ihtiofavne Cerknškega jezera, niti ne daje slike vrstnega sestava ribje populacije, niti vsaj aproksimativnih kvantitetnih odnosov števila osebkov posameznih vrst rib v tem interesantnem ribolovnem in ribolovno-turističnem objektu.

V nam dostopni literaturi nismo našli nikakršnih podatkov o drstitvi rib v jezeru, o razvrstitvi ihtiofavne, o tempu rasti rib ali o sestavi prirodne hrane rib v Cerknškem jezeru. Zaradi tega nam je bila onemogočena vsakršna primerjava dobljenih rezultatov.

## METODIKA DELA

V okviru naravoslovnih raziskav Cerknškega jezera je bil predviden tale program:

- opazovanje drstnih dob posameznih vrst rib;
- odlov rib ob ugodnem vodostaju v Cerknškem jezeru in v Rakovem Škocjanu;
- ugotovitev sestave ihtioloških populacij in sorazmerja posameznih vrst rib;
- ugotovitev letnega prirasta posameznih vrst rib in njihove starostne strukture;
- pregledi želodcev in črevesja rib za ugotavljanje naravne prehrane posameznih vrst rib.

Povedati moramo, da je bil program dela postavljen zelo na široko, njegova izvršitev pa je morala biti skržena zaradi zelo zmanjšanih finančnih sredstev. Predvsem so že po prvem letu raziskav morala popolnoma odpasti dela v Rakovem Škocjanu.

Opazovanje drsti rib je vršil honorarni ribiški čuvaj. Odlove v Cerknškem jezeru smo vršili v času od leta 1968 do 1973 večkrat in to na sledečih lokacijah:

- v Črnih mlakah;
- v Strženu od mostu pri vasi Gornje Jezero navzgor do izvirov Obrha;
- pri Leviščih;
- ob Goričici od mostu do jame Sitarice;
- pod mostom pri vasi Gornje Jezero in nad njim;

v Kamnem viru;

v Strženu pod dotokom Lepsenjšče.

V Rakovem Škocjanu smo izvršili odlov rib samo enkrat v letu 1969 in to v njegovem srednjem toku.

Odlov rib je bil izvršen z elektroagregatom in tudi z mrežami. Lovili smo iz čolna. Za preglede želodcev in črevesja rib smo lovili tudi s trnkom.

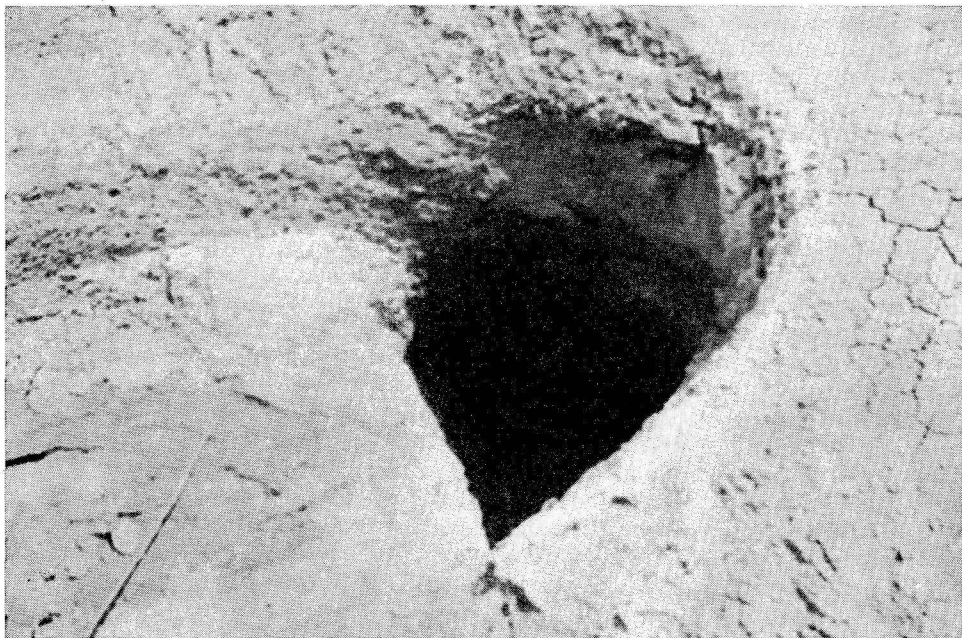
Starost rib smo ugotavljali po luskah. Luske smo nabirali s sredine boka ribe pod hrbtno plavutjo in tudi pod pobočnico. Vsaki ribi smo odvzeli 10—15 komadov lusk. Samo pri menku smo starost določali oziroma cenili po podatkih iz literature z ozirom na totalno dolžino telesa in telesno težo (po Bauchu 1961).

Pri obdelavi smo vedno upoštevali totalno dolžino telesa in težo cele ribe.

Analize vsebine želodcev in črevesja rib smo izvršili na 465 primerkih različnih vrst rib. Kjer je stopnja prebave dopuščala, smo izvršili determinacijo



Sl. 1. Reševanje rib ob presihanju Cerknškega jezera



Sl. 2. Požiralnik v Rešetih

organizmov in ugotovili število najdenih organizmov. Material ni bil pregledan svež, ampak je bil prej fiksiran v 4 % formalinu in nato analiziran v laboratoriju.

### OPAZOVANJE DRSTNIH DOB POSAMEZNIH VRST RIB

Opazovanje drsti je vršil honorarni ribiški čuvaj. Delo pa ni potekalo ves čas kot je bilo predvideno. Navajamo podatke, ki smo jih uspeli zbrati v teku dela:

Ščuka se drsti v Cerknškem jezeru v mesecu marcu in aprilu. Drst prične navadno okrog 20. marca in traja približno do 25. aprila. Če so pogoji ugodni, to se pravi, če je voda razlita povsem jezeru, se ščuka drsti vedno v istih predelih jezera. V primeru nizke vode se drst pomakne v spodnji del jezera. Če pa jezero v tem času odteče in se voda umakne v jezersko strugo Stržen, se ščuke zdrstijo v Strženu.

Ščuka odlaga svoje lepljive ike na vodno rastlinje in tu ostane obešen nekaj časa po izvalitvi tudi zarod. Zato je predpogoj za normalno drst v Cerknškem jezeru, da je voda razlita od meseca marca pa do začetka meseca maja. V tem času se zarod ščuke že toliko razvije, da se lahko v primeru upadanja vode umakne v jezersko strugo. Če voda upade prehitro, ostanejo ike ali zarod na suhem in drst je za tisto leto propadla. Drst se slabo konča tudi v primeru, če ščuke odlože ike v Strženu, kajti druge ribe požro ogromno iker.

Uspešna drst ščuke v Cerknškem jezeru je torej odvisna predvsem od ugodnega vodostaja, to se pravi od primernih padavin in taljenja snega v spomladanskem času. Začetek in potek drsti pa je seveda odvisen tudi od temperature vode.

V letu 1969 se je drst ščuke malo zakasnila tako, da je pričela po 20. marcu. Opazovana je bila pri Leviščih, okrog Tresenca in pri Ponikvi proti Martinjaku in v Zadnjem kraju.

Za leto 1970 za drst nimamo podatkov.

V letu 1971 je drst ščuke zelo dobro uspela. Začetek drsti se je zakasnil za približno 14 dni, ker je bila voda mrzla. Tako je pričela drst šele v mesecu aprilu. V času drsti je bil vodostaj ugoden (voda je naraščala), zato je drst dobro uspela in je ostalo ogromno zaroda. Drugi val drsti je pričel približno 14 dni pozneje in je tudi dobro uspel, ker je bil ugoden vodostaj. Drst je bila opazovana v Zadnjem kraju, v Lužarski kljuki in v Rešetih.

Tudi v letu 1972 je ob ugodnem vodostaju drst popolnoma uspela.

V letu 1973 se je drst zakasnila za 10 dni. Sam potek drsti t. j. odlaganje iker, je v redu uspelo, potem pa je ogromno zaroda propadlo, ker je voda prehitro upadla in je zarod ostal na suhem. Drst je bila opazovana okoli Levišč.

Klen se drsti v Cerknškem jezeru običajno okrog 20. junija. Drstišča so pri mostu pri vasi Gorenje Jezero. če je voda dovolj visoka pa tudi pri mostu proti Cerknici v spodnjem delu jezera. Za leto 1969 in 1970 za drst klena nimamo podatkov.

V letu 1971 se je drst klenov zakasnila skoraj za mesec dni. Opazovana je bila 29. julija ponoči in sicer pri mostu pri vasi Gorenje Jezero. V spodnjem delu jezera pa se je klen drstil po poplavljenem nasipu ceste ob Goričici, v Vodonosu in v Nartah. V letu 1971 je bila drst klena uspešna.

Za leto 1972 nimamo podatkov.

V letu 1973 se je drst klena zakasnila za mesec dni. Uspeh drsti ni bil dober, ker je kmalu začela upadati voda.

Linji se drstijo v Cerknškem jezeru v mesecu juliju. Držijo se v tropih in nimajo stalnih drstišč.

Menek se drsti v Cerknškem jezeru v mesecu decembru. Drsti se v Rešetu in okoli Nart.

Za ostale vrste rib iz Cerknškega jezera nam podatkov o času in kraju drsti ni uspelo dobiti.

Primerjava podatkov, ki smo jih zbrali o času drsti za posamezne vrste rib v Cerknškem jezeru s tistimi iz literature nam ne pokaže nobenih posebnih razlik. Tako navaja literatura za ščuko čas drsti med februarjem in majem (Heckel 1858; Bauch 1961), za klena med aprilom in junijem (Bauch 1961), za linja maj, junij in julij (Heckel 1858; Bauch 1961) in za menka od novembra do februarja (Bauch 1961; Heckel 1858). Prekoračitve teh terminov smo opazili le pri kleni v letu 1971 in v letu 1973, ko se je njegova drst zakasnila oziroma zavlekla po opazovanjih skoraj za mesec dni preko določenega časovnega intervala.

Začetek drsti oziroma začetek odlaganja iker je odvisen predvsem od določene temperature vode v tistem času, ki jo imenujemo drstno temperaturo. Če se temperatura vode zniža pod to mero, se drst prekine in nastopi zopet, ko se temperatura dvigne do potrebne višine. Ker podatkov o nihanju tempe-

rature v teku leta na Cerknškem jezeru ni bilo mogoče dobiti, tudi nismo mogli ugotoviti, če je bila temperatura vode vzrok za zakasnitev drsti pri kleni ali pa so bili vzroki zato drugi. Zato bi bile pač potrebne bolj podrobne raziskave.

### IHTIOLOŠKA SESTAVA POPULACIJE V CERKNŠKEM JEZERU IN RAKOVEM ŠKOCJANU IN SORAZMERJE POSAMEZNIH VRST RIB

Pri izlovih v letih 1968—1973 smo v Cerknškem jezeru našli naslednje vrste rib:

#### Cyprinidae

klen — *Leuciscus cephalus* (Linnaeus) 1758

linj — *Tinca tinca* (Linnaeus) 1758

pisanec — *Phoxinus phoxinus* (Linnaeus) 1758

rdečeperka — *Scardinius erythrophthalmus* (Linnaeus) 1758.

#### Esocidae

ščuka — *Esox lucius* Linnaeus 1758.

#### Cottidae

kapelj — *Cottus gobio* Linnaeus 1758.

#### Gadidae

menek — *Lota lota* (Linnaeus) 1758.

Po podatkih ribičev živi v Cerknškem jezeru tudi klenič (*Leuciscus leuciscus*), vendar ga pri odlovih nismo dobili. Ribiška družina Cerknica je v spodnji del jezera vložila tudi krapa (*Cyprinus carpio*). Tudi te vrste pri odlovih nismo zajeli.

Leta 1969 je Ribiška družina Cerknica vložila v pritok jezera Cerknšičico rdečeperko (*Scardinius erythrophthalmus*), ki se je od tam razširila tudi v jezero, kjer pa smo jo zajeli šele v letu 1973.

V letih 1968—1973 smo pri izlovih na različnih lokacijah Cerknškega jezera zajeli skupno 1806 primerkov različnih vrst rib. Sorazmerje posameznih vrst je bilo naslednje:

Vrsta ribe	% sestav (po komadih)
<i>Leuciscus cephalus</i>	15,2
<i>Tinca tinca</i>	21,8
<i>Phoxinus phoxinus</i>	0,6
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	7,2
<i>Esox lucius</i>	40,4
<i>Cottus gobio</i>	6,8
<i>Lota lota</i>	8,0



Medsebojni odnosi posameznih vrst rib, ki smo jih ugotovili v sestavu ihtiofavne Cerkniškega jezera so različni z ozirom na to, da je vsaka ribja vrsta v procesu svojega razvoja prilagojena na določene pogoje okolja, razmnoževanja in prehrane, da prenaša določena kolebanja temperature vode, množine kisika, pH idr. V zavisnosti od vseh teh pogojev okolja pride do določene razvrstitve ihtiofavne. Sorazmerje posameznih vrst rib je podano na podlagi več izlovov v teku več let in na različnih lokacijah in v različnih časovnih obdobjih. Zato smatramo, da podana slika sorazmerja posameznih vrst rib za Cerkniško jezero kot celota ustreza dejanskemu stanju v navedenem obdobju.

Po številu osebkov je najbolj množično zastopana ribja vrsta v Cerkniškem jezeru ščuka — *Esox lucius* (40,4 %). Do istega rezultata smo prišli na vseh lokacijah jezera in v vseh časovnih razdobjih. Linj — *Tinca tinca* je zastopan z 21,8 %, klen — *Leuciscus cephalus* pa s 15,2 %. Vse ostale vrste rib nastopajo le v manjšem številu.

Omeniti moramo rdečerepko — *Scardinius erythrophthalmus*, ki se je v razmeroma kratkem času kar precej razmnožila v jezeru (7,2 %). Vložena je bila leta 1969 v pritok jezera Cerkniščico in se je od tam razširila v samo jezero. Življenjski pogoji v jezeru ji očitno ustrezajo, in se je bati, da se bo preveč razmnožila (kar se je do leta 1975 tudi resnično zgodilo; op. avtorja). Še posebej, ker kot hrana za ščuko ni interesantna (glej prehrana rib), sicer pa nima nobenega gospodarskega pomena.

Izlov v Rakovem Škocjanu smo izvršili samo enkrat leta 1969 in sicer v njegovem srednjem delu, kjer je dostop do vode mogoč. Rezultat izlova je bil 35 komadov rib, ki spadajo v sledeče skupine:

#### **Cyprinidae**

klen — *Leuciscus cephalus* (Linnaeus) 1758.

#### **Esocidae**

ščuka — *Esox lucius* Linnaeus 1758.

Procentni sestav najdenih vrst rib pa je naslednji:

*Leuciscus cephalus* 76 %

*Esox lucius* 24 %

Ti podatki temeljijo na enem samem izlovu rib in jih lahko zato smatramo samo kot informativne rezultate.

### **UGOTOVITEV LETNEGA PRIRASTA POSAMEZNIH VRST RIB IN NJIHOVE STAROSTNE STRUKTURE**

Material, ki nam je služil za ugotavljanje starosti in rasti rib v Cerkniškem jezeru je obsegal 1806 primerkov različnih vrst rib. Gre za razmeroma dovolj obsežen material za uspešno obdelavo. Izhaja od izlovov, ki smo jih vršili v času od leta 1968 do 1973.

Težinsko in dolžinsko rast rib bomo prikazali s pomočjo podatkov direktnih merjenj težine in totalne dolžine telesa vseh rastnih stopenj, ki so bile zastopane v obdelanem materialu. Podali bomo srednje vrednosti teže (v gr) in

totalne dolžine (v cm) za posamezne starostne grupe posameznih vrst rib. Za starostne grupe z majhnim številom primerkov moramo srednje vrednosti vzeti sicer z določeno rezervo, posebno še vrednosti teže, kajti individualna variiranja so pri teži še večja kot pri dolžini. Starostnih grup z enim samim osebkom pa v obdelavi nismo upoštevali.

Starostne grupe podajamo od 0<sup>+</sup> navzgor (1<sup>+</sup>, 2<sup>+</sup>, 3<sup>+</sup> itd.) t. j. od prvega leta življenja naprej.

Dolžinsko in težinsko rast posameznih vrst rib bomo prikazali s pomočjo absolutnega in relativnega prirasta izraženega v cm, odnosno v gr in procentih.

Tabela 1. Dolžinska rast ščuke (*Esox lucius* L.) iz Cerknškega jezera

Starostna grupa	Število osebkov	Totalna dolžina telesa v cm	Absolutni prirast v cm	Relativni prirast v %
0 <sup>+</sup>	409	13,7	8,1	59,1
1 <sup>+</sup>	207	21,8	6,2	28,4
2 <sup>+</sup>	76	28,0	7,5	26,8
3 <sup>+</sup>	11	35,5	28,0	78,9
4 <sup>+</sup>	21	63,5	14,5	22,8
5 <sup>+</sup>	2	78,0		

V vzorcu so bile zastopane starostne grupe od 0<sup>+</sup> do 5<sup>+</sup>. Poleg teh smo v ulovljenem materialu dobili še en komad ščuke starostne grupe 6<sup>+</sup>, ki je imela telesno težo 660 gr in telesno dolžino 42,5 cm in komad ščuke s telesno težo 2300 gr in dolžino telesa 71 cm. Zaradi dekadence prvega primera teh dveh osebkov nismo upoštevali v obdelavi. Poleg tega smo zajeli še en komad ščuke starostne grupe 9<sup>+</sup> s težo 8025 gr in dolžino 105 cm. Tudi tega primerka za izračun prirasta nismo upoštevali.

Kakor je razvidno iz tabele 1, doseže ščuka največji prirast dolžine med četrtilim in petim letom življenja (rel. 78,9 %), močno prirašča pa tudi med prvim in drugim letom življenja (rel. 59,1 %). Najmanjši prirast dolžine telesa doseže ščuka med petim in šestim letom življenja (rel. 22,8 %). Do zmanjšane rasti pride tudi med drugim in tretjim in med tretjim in četrtilim letom življenja.

Tabela 2. Težinska rast ščuke (*Esox lucius* L.) iz Cerknškega jezera

Starostna grupa	Število osebkov	Teža telesa v gr	Absolutni prirast v gr	Relativni prirast v %
0 <sup>+</sup>	409	26,1	82,3	315,3
1 <sup>+</sup>	207	108,4	80,1	73,9
2 <sup>+</sup>	76	188,5	248,1	131,6
3 <sup>+</sup>	11	436,6	1544,9	353,9
4 <sup>+</sup>	21	1981,5	2018,5	101,8
5 <sup>+</sup>	2	4000,0		

Tudi prirast teže telesa pri ščuki je največji med četrtim in petim letom življenje (rel. 353,9 %) t. j. med starostno grupo 3<sup>+</sup> in 4<sup>+</sup>. Nekoliko manjši je prirast teže med prvim in drugim letom življenja (rel. 315,3 %). Od drugega leta življenja prirast upada do četrtega, ko močno naraste in nato že v naslednjem letu zopet močno upada.

Tabela 3. Dolžinska rast klena (*Leuciscus cephalus* [L.]) iz Cerknškega jezera

Starostna grupa	Število osebkov	Totalna dolžina telesa v cm	Absolutni prirast v cm	Relativni prirast v %
0 <sup>+</sup>	12	7,5	6,9	92,0
1 <sup>+</sup>	105	14,4	4,8	33,3
2 <sup>+</sup>	10	19,2	3,1	16,1
3 <sup>+</sup>	25	22,3	6,7	30,0
4 <sup>+</sup>	15	29,0	7,0	24,1
5 <sup>+</sup>	29	36,0	6,6	18,3
6 <sup>+</sup>	26	42,6	7,4	17,3
7 <sup>+</sup>	21	50,0	0,5	1,0
8 <sup>+</sup>	21	50,5	5,0	9,9
9 <sup>+</sup>	11	55,5		

V vzorcu so bile zastopane starostne grupe od 0<sup>+</sup> do 9<sup>+</sup>. Iz tabele 3. je razvidno, da klen v Cerknškem jezeru po dolžini najmočneje prirašča med prvim in drugim letom življenja (rel. 92 %), nato rast postopoma upada do četrtega leta, ko pride zopet do občutnega povečanja rasti (rel. 30 %). Od petega leta naprej pa rast klena s starostjo zopet počasi upada.

Tabela 4. Težinska rast klena (*Leuciscus cephalus* [L.]) iz Cerknškega jezera

Starostna grupa	Število osebkov	Teža telesa v gr	Absolutni prirast v gr	Relativni prirast v %
0 <sup>+</sup>	12	18,8	21,7	115,4
1 <sup>+</sup>	105	40,5	86,1	212,6
2 <sup>+</sup>	10	126,6	34,7	27,4
3 <sup>+</sup>	25	161,3	175,5	108,8
4 <sup>+</sup>	15	336,8	205,9	61,1
5 <sup>+</sup>	29	542,7	244,0	44,9
6 <sup>+</sup>	26	786,7	320,3	40,7
7 <sup>+</sup>	21	1107,0	93,0	8,4
8 <sup>+</sup>	21	1200,0	90,0	7,5
9 <sup>+</sup>	11	1290,0		

V vzorcu so bile zastopane starostne grupe od 0<sup>+</sup> do 9<sup>+</sup>. Prirast teže telesa pri klenu v Cerkniškem jezeru je največja med drugim in tretjim letom življenja (rel. 212,6 ‰), nekoliko manjši je med prvim in drugim letom življenja (rel. 115,4 ‰). Večji porast teže nastopi zopet med četrtem in petim letom življenja (rel. 108,8 ‰), od tu dalje pa pride do postopnega upadanja teže.

V tabeli 5 je prikazan dolžinski prirast linja. V vzorcu so bile zastopane starostne grupe od 0<sup>+</sup> do 5<sup>+</sup>. Dolžinski prirast linja je največji med prvim in drugim letom življenja (rel. 158,6 ‰). Med drugim in tretjim letom pride do zastoja rasti (rel. 21,3 ‰), v naslednjih dveh letih pa zopet naraste. Med petim in šestim letom življenja se prirast dolžine zopet zmanjša (rel. 21,8 ‰).

Tabela 5. Dolžinska rast linja (*Tinca tinca* [L.]) iz Cerkniškega jezera

Starostna grupa	Število osebkov	Totalna dolžina telesa v cm	Absolutni prirast v cm	Relativni prirast v ‰
0 <sup>+</sup>	194	2,9	4,6	158,6
1 <sup>+</sup>	79	7,5	1,6	21,3
2 <sup>+</sup>	43	9,1	4,7	51,6
3 <sup>+</sup>	43	13,8	7,7	55,8
4 <sup>+</sup>	21	21,5	4,7	21,8
5 <sup>+</sup>	7	26,2		

Tabela 6. Težinska rast linja (*Tinca tinca* [L.]) iz Cerkniškega jezera

Starostna grupa	Število osebkov	Teža telesa v gr	Absolutni prirast v gr	Relativni prirast v ‰
0 <sup>+</sup>	194	0,7	5,9	842,8
1 <sup>+</sup>	79	6,6	12,9	195,4
2 <sup>+</sup>	43	19,5	43,1	221,0
3 <sup>+</sup>	43	62,6	197,4	315,3
4 <sup>+</sup>	21	260,0	221,7	85,3
5 <sup>+</sup>	7	481,7		

V tabeli 6 je prikazana težinska rast linja. V vzorcu so bile zastopane starostne grupe od 0<sup>+</sup> do 5<sup>+</sup>. Največji prirast na teži pri linju nastopi med prvim in drugim letom življenja (rel. 842,8 ‰). Med drugim in tretjim letom življenja se prirast občutno zmanjša (rel. 195,4 ‰), nato pa zopet narašča in pride med četrtem in petim letom zopet do večjega porasta teže (rel. 315,3 ‰). V naslednjem letu rasti pa se prirast zelo zmanjša.

Tabela 7. Dolžinska rast menka (*Lota lota* [L.]) iz Cerkniškega jezera

Starostna grupa	Število osebkov	Totalna dolžina telesa v cm	Absolutni prirast v cm	Relativni prirast v %
0+	58	10,3	5,6	54,3
1+	28	15,9	3,4	21,4
2+	25	19,3	8,6	44,5
3+	19	27,9	7,3	26,2
4+	9	35,2	3,7	10,5
5+	4	38,9		

Kot smo že v začetku elaborata omenili, smo starost pri menku določali oziroma ocenili po podatkih iz literature z ozirom na totalno dolžino telesa in telesno težo (po Bauchu 1961). Tabela 7 prikazuje dolžinsko rast menka. V vzorcu so bile zastopane starostne grupe od 0<sup>+</sup> do 5<sup>+</sup>. Iz tabele je razvidno, da je dolžinski prirast menka največji med prvim in drugim letom življenja (rel. 54,3 %), med drugim in tretjim letom pride do zastoja (rel. 21,4 %). Do večjega porasta dolžine pride zopet med tretjim in četrtem letom življenja (rel. 44,5 %), po tem letu pa prirast počasi upada.

Tabela 8. Težinska rast menka (*Lota lota* [L.]) iz Cerkniškega jezera

Starostna grupa	Število osebkov	Teža telesa v gr	Absolutni prirast v gr	Relativni prirast v %
0+	58	11,5	24,2	210,4
1+	28	35,7	24,5	68,6
2+	25	60,2	128,9	214,1
3+	19	189,1	95,9	50,7
4+	9	285,0	108,7	38,1
5+	4	393,7		

V tabeli 8 je prikazana težinska rast menka. V vzorcu so bile zastopane starostne grupe med 0<sup>+</sup> do 5<sup>+</sup>. Menek doseže razmeroma velik prirast na teži med prvim in drugim letom življenja (rel. 210,4 %), med drugim in tretjim letom pride do zastoja (rel. 68,6 %), največji prirast pa doseže menek med tretjim in četrtem letom življenja (rel. 214,1 %). V naslednjih letih pride do postopnega upadanja.

V ulovljenem materialu smo zajeli še en komad menka, katerega starostne grupe nismo mogli določiti, ker v literaturi ni bilo podatkov. Primerek je tehtal 520 gr in je bil dolg 81 cm.

Tabela 9. Dolžinska rast rdečeperke (*Scardinius erythrophthalmus* [L.]) iz Cerkniškega jezera

Starostna grupa	Število osebkov	Totalna dolžina telesa v cm	Absolutni prirast v cm	Relativni prirast v %
1+	80	4,4	5,1	115,9
2+	21	9,5	3,2	33,6
3+	24	12,7	1,7	13,4
4+	2	14,4	2,1	14,3
5+	2	16,5		

V tabeli 9 je prikazana dolžinska rast rdečeperke. V vzorcu so bile zastopane starostne grupe od 1<sup>+</sup> do 5<sup>+</sup>. Rdečeperka po dolžini močno prirašča med drugim in tretjim letom življenja (rel. 115,9 %), nato pa prirast postopoma upada. Starostne grupe 0<sup>+</sup> v ulovljenem materialu nismo dobili.

V tabeli 10 je prikazana težinska rast rdečeperke. V vzorcu so zastopane starostne grupe od 1<sup>+</sup> do 5<sup>+</sup>. Tudi težinski prirast rdečeperke je največji med drugim in tretjim letom življenja (rel. 771,4 %), nato pa počasi upada. Starostne grupe 0<sup>+</sup> v ulovljenem materialu nismo dobili.

Tabela 10. Težinska rast rdečeperke (*Scardinius erythrophthalmus* [L.]) iz Cerkniškega jezera

Starostna grupa	Število osebkov	Teža telesa v gr	Absolutni prirast v gr	Relativni prirast v %
1+	80	1,4	10,8	771,4
2+	21	12,2	16,8	137,7
3+	24	29,0	21,0	72,4
4+	2	50,0	21,0	42,0
5+	2	71,0		

Vrednosti procentualnega težinskega prirasta so pri vseh vrstah rib precej večje kot odgovarjajoče vrednosti dolžinskega prirasta. To nam kaže, da je tempo težinskega priraščanja mnogo intenzivnejši od tempa dolžinske rasti. To je tudi razumljivo, kajti pri merjenju linearne rasti ne jemljemo v obzir rasti ribe v debelino.

Material, ki smo ga obdelali v tem poglavju vsebuje primerke, ki so stari od 0<sup>+</sup> do 5<sup>+</sup>, pri klenu do 9<sup>+</sup>. Ta material nam je dal možnost, da analiziramo rast rib v Cerkniškem jezeru predvsem v prvi fazi post embrionalne rasti t. j. do pojava spolne zrelosti in za čas tik po nastopu spolne zrelosti t. j. za začetek druge faze postembrionalne rasti.

Iz obdelanega materiala je razvidno, da imamo pri vseh vrstah rib iz Cerkniškega jezera največje priraste (dolžinske in težinske) med prvim in drugim letom življenja. Med drugim in tretjim ali tudi med tretjim in četrtem

letom življenja pride do zastoja rasti, kar verjetno lahko povežemo z nastopom spolne zrelosti. Po tem obdobju pride zopet do povečanega prirasta (ki je posebno močno izražen pri ščuki), ki pa začne s starostjo upadati.

Z ozirom na prirast posameznih vrst rib je sigurno najbolj perspektivna riba Cerkniškega jezera ščuka, ki je tudi sicer v ribji populaciji jezera najbolj množično zastopana. Ščuka dosega največje absolutne priraste tako v teži kot v dolžini telesa. Saj dosežejo ščuke v Cerkniškem jezeru v šestem letu življenja težo 4000 gr in dolžino 78 cm. Absolutni prirast na teži med petim in šestim letom življenja znaša kar 2018,5 gr. Takih prirastov ne dosega nobena druga ribja vrsta v Cerkniškem jezeru. Zato moramo smatrati ščuko gospodarsko in turistično kot najpomembnejšo in vodilno ribjo vrsto na tem področju in jo kot tako tudi obravnavati v ribiškem upravljanju oziroma gospodarjenju s Cerkniškim jezerom.

V Rakovem Škocjanu smo izlov rib izvršili samo enkrat. Rezultat izlova je bil 35 primerkov različnih vrst rib.

Ker je število ulovljenih primerkov majhno in niti nismo dobili vseh starostnih grup za posamezne vrste rib, podajamo le srednje vrednosti tež in totalnih dolžin telesa (tabeli 11 in 12).

Tabela 11. Ščuka (*Esox lucius* L.) iz Rakovega Škocjana

Starostna grupa	Število osebkov	Totalna dolžina telesa v cm	Teža telesa v gr
1+	4	14,3	37,5
2+	1	16,5	45,0
3+	1	35,0	320,0
4+	1	38,0	400,0
5+	1	44,0	570,0

Tabela 12. Klen (*Leiuciscus cephalus* [L.]) iz Rakovega Škocjana

Starostna grupa	Število osebkov	Totalna dolžina telesa v cm	Teža telesa v gr
0+	3	5,6	—
2+	1	17,0	50,0
4+	2	20,3	107,5
7+	2	28,7	325,0
8+	2	31,7	390,0
9+	2	37,0	640,0
11+	4	38,2	690,0
12+	5	40,3	810,0
13+	1	39,0	750,0
14+	6	60,1	1006,6

Na podlagi tako majhnega števila primerkov sicer ne moremo izvajati nikakih zaključkov, vendar nam primerjava vrednosti dolžin in teže telesa istega letnika iz Cerkniškega jezera in Rakovega Škocjana daje domnevati, da ščuka v Cerkniškem jezeru bolj intenzivno raste kot pa v Rakovem Škocjanu.

Tudi pri klenu nam en sam izlov v Rakovem Škocjanu ni dal zastopnikov vseh starostnih grup. Tudi število primerkov je premajhno, da bi lahko izvajali zaključke. Na podlagi primerjave vrednosti dolžin in teže telesa istih letnikov klena iz Cerkniškega jezera in Rakovega Škocjana lahko le domnevamo, da je tudi prirast klena v Cerkniškem jezeru večja kot v Rakovem Škocjanu.

### **PREGLEDI VSEBINE ŽELODCEV IN ČREVESJA RIB ZA UGOTAVLJANJE PREHRANE POSAMEZNIH VRST RIB**

V letih 1968—1973 je bilo v celoti analiziranih 465 primerkov želodcev in črevesja rib iz Cerkniškega jezera. Od tega je bilo 356 ščuk, 18 linjev, 44 klenov in 47 menkov.

V letu 1969 smo dobili material v juliju, avgustu in oktobru, v letu 1970 v juniju, juliju, septembru, oktobru in novembru, v letu 1971 v januarju, juniju, juliju, avgustu, septembru in decembru, v letu 1972 v januarju, juliju, avgustu, oktobru in novembru, v letu 1973 v aprilu, maju, juniju, juliju, avgustu, septembru in oktobru.

Pri zbiranju materiala za preglede želodcev in črevesja rib smo poizkušali dobiti material z različnih lokacij jezera. To nam je v precejšnji meri uspelo, ni nam ga pa uspelo dobiti časovno razporejenega na vse mesece v letu.

Z ozirom na vrsto rib nam je uspelo zbrati največ primerkov ščuk.

Analizirani primerki so pripadali različnim starostnim grupam. V obdelanem materialu so bili zastopani predstavniki obeh spolov, vendar ni bilo mogoče ugotoviti v kakšnem razmerju. Vsakemu primerku sta bili izmerjeni teža in totalna dolžina telesa. Kjer je bilo mogoče, je bila ugotovljena tudi starost ribe. Odvzeti prebavni organi so bili fiksirani v 4 % raztopini formalina. Tako konzerviran material je bil nato pregledan v laboratoriju.

Pri analizi vsebine želodcev in črevesja rib smo izdvojili primerke, pri katerih sta bila prazna želodec in črevesje. Pri analizi vsebine smo izvršili determinacijo organizmov najdenih v želodcu oziroma črevesju. Pri determinaciji smo upoštevali tudi že delno prebavljene organizme, ki smo jih lahko razpoznali, včasih tudi na osnovi posameznih delov telesa. Nismo pa upoštevali organizmov, ki jih ni bilo mogoče identificirati zaradi previsoke stopnje prebavljenosti.

Pogostnost posameznih organizmov oziroma njihovih grup v hrani rib Cerkniškega jezera smo izrazili v procentih najdenih organizmov.

#### **Š č u k a (*Esox lucius* L.)**

Analiziranih je bilo 356 želodcev ščuk. Od tega je bilo 142 želodcev (39,9 %) popolnoma praznih. Rezultati analize vsebine želodcev ostalih 214 primerkov so prikazani v tabeli 13.



Pregledane ščuke so bile različnih starosti od 0<sup>+</sup> do 9<sup>+</sup>. Njihova totalna dolžina telesa je znašala od 9,8 cm do 105 cm, telesna teža pa se je kretala od 12,3 gr do 8025 gr.

Iz tabele 13 je razvidno, da se ščuka v Cerknškem jezeru prehranjuje pretežno z ribami (50,5 %). Od vseh vrst rib pa so v prehrani ščuke daleč največkrat zastopane njene lastne vrstnice, in sicer 24,2 %. Pri pregledovanju želodcev smo ugotovili, da ne posegajo po ščukah samo velike ščuke, ampak se med seboj žro tudi mladice. Dobili smo mladice, ki so požrle sovrstnice, ki so imele 50,57 % in tudi 60 % njihove dolžine. Ostale vrste rib, ki naseljujejo Cerknško jezero, igrajo v prehrani ščuke zelo majhno vlogo. Klen (7,9 %) in linj (9,6 %) naj bi kot edina zastopnika cyprinidov v tem jezeru po prevladujočem mnenju predstavljala tudi glavno hrano ščuke. Kot so nam pokazale analize želodcev pa ta trditev za ščuko v Cerknškem jezeru ne drži.

Tabela 13. Podatki o prehrani ščuke (*Esox lucius* L.) iz Cerknškega jezera

Elementi prehrane	% od skupnega števila najdenih organizmov	
Hirudinea	3,5	
Amphipoda ( <i>Gammarus</i> sp.)	11,5	
Isopoda ( <i>Asellus aquaticus</i> )	25,4	
Ephemeroptera		
( <i>Baetis</i> sp. — larve)	5,3	8,3
( <i>Siphonurus</i> sp. — larve)	3,0	
Chironomidae (larve)	0,8	
<i>Leuciscus cephalus</i> (L.) (zarod)	7,9	50,5
<i>Esox lucius</i> L.	24,2	
<i>Tinca tinca</i> (L.)	9,6	
<i>Cottus gobio</i> L.	0,5	
<i>Lota lota</i> (L.)	2,6	
Pisces (nedoločljivo)	5,7	

Od nižjih organizmov je po številu najdenih organizmov v želodcih ščuk na prvem mestu *Asellus aquaticus* in sicer s 25,4 %, na drugem mestu je *Gammarus* z 11,5 %. Ostali nižji organizmi nastopajo v želodcih ščuk v zelo majhnem številu.

*Asellus* in *Gammarus* sta v favni dna Cerknškega jezera sicer precej pogosto zastopana, vendar ne najbolj pogosto. Najbolj pogosto nastopajo v jezeru larve Ephemeropter (dr. Sket), katere pa v želodcih ščuk najdemo zelo redko (8,3 %). Zato lahko trdimo, da ščuka hrano izbira in se ne zadovoljuje le s tistim, kar je v največji meri na razpolago.

Ob pregledovanju želodcev ščuk smo ugotovili, da se režim prehrane pri ščuki v Cerknškem jezeru v teku leta precej spreminja. Na podlagi do sedaj

zbranega materiala lahko trdimo, da ščuka nima določenih časovnih obdobij, ko bi se hranila samo z določeno vrsto hrane. Ob času večjih odlovov smo dobili pri nekaterih ščukah v želodcih ribe, pri drugih ščukah nižje organizme (brez ozira na velikost ščuke) ali pa so bili želodci prazni. Vse istočasno. Od vseh pregledanih želodcev ščuk smo našli le v 14 primerih (6,5 %) v želodcu mešano hrano. V vseh ostalih želodcih smo dobili istočasno vedno le eno vrsto organizmov.

Način prehrane pri ribah je odvisen od različnih zunanjih in notranjih faktorjev, ki vplivajo na ribo v njenem življenjskem okolju. Kateri so tisti dejavniki, ki vplivajo na način prehrane ščuke v Cerkniškem jezeru pa v okviru tega dela ni bilo mogoče ugotoviti.

Kot smo že zgoraj omenili, je bilo od 356 pregledanih želodcev ščuk kar 39,9 % praznih. Na podlagi sedaj zbranega materiala ne bi bilo mogoče trditi, da imajo ščuke v Cerkniškem jezeru določena obdobja stradanja. Prazne želodce smo dobili pri vseh starostnih skupinah in v vseh obdobjih leta. To nam dokazuje, da se ščuka ne hrani neprestano vsak dan (kot je pri nas močno razširjeno mnenje), ampak ima pogosta obdobja stradanja.

#### Klen (*Leuciscus cephalus* [L.])

Pregledanih je bilo 44 primerkov klenov. Med njimi ni bilo niti enega primerka s praznim črevesjem.

Ribe so bile različnih starosti od 0<sup>+</sup> do 9<sup>+</sup>. Njihova totalna dolžina telesa se je kretala od 5 cm do 55,5 cm, telesna teža pa od 12 gr do 1290 gr.

Pri enem primerku klena smo našli v črevesju ostanke potočnega raka, v dveh primerkih pa kamenčke rakov (t. i. račje oči). V vseh ostalih primerih je bila vsebina črevesja tako močno prebavljena, da determinacija ni bila možna.

V letu 1969 smo našli pri nekaterih klenih črevesje invadirano z ježerilci (*Acanthocephalus anguillae* [Müller 1780] Lühe 1911). V letih 1970, 1971 in 1972 pri pregledovanju črevesja klenov nismo našli niti enega primera črevesnih parazitov. V letu 1973 pa smo našli v črevesju klenov zajedalce iz grupe *Acanthocephala*:

1. *Pomphorynchus laevis*
2. *Paracanthocephalus tenuirostris*

Ravno tako pri klenih smo našli v močno pigmentiranih cistah na muskulaturi sesače *Posthodiplostomum cuticula* iz grupe *Strigoida*.

Determinacijo vseh zgoraj navedenih črevesnih in kožnih zajedalcev je izvršil dr. Janez Brglez, Veterinarski zavod Slovenije.

#### Menek (*Lota lota* [L.])

Analiziranih je bilo 47 primerkov. Med njimi je bilo 23 želodcev (48,9 %) popolnoma praznih.

Ribe so spadale v starostne grupe od 0<sup>+</sup> do 4<sup>+</sup>. Njihova totalna dolžina telesa je znašala od 11 cm do 36,7 cm, teža telesa pa od 10 gr do 320 gr.

Pri analizi vsebine želodcev menkov smo našli organizme, prikazane v tabeli 14.

Tabela 14. Podatki o prehrani menka (*Lota lota* [L.]) iz Cerknškega jezera

Elementi prehrane	% od skupnega števila najdenih organizmov
Amphipoda ( <i>Gammarus</i> sp.)	7,5
Isopoda ( <i>Asellus aquaticus</i> )	67,9
Ephemeroptera (larve)	1,9
Trichoptera (larve)	1,9
Chironomidae (larve)	3,8
<i>Leuciscus cephalus</i> (L.)	9,5
<i>Cottus gobio</i> L.	7,5

} 17,0

Od vseh nastopajočih organizmov, ki smo jih našli v želodcih menka je najbolj pogost *Asellus aquaticus* (67,9 %) zato lahko sklepamo, da igra ta organizem v prehrani menka v Cerknškem jezeru pomembno vlogo. Od rib je bil v želodcih najbolj pogost klen (9,5 %) in delno kapelj (7,5 %). Vsi drugi organizmi nastopajo le v minimalnih količinah.

Procent praznih želodcev je bil pri menku zelo velik (48,9 %), kar kaže na pogosta obdobja stradanja.

#### Linj (*Tinca tinca* [L.])

Analiziranih je bilo 18 primerkov linja. Ribe so pripadale starostnim grupam od 0<sup>+</sup> do 4<sup>+</sup>. Njihova totalna dolžina telesa je znašala od 2,3 cm do 21,5 cm, teža pa od 0,5 gr do 260 gr.

Od vseh analiziranih primerkov je bilo 14 takih s praznim črevesjem (77,8 %). V preostalih primerih smo našli sledeče organizme:

Hirudinea 2 primerka in

Isopoda (*Asellus aquaticus*) 3 primerke.

V enem primeru je bila vsebina črevesja tako močno prebavljena, da determinacija ni bila mogoča.

### ZAKLJUČKI

1. Drst ščuke v Cerknškem jezeru začne običajno okrog 20. marca in traja približno do 25. aprila. Če pogoji za drst niso ugodni (vodostaj, temperatura), se lahko začetek drsti zakasni. Če je voda ob času drsti razlita po vsem jezeru, se ščuka drsti vedno v istih predelih jezera, v slučaju nizke vode pa se drst pomakne v spodnji del jezera. Če pride v tem času do presihanja jezera in voda ostane le v jezerski strugi Strženu, se ščuke zdrste v Strženu. Seveda je od pogojev v času drsti odvisen tudi uspeh drsti.

Klen se drsti v Cerknškem jezeru običajno okrog 20. junija. Ob neugodnih pogojih pa se drst lahko zavleče tudi do meseca avgusta.

Menek se drsti v Cerknškem jezeru v mesecu decembru in sicer v Rešetu in okoli Nart.

Linji se drstijo v Cerkniškem jezeru v mesecu juliju. Nimajo stalnih drstišč.

Za ostale vrste rib Cerkniškega jezera za drst ni podatkov.

2. Po podatkih naših raziskav od leta 1968—1973 sestavljajo ihtiofavno Cerkniškega jezera sledeče vrste rib:

klen — *Leuciscus cephalus* (L.) 1758,  
linj — *Tinca tinca* (L.) 1758,  
pisanec — *Phoxinus phoxinus* (L.) 1758,  
rdečeperka — *Scardinius erythrophthalmus* (L.) 1758,  
ščuka — *Esox lucius* L. 1758,  
kapelj — *Cottus gobio* L. 1758,  
menek — *Lota lota* (L.) 1758.

Po podatkih ribičev živi v jezeru tudi klenič. Ribiška družina Cerknica je v spodnji del jezera vložila tudi krapa. Pri izlovih v letih 1968—1973 nismo ujeli nobenega primerka zgoraj omenjenih vrst rib.

Sorazmerje posameznih vrst rib je sledeče:

klen	15,2 %
linj	21,8 %
pisanec	0,6 %
rdečeperka	7,2 %
ščuka	40,4 %
kapelj	6,8 %
menek	8,0 %

Najbolj množično zastopana vrsta ribe v Cerkniškem jezeru je ščuka.

3. Ihtiofavno Rakovega Škocjana sestavljata klen in ščuka in sicer v sorazmerju:

klen	76,0 %
ščuka	24,0 %

4. Za analizo tempa dolžinske in težinske rasti rib v Cerkniškem jezeru je bilo obdelanih 1806 primerkov različnih vrst rib.

Ščuka doseže največje dolžinske in težinske priraste med četrtem in petim letom življenja (d. 78,9 % in t. 353,9 %), nekoliko manjši je med prvim in drugim letom življenja (d. 59,1 % in t. 315,3 %).

Klen ima največji dolžinski prirast med prvim in drugim letom življenja (92 %), na teži pa pridobiva največ med drugim in tretjim letom življenja (212,6 %).

Linj ima največji prirast dolžine in teže med prvim in drugim letom življenja (d. 158,6 % in t. 842,8 %).

Menek prirašča po dolžini najbolje med prvim in drugim letom življenja (54,3 %), na teži pa med tretjim in četrtem letom (214,1 %). Zelo velik je prirast teže tudi med prvim in drugim letom (210,4 %).

Rdečeperka prirašča najmočneje med drugim in tretjim letom (d. 115,9 % in t. 771,4 %).

Iz podane analize tempa rasti rib v Cerkniškem jezeru je razvidno, da imamo pri vseh vrstah rib velike priraste v prvih letih življenja. Do zastoja

rasti pride med drugim in tretjim ali med tretjim in četrtem letom rasti. Ta zastoj je najverjetneje posledica nastopa spolne zrelosti.

Od vseh vrst rib Cerkniškega jezera dosega največje absolutne priraste dolžine in teže ščuka. Zaradi tega smatramo ščuko kot najbolj množično ribo, tudi kot najbolj pomembno in perspektivno ribjo vrsto tega jezera, tako v gospodarskem kot turističnem pogledu.

Ob ugodnih ekoloških pogojih v času drsti ščuke je skrb za repopulacijo te vrste ribe v Cerkniškem jezeru odveč. Seveda pa moramo športni odlov vršiti racionalno in v skladu s predpisi.

Zaradi premajhnega števila primerkov (35 kom) iz Rakovega Škocjana nismo mogli izvršiti analize tempa rasti rib v tem vodotoku. Iz maloštevilnih podatkov lahko le domnevamo, da rastejo ribe v Cerkniškem jezeru hitreje kot v Rakovem Škocjanu.

5. Za ugotavljanje naravne prehrane rib v Cerkniškem jezeru smo analizirali vsebino želodcev oziroma črevesja 465 primerkov različnih vrst rib obeh spolov in različnih starosti.

**Ščuka** se v Cerkniškem jezeru prehranjuje pretežno z ribami (50,5 %). Glavna njena žrtev med ribami so njene vrstnice (24,2 %). Od nižjih organizmov je v prehrani ščuke najpogostejše zastopan *Asellus aquaticus* (25,4 %) in malo manj *Gammarus sp.* (11,5 %). Od 356 pregledanih želodcev ščuk je bilo 39,9 % takih s praznimi želodci. To kaže na pogosta obdobja stradanja v režimu prehrane ščuke.

**Klen** — analiziranih je bilo 44 primerkov. Razen v treh primerih determinacija organizmov v črevesju ni bila možna zaradi previsoke stopnje prebavljenosti. Nismo našli niti enega primera s praznim črevesjem.

**Menek** — analiziranih je bilo 47 primerkov, med njimi je bilo 48,9 % takih s praznimi želodci. Najpogostejše nastopajoči element prehrane je *Asellus aquaticus* (67,9 %), od rib pa najpogostejše nastopa klen (9,5 %) in kapelj (7,5 %).

**Linj** — analiziranih je bilo le 18 primerkov. Od tega je bilo 77,8 % takih s praznim črevesjem. V črevesju smo našli osebke iz grupe *Hirudinea* in *Isopoda* (*Asellus aquaticus*).

### Summary

#### ICHTHYOLOGICAL RESEARCHES OF THE CERKNIŠKO JEZERO (CERKNICA LAKE)

A group of research fellows of all branches met in 1968 under the patronage of Slovene Academy of Science and Art and on the initiative of Cerknica Commune and others. Their task was to perform a broadly designed natural science research of Cerknica Lake and its surroundings. Within this research the Institute for Fishery was selected to do the ichthyologic research of Cerknica Lake.

The intention of these studies was to show the state of ichthyofauna in Cerknica Lake before the trial action, which would assure more constant water to the lake, will take place.

Cerknica Lake and fishing in this lake was described in detail by Valvasor already. Later several works were published describing this phenomenon of the lake.

None of those works, however, speak of a systematic ichthyofauna belonging of Cerknica Lake, and neither of the quantitative relation of individual kinds of fish in it, nor of the growth of fish in it, or their nourishment.

In the program of ichthyological research of Cerknica Lake the observation of spawning periods of individual kinds of fish was included, as well as the establishment of qualitative and quantitative composition of ichthyologic population of the lake, the rate of growth of specific kinds of fish and establishment of their natural food.

### Material and Method

The material for treatment was fished from the lake by electrofishing apparatus and with nets, and also with a tackle. The fishing was done in the period between 1968 and 1973 in various locations of the lake.

The age of fish we determined by the scales collected from the middle of the side of the fish under the back fin and under the lateral line.

In treatment we always considered the total length of the body and the weight of the whole fish.

The intestinal organs for analysis of their content we fixed in 4% formalin.

### Results and Discussion

Some data were collected on spawning and spawning time of specific kinds of fish in Cerknica Lake:

Spawning of the pike (*Esox lucius* L.) begins in the lake on about 20 March and lasts till about 25 April. The condition for successful spawning is that the lake is filled with water throughout, from March till beginning of May. If this condition does not exist the spawning is not successful. The success of spawning also varies from one year to another with regard to various conditions (depth of water, temperature) in Spring.

Chub (*Leuciscus cephalus* [L.]) in Cerknica Lake is usually spawning on about 20 June and has constant spawning places. Burbot (*Lota lota* [L.]) is spawning in the lake during December, green tench (*Tinca tinca* [L.]) in July and has not constant spawning places.

In the material collected during 1968—1973 in Cerknica Lake the following kinds of fish were found:

chub — *Leuciscus cephalus* (Linnaeus) 1758,  
green tench — *Tinca tinca* (Linnaeus) 1758,  
minnow — *Phoxinus phoxinus* (Linnaeus) 1758,  
rudd — *Scardinius erythrophthalmus* (Linnaeus) 1758,  
pike — *Esox lucius* Linnaeus 1758,  
millers thumb — *Cottus gobio* Linnaeus 1758,  
burbot — *Lota lota* (Linnaeus) 1758.

Fishermen claim that dace lives in the lake too; however, we had not fished it in our collection. The Fishery Family of Cerknica placed also a carp in the lake, but neither this kind was fished in our catch. A rudd was placed in the tributary river

Cerkniščica by the Fishery Family of Cerknica (1969) and from there this kind of fish had spread in the lake.

In the catch were 1806 individuals of various kinds of fish. The relation of the individual kinds was following:

Kind of fish	% composition (by pieces)
chub	15,2
gren tench	21,8
minnow	0,6
rudd	7,2
pike	40,4
millers thumb	6,8
burbot	8,0

By the number of subjects pike was the most highly present kind of fish (40,4 %). On the second place was green tench with 21,8 % and on the third place chub with 15,2 %. Other kinds of fish are present in Cerknica Lake in a small number only. Of all input kinds of fish rudd has acclimatized best; there may be exist even a danger of a too big a reproduction.

The analysis of the growth in length and weight of individual kinds of fish in Cerknica Lake was performed from the material containing 1806 subjects. As already mentioned, the material was fished during 1968—1973. The growth of fish in length and weight is shown with the aid of data of a direct measuring of weight and total length of a body at all stages of growth that were present in the treated material. Middle values of weight (in grams) and total length (in cm) were given for individual age groups and individual kinds of fish. Growth in weight and length was shown with an aid of absolute and relative growth expressed in cm, resp. in grams and percentages. To illustrate this we indicate in Table 1 and 2 the relative growth of length and weight for individual kinds of fish by age groups.

Table 1 indicates that the increase in length as the biggest between the first and the second year of life. Between the second and the third and also between the third and the fourth year the growth in length comes to stagnancy. This stagnancy is probably in connection with the commencement of sexual maturity. This proves that changes in physiological stage of fish influence their rate of growth. After the fourth, resp. the third year of life the length of the body increases again, but it starts to decrease with age.

Weight growths are also biggest during the first years of life, i. e. between the first and the second year of life, in chub also between the second and the third year. After that year, i. e. between the second and the third, resp. the third and the fourth year (chub) comes to stagnation in growth of weight similar as is the case with the length. This can be connected with the onset of sexual maturity. After that period the weight growth increases again but begins to decline again fast.

Table 1. Relative growth of length of individual kinds of kish in Cerknica Lake (in %)

Age group	Pike	Chub	Green tench	Burbot	Rudd
0+					
1+	59,1	92,0	158,6	54,4	—
2+	28,4	33,3	21,3	21,4	115,9
3+	26,8	16,1	51,6	44,5	33,6
4+	78,9	30,0	55,8	26,2	13,4
5+	22,8	24,1	21,8	10,5	14,5
6+	—	18,3	—	—	—
7+	—	17,3	—	—	—
8+	—	1,0	—	—	—
9+	—	9,9	—	—	—

Table 2. Relative growth of weight of individual kinds of fish in Cerknica Lake (in %)

Age group	Pike	Chub	Green tench	Burbot	Rudd
0+					
1+	315,3	115,4	842,8	210,4	—
2+	73,9	212,6	195,4	68,6	771,4
3+	131,6	27,4	221,0	214,1	137,7
4+	353,9	108,8	315,3	50,7	72,4
5+	101,8	61,1	85,3	38,1	42,0
6+	—	44,9	—	—	—
7+	—	40,7	—	—	—
8+	—	8,4	—	—	—
9+	—	7,5	—	—	—

The analysis of the rate of growth of fish from Cerknica Lake indicates that two culminating points of length and weight increase set in during the first years of life, and again immediately after the onset of sexual maturity.

Within this abstract it was not possible to indicate all the data collected. However, it is necessary to mention that doubtless the most prospective fish in Cerknica Lake is the pike with regard to the growth rate of individual kinds. This fish is also most numerous among the population of the lake. Of all the fish pike reaches the highest absolute growth rates in length and in weight. Namely, pikes in Cerknica Lake achieve by the sixth year of life the weight 4000 grams and the length of 78 cm, and the absolute increase in weight between the fifth and the sixth year of life is as



much as 2018,5 grams. Such growth rates (absolute) are not achieved by any other kind of fish in Cerknica Lake. Therefore it is necessary to suppose a pike to be the most important kind of fish in this lake, from the economic and from the touristic point of view.

In the program of ichthyologic research of Cerknica Lake studying of natural food of individual kind of fish were included. For this purpose 465 samples of stomachs and intestines of various kinds of fish were analyzed; of these 365 pikes, 18 green tenchs, 44 chubs, and 47 burbot. The material was fished in the years 1968—1973 in the various location of the lake in the various periods of the year. The analyzed samples belonged to various age groups of both sexes. The intestinal organs taken were fixed in 4% formalin and then analyzed in the laboratory. At the analysis of the contents in stomach and intestines the determination of organisms was performed wherever this was possible, and also the count of organisms that were found. The frequency of individual organism resp. their groups in the food of fishes in Cerknica Lake was expressed in percentage of the found organisms.

In Cerknica Lake pike nourishes itself mainly with fish (50,5%), their own kind dominates in their stomachs (24,2%). Of other kind of fish from Cerknica Lake population chub is the most frequent food for pikes (7,9%) and burbot (9,6%). Other fish are present in smaller percentage. As we can see, green tench and chub, as the main representatives of ciprinides in Cerknica Lake, do not represent much value as the food for pike. Of the lower kind of organisms *Asellus aquaticus* with 25,4% dominates in the food of pike, on the second place is *Gammarus* with 11,5%. Other lower kind of organisms are present in a very small number.

Of 356 examined stomachs of pikes as much as 39,9% were found empty. Analyzed were also 44 samples of intestines of chubs. Not even one case was found with empty intestines.

In three cases residue of brook crab were found in the intestines, and in all other cases the content was so well digested that any determination of organisms was out of the question.

In the food of burbot in Cerknica Lake *Asellus aquaticus* dominates (67,9%), in the second place is chub (9,5%), and in the third place millers thumb (7,5%). All other organisms appear only in minimal quantities. Percentage of empty stomachs in burbot was as high as 48,9%.

In the intestines of green tench we found organisms from the group of Hirudinea and Isopoda (*Asellus aquaticus*). Percentage of empty intestines cases was 77,8%.

### Findings

1. On the basis of observations and data collection it was established that pike in Cerknica Lake is spawning at about 20 March and that spawning lasts till about 25 April. Chub in the lake is spawning at about 20 June and burbot in December. Green tench is spawning in the lake in July.

2. Ichthyofauna of Cerknica Lake consists of the following kinds of fish in the proportions as follows:

chub ( <i>Leuciscus cephalus</i> [L.])	15,2%
green tench ( <i>Tinca tinca</i> [L.])	21,8%
minnow ( <i>Phoxinus phoxinus</i> [L.])	0,6%

rudd ( <i>Scardinius erythrophthalmus</i> [L.])	7,2 %
pike ( <i>Esox lucius</i> L.)	40,4 %
millers thumb ( <i>Cottus gobio</i> L.)	6,8 %
burbot ( <i>Lota lota</i> [L.])	8,0 %

By the data that fisherman gave dace should live in the lake as well. Fisherman Family of Cerknica had placed carp in the lake too. Both kinds of fish were not fished in our catch.

3. In order to analyze time of length and weight growth of fish in Cerknica Lake 1806 cases of various kinds of fish were treated. Length and weight growth of specific kind of fish was shown with an aid of absolute and relative growth calculated in cm, resp. in grams and percentages. Treatment of the material showed that the biggest gain in weight and length of fish in Cerknica Lake is during the first years of life and also immediately after the onset of sexual maturity. Treatment of the material showed that of all kinds of fish in Cerknica Lake pike is the most prospective kind of fish. In good ecological conditions during its growth no special care for repopulation of this kind of fish is required. However, it is necessary to organize sport fishing rationally and in compliance with the law.

4. 465 cases of various kinds of fish of both sexes and of various age were examined for analysis of food eaten by fish in Cerknica Lake. The main element of pike's food in Cerknica Lake are fish (50,5 %) and of these especially its own kind (24,2 %). Of the lower kind of organisms *Asellus aquaticus* (25,4 %) dominates before Gammarus (11,5 %). Other organisms appear in small number only. In pikes were found 39,9 % of empty stomachs. Determination of organisms in the intestines of chubs was not possible in most cases because of the too high degree of already digested food. There were no cases with empty stomachs. *Asellus aquaticus* was found as a main element of food at burbot, chub (9,5 %) and millers thumb (7,5 %) appear in much smaller quantities.

In the intestines of green tench we found organisms from the group of Hirudinea and Isopoda (*Asellus aquaticus*). Analyzed were 18 cases only, of these 77,8 % were found with empty intestines.

### Literatura

- Heckel, J. in R. Kner 1858: Die Süßwasserfische der Österreichischen Monarchie. 1—388. Verlag von Wilhelm Engelmann, Leipzig.
- Nikolski, G. W. 1957: Spezielle Fischkunde. 1—632. Veb. Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin.
- Bauch, G. 1961: Die einheimischen Süßwasserfische. 1—198. Neumann Verlag, Berlin.
- Suworow, J. K. 1959: Allgemeine Fischkunde. 1—581. Veb. Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin.
- Suworow, J. K. 1961: Rukovodstvo po izučeniju rib v estestvenih uslovijah. 1—241. Izdatel'stvo Akademii nauk SSSR, Moskva.



PRISPEVEK K POZNAVANJU PTIČEV  
CERKNIŠKEGA JEZERA IN BLIŽNJE OKOLICE

(S 6 SLIKAMI)

BEITRAG ZUR KENNTNIS DER VÖGEL AM CERKNIŠKO  
JEZERO (SEE VON CERKNICA) UND IN SEINER  
NÄHEREN UMGEBUNG

(MIT 6 ABBILDUNGEN)

JANEZ GREGORI

SPREJETO NA SEJI  
RAZREDA ZA PRIRODOSLOVNE VEDE  
SLOVENSKE AKADEMIJE ZNANOSTI IN UMETNOSTI  
DNE 21. DECEMBRA 1977

## VSEBINA

Izvleček — Abstract . . . . .	304 (4)
Uvod . . . . .	305 (5)
Obravnavano območje . . . . .	305 (5)
Metoda dela . . . . .	307 (7)
Ekološki pregled gnezdilcev . . . . .	307 (7)
Sistematski del . . . . .	312 (12)
Razprava . . . . .	324 (24)
Zaključki . . . . .	326 (26)
Beitrag zur Kenntnis der Vögel am Cerknisko jezero (See von Cerknica) und in seiner näheren Umgebung (Zusammenfassung) . . . . .	328 (28)
Literatura . . . . .	329 (29)

**Izvleček**

UDK 598.2 (497.12-14)

**Gregori, Janez: Prispevek k poznavanju ptičev Cerkniškega jezera in bližnje okolice. Acta carsologica 8, 301—329, Ljubljana, 1978, lit. 10.**

Avtor obravnava 153 taksonov ptičev (152 vrst in 1 rod). Od tega gnezdi 85 vrst, verjetnih gnezdilcev je 13, možnih gnezdilcev pa 3 vrste. Obravnavani predel deli na 10 biotopov, pri vsakem navaja ugotovljene gnezdilce. Delo predstavlja ekološki in favnistični prispevek h gradivu o ptičih Cerkniškega jezera in okolice. Dve vrsti sta novi za favno Slovenije. Cerkniško jezero je izredno zanimivo z ornitološkega vidika, zato mu je treba posvetiti vso pozornost tudi po naravovarstveni plati.

**Abstract**

UDC 598.2(497.12—14)

**Gregori, Janez: A Contribution to Knowledge of Birds of Cerknica Lake and its Vicinity. Acta carsologica 8, 301—329, Ljubljana, 1978, Lit. 10.**

The author deals with 153 bird taxons (152 species and one genus). From them 85 species nest, probable nesting birds are 13 and possible nesting birds are 3. The treated region is divided into 10 biotopes, at each the stated nesting birds are cited. The work presents the ecological and faunistical contribution to material about the birds of Cerknica Lake and its vicinity. Regarding the slovene fauna two species are new. The Cerknica Lake is extremely interesting from ornitological point of view and therefore it is worth of whole attention from nature conservation point of view.

Naslov — Address:

Janez Gregori

Prirodoslovni muzej Slovenije

Prešernova 20

61000 Ljubljana, Jugoslavija

## UVOD

Cerkniškemu jezeru so posvečali pozornost številni raziskovalci in potopisci, ter tako ponesli njegovo slavo širom sveta. O njem obširno poroča že J. V. Valvasor (1689), seveda nekoliko pod vplivom vraževernosti in pretiravanja tedanjega časa. Sledili so mu številni drugi pisci, ki so posvečali precej pozornosti tudi tamkajšnjim ptičem. Vendar pa je ta pozornost veljala skoraj izključno vrstam, ki so bile zanimive za lov, predvsem vrstam vezanim na vodo, celotnega popisa vrst pa do sedaj ni napravil še nihče.

S tem delom dajemo prispevek k ekološkemu in favnističnemu poznavanju ptičev Cerkniškega jezera in bližnje okolice. Ker je nepopolno in še ni pregledana celotna okolica jezera, smo se omejili na podajanje lastnih terenskih podatkov in na material, ki ga hrani Prirodoslovni muzej Slovenije. Od literature navajamo samo dela, ozko vezana na naše raziskave, celoten pregled literature in podatkov pa bomo podali pri končni ekološki in favnistični obdelavi tamkajšnjih ptičev.

Splošne podatke povzemamo po delu P. Kunaverja (1961), podatke o vegetaciji pa po delu M. Zupančiča (1969).

Delo je bilo opravljeno v okviru raziskovalne naloge »Naravoslovne raziskave Cerkniškega jezera in njegove okolice«, ki jo je financirala Raziskovalna skupnost Slovenije. Delno smo delo opravili v okviru redne muzejske dejavnosti.

Moja najlepša zahvala velja lovskim družinam Cerknica, Grahovo in Gorenje Jezero, ki so mi nudile vso pomoč in zaupanje pri terenskem delu, ter mi omogočile zbiranje dokaznih primerkov. Zahvaljujem se tudi kolegu Radu Smerduju in muzejskemu preparatorju Alojzu Šmucu, ki sta mi ljubezno posredovala nekatere dragocene podatke in mi dovolila njihovo objavo.

## OBRAVNAVANO OBMOČJE

Cerkniško kotlino, ki leži na jugozahodu Slovenije, na severu obkrožata Slivnica (1114 m) in Bloška planota, na jugu pa široko pogorje Javornikov (1268 m). Poteka v smeri SE—NW, ob tako imenovani idrijski prelomnici, in pripada dinarskemu visokokraškemu območju. Dno kotline je na višini 548 m. Precej razgiban relief je bogat kraških pojavov: vrtač, brezen, udorov, žlebov in kraških jam.

Zanimiva je geološka podlaga, na severu sta liadni in glavni dolomit, na jugu pa kredni hamidni in zgornjekredni rudistni apnenec. Ker je dolomit nepropusten za vodo, se številni potoki stekajo s severne in severovzhodne strani proti dnu kotline, kamor so nanесли debelo plast naplavin. Nasprotno pa so



apnenci na jugu in jugozahodu lahko topljivi v vodi, zato so tu nastale številne kraške jame, ki so po svoji naravi bruhalniki, požiralniki ali estavele. Površinskih voda tu ni. Ker požiralniki, predvsem Velika in Mala Karlovica, ob močnem deževju ne morejo požreti vse vode, v nekaj dneh v kotlini nastane jezero. Kadar voda sega do nadmorske višine 548 m, je jezero veliko le  $\frac{1}{3}$  km<sup>2</sup>, ko pa se dvigne še za 5 metrov, pokriva 26 km<sup>2</sup> površine. Ker je padavin največ jeseni in spomladi, zime in poletja pa so razmeroma suha, se je temu padavinskemu režimu prilagodilo tudi jezero: postalo je presihajoče, najbolj polno je jeseni in spomladi, poleti pa voda odteče, včasih ostane v strugi po dnu jezera, imenovani Stržen, navadno pa se zadrži le še v Zadnjem kraju, jezerskem zalivu na jugozahodu. V zelo suhih poletjih tudi v Zadnjem kraju voda povsem izgine.

Podnebje je dinarsko kontinentalno, letnih padavin je 1600 do 1800 mm. Celinski vpliv se kaže v pogostih severnih vetrovih, slane so že zgodaj jeseni in še pozno pomladi, snežna odeja je dolgotrajna. Poprečna julijska temperatura v Cerknici je 19° C, januarska pa — 1,8° C.

Vegetacija je dobro razvita, odvisna od različnih ekoloških dejavnikov, kot so geološka podlaga, debelina humusa, relief in klima, na dnu kotline pa nanjo vpliva občasno poplavljanje. Dno kotline poraščajo razne trave in šaši, ki jih ob nizkem vodostaju kosijo. Travniki in njive, ki jih voda nikdar ne poplavlja, so na Otoku in ob vsem jezeru, razen ob vznožju Javornikov. Na Dojicah, predelom med potokom Goričica in Strženom na vzhodnem delu je nizko barje z značilnim šotnim mahom ter s posameznimi brezami in nizko rastočimi jelšami. Predel med Lipsenjščico in Strženom pri nekoliko manjšem vodostaju ni poplavljen in se imenuje Osredek.

Predele, ki so najdalj časa pod vodo, porašča trstje, predvsem je to v Zadnjem kraju, ob robu Dojic, ob potoku Goričici in Lipsenjščici in ponekod ob izlivu drugih jezerskih pritokov. Redko trstje porašča tudi obširne predele na južnem delu jezera, vzhodno od Goričice.

Predvsem severni del ob jezeru porašča gosto grmovje, najbolj poraščen je predel ob Dolenjem Jezeru. Manjše skupine grmovja in drevja so tudi ob drugih predelih obale, ob jezerskih pritokih in ponekod na mejah med polji. Prvotna grmišča oziroma gozd ob vznožju Slivnice so večinoma posekani, erozija je plast humusa sprala, tako da je marsikje vidna geološka podlaga, precejšnje površine poraščajo sekundarna gosta grmišča.

Južna pobočja Slivnice, ki jih obravnavamo v našem delu, porašča združba puhovca in gabrovca (*Quercus - Ostryetum carpinifoliae*) in sicer porašča suha, ekstremno topla strma pobočja. Sestoji so večinoma kot grmišča, redkeje kot gozd, ki so vrzelasto prekinjena s termofilnimi travišči. Združba se je zaradi ekstremnih ekoloških razmer ohranila kot ostanek toplejše poledene dobe. Floristično je bogata, poleg kontinentalno-termofilnih elementov, združuje nekatere submediteranske rastline, kot tudi nekaj mezofilnih elementov iz bukovega gozda. Graditelji te asociacije so drevesne vrste, gabrovec (*Ostrya carpinifolia*), mali jesen (*Fraxinus ornus*), mokovec (*Sorbus aria*) in hrasti (*Quercus pubescens*, *Qu. cerris* in *Qu. petraea*).

Proti vrhu Slivnice se grmovje vse bolj krči in v višjih legah povsem prevlada termofilna senožet pokončne stoklase in navadne glote (*Bromo - Brachypodium pinnati*), na kateri so posamezni redki grmički ali drevesa, ponekod je vidna geološka podlaga.

Precej drugačna je vegetacijska slika severnih pobočij Javornikov, dinarski gozd buke in jelke (*Abieti - Fagetum dinaricum*), ki jih porašča, sega prav do jezerske gladine in porašča tudi celoten polotok Drvošec ob Zadnjem kraju. Dinarski gozd buke in jelke je klimatogena vegetacijska enota našega visokega krasa. To so mogočni stari sestoji, kjer sta glavna graditelja združbe bukev in jelka. Ponekod kažejo sledove gospodarskega izkoriščanja, kjer se zarašča skoraj čista bukev, ali pa poseke pogozdujejo s smreko. Podlaga je močno razgaljena in razdrapana, preide celo v navpične neporaščene stene.

Naselja so predvsem na severni in severovzhodni strani jezera (Cerknica, Dolenja vas, Dolenje jezero, Martinjak, Grahovo, Žerovnica, Lipsenj, Goričice, Gorenje Jezero), le vasi Laze in Otok sta na jugu. Ob naseljih so večinoma starejši in slabo vzdrževani sadovnjaki.

S severne in severovzhodne strani se v jezero zlivajo številni pritoki: Cerkniščica, Martinjščica, Grahovščica, Žerovniščica, Lipsenjščica in potok Goričica. Bregovi so večinoma zaraščeni z grmovjem in redkim drevjem, v spodnjem toku jih ponekod obrašča trstje.

### METODA DELA

Zaradi obsežnosti obravnavanega predela, smo terensko delo osredotočili predvsem v severovzhodni del, da bi vsaj zanj dobili čim bolj natančno sliko o avifauni. Meja predela, kjer smo zbirali podatke in material, je približno naslednja: Cerknica - Dolenje Jezero - Goričica - Zadnji kraj - Otok - Laze - Obrh - Gorenje Jezero - Lipsenj - Martinjak - Cerknica. Izven teh meja smo opravili transekte na južnem pobočju Slivnice, na vrhu Slivnice in na severnem pobočju Javornikov. Posebno pozornost smo posvetili Dojicam pod Lipsenjem, ki so po naših dosedanjih opazovanjih ornitološko najzanimivejše.

Terensko delo je obsegalo v glavnem zapisovanje podatkov o posameznih vrstah, nekatere primerke smo ustrelili in preparirali za zbirke Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Na terenu smo bili naslednje dni: 27. in 28. 10. 1966, 27. 4. 1972, 20. 12. 1972, 28. 8. 1973, 31. 8. 1973, 12. 12. 1973, 14. 3. 1974, 17. 4. 1974, 15., 16. in 17. 5. 1974, 30. 5. 1974, 6. in 7. 5. 1975, 30. 5. 1975, 18. 5. 1976 in 3. 6. 1977. Za krajši čas smo se na obravnavanem območju zadrževali tudi 22. 3. 1972, 1. 6. 1972, 8. 7. 1972, 11. 3. 1974, 23. 5. 1975, 6. 6. 1975 in 12. 5. 1978.

Dva transekte smo opravili 17. 5. 1974 in 6. 5. 1975 na severnem pobočju Javornikov, ob poti Laze - Otoška dolina, na višini 620 do 800 m, 16. 5. 1974 na južnem pobočju Slivnice, na višini okoli 700 m, ter prav tako 16. 5. 1974 na vrhu Slivnice. Pri transektih smo zapisovali lateralno distribucijo vrst in sicer vse registrirane osebkke. Ker so dobljeni podatki še preskromni za merodajne analize, jih v tem delu uporabljamo pri kvalitativnem prikazu gnezdilcev različnih biotopov.

### EKOLOŠKI PREGLED GNEZDILCEV

Zaradi preglednosti delimo obravnavani predel na deset biotopov, ki predstavljajo bolj ali manj zaključene celote. Za vsak biotop navajamo gnezdilce in obenem vrste, katerih gnezdenje je po našem mnenju tam verjetno (\*) ali možno (\*\*).

## 1. Dinarski gozd bukve in jelke

(*Abieti - Fagetum dinaricum*)

Obsežni gozdovi te združbe poraščajo severno pobočje Javornikov in potok Drvošec, vse do jezerske gladine. To so hladnejši gozdovi. Od drevesnih vrst prevladujeta bukev in jelka. Vegetacija je pestra ter dobro ohranjena in nudi življenjske pogoje številnim ptičjim vrstam. Gnezdilci so naslednji:

<i>Accipiter gentilis</i>	<i>Regulus regulus</i>
<i>Buteo buteo</i>	<i>Regulus ignicapillus</i>
* <i>Falco subbuteo</i>	<i>Muscicapa striata</i>
<i>Tetrastes bonasia</i>	<i>Erithacus rubecula</i>
<i>Tetrao urogallus</i>	<i>Turdus merula</i>
<i>Columba palumbus</i>	<i>Turdus philomelos</i>
<i>Cuculus canorus</i>	<i>Turdus viscivorus</i>
<i>Strix aluco</i>	<i>Aegithalos caudatus</i>
** <i>Picus viridis</i>	<i>Parus palustris</i>
<i>Picus canus</i>	<i>Parus montanus</i>
<i>Dryocopus martius</i>	<i>Parus cristatus</i>
<i>Dendrocopos major</i>	<i>Parus ater</i>
<i>Garrulus glandarius</i>	<i>Parus major</i>
<i>Nucifraga caryocatactes</i>	<i>Sitta europaea</i>
<i>Corvus cornix</i>	<i>Certhia familiaris</i>
* <i>Corvus corax</i>	<i>Fringilla coelebs</i>
<i>Troglodytes troglodytes</i>	* <i>Carduelis spinus</i>
<i>Sylvia atricapilla</i>	* <i>Loxia curvirostra</i>
<i>Phylloscopus collybita</i>	<i>Pyrhula pyrrhula</i>
<i>Phylloscopus sibilatrix</i>	<i>Coccothraustes coccothraustes</i>

Vrsti *Anthus trivialis* in *Prunella modularis* sta izraziti robni vrsti, prva predvsem ob posekah, druga pa v mladih sestojih smreke. Predvsem ob robu in v predelih z manjšo pokrovnostjo krošenj gnezdi vrsta *Muscicapa striata*, na vrsto *Parus palustris* pa smo naleteli v bližini spodnjega roba gozda.

## 2. Gozdna in grmiščna združba puhovca in gabrovca

(*Quercu - Ostryetum carpinifoliae*)

Porašča južna pobočja Slivnice, na ekstremno toplih, suhih in strmih pobočjih, deloma kot grmišča, deloma kot gozd. Popis gnezdilcev je naslednji:

* <i>Buteo buteo</i>	<i>Erithacus rubecula</i>
<i>Streptopelia turtur</i>	<i>Turdus merula</i>
<i>Cuculus canorus</i>	<i>Parus palustris</i>
<i>Dendrocopos major</i>	<i>Parus ater</i>
<i>Anthus trivialis</i>	<i>Parus caeruleus</i>
<i>Oriolus oriolus</i>	<i>Parus major</i>
<i>Garrulus glandarius</i>	<i>Fringilla coelebs</i>
<i>Sylvia atricapilla</i>	<i>Coccothraustes coccothraustes</i>
<i>Phylloscopus collybita</i>	<i>Emberiza cia</i>

Izkoriščanje te združbe je vidno predvsem ob vznožju Slivnice, kjer je plast humusa močnejše sprana in ponekod povsem razgaljena geološka podlaga. Vmes raste gosto nizko grmovje, ki je nekakšen gozdni rob združbe puhovca in gabrovca, s specifičnimi gnezdilci:

*Lanius collurio*

*Sylvia nisoria*

*Sylvia communis*

*Luscinia megarhynchos*

Nekatere izrazito sončne in suhe lege ob vznožju Slivnice pokrivajo travniki z redkimi posameznimi drevesi. Za te predele je značilna predvsem vrsta *Lullula arborea*.

### 3. Grmišča

Najobsežnejša so grmišča ob severnem robu jezera, predvsem pri Dolenjem Jezeru. Grmovje raste v velikih neprehodnih skupinah, vmes so čiste travnate površine. Ponekod je grmovje ob visoki vodi močno poplavljeno, gosto zaraščeno in krivenčasto, vmes so velike množine naplavljenega rastlinja. Prav zaradi tega rastlinja, je v grmovju omogočeno gnezdenje raznim racam. Grmovje raste tudi ob jezerskih pritokih. Gnezdilci so razmeroma številni:

*Lanius collurio*

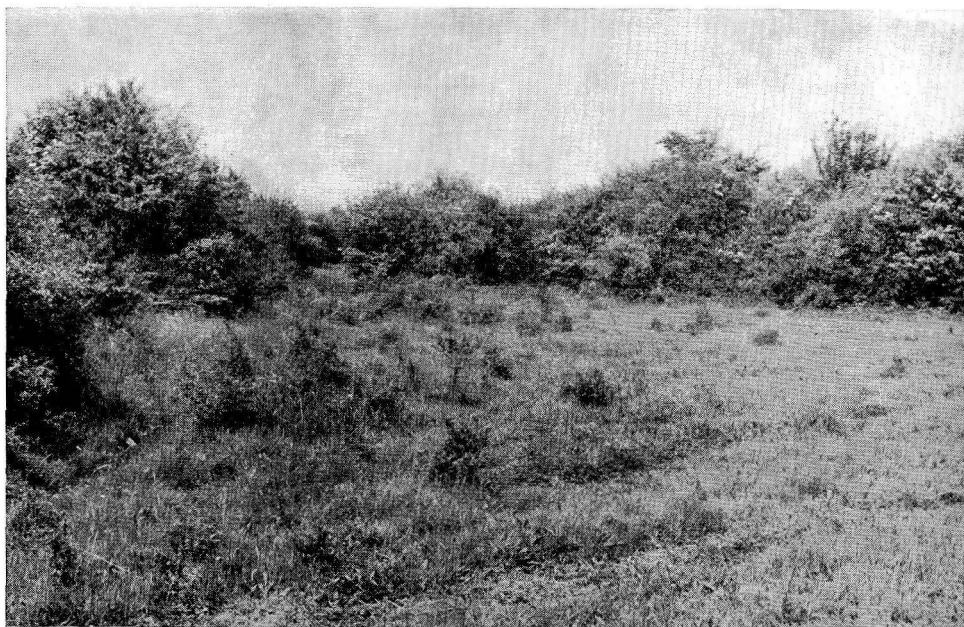
*Pica pica*

*Acrocephalus palustris*

*Sylvia communis*

*Saxicola torquata*

*Turdus merula*



Sl. 1. Grmišča ob vasi Dolenje Jezero

*Sylvia borin*  
*Sylvia atricapilla*

*Acanthis cannabina*  
*Emberiza citrinella*

Vrsta *Saxicola torquata* je redkok gnezdilca, vezan na grmovje in travnike ob njem.

#### 4. Sadovnjaki in manjše skupine drevja ob polju

Ker se po gnezdilcih oba predela skoraj ne razlikujeta, ju obravnavamo združeno. Sadovnjaki, ki so večinoma starejši in slabo vzdrževani, so ob naseljih in ponekod prehajajo v skupine drevja ob poljih in jezerskih pritokih. Gnezdilci so:

*Streptopelia decaocto*  
*Strix aluco*  
*Upupa epops*  
*Jynx torquilla*  
*Picus viridis*  
*Dendrocopos major*  
*Anthus trivialis*  
*Lanius collurio*  
*Oriolus oriolus*  
*Sturnus vulgaris*  
*Pica pica*  
*Corvus cornix*  
*Hippolais icterina*  
*Sylvia borin*  
*Sylvia atricapilla*

\* *Phylloscopus collybita*  
*Muscicapa striata*  
*Turdus merula*  
*Aegithalos caudatus*  
*Parus palustris*  
*Parus caeruleus*  
*Parus major*  
*Sitta europaea*  
*Passer montanus*  
*Fringilla coelebs*  
*Serinus serinus*  
*Carduelis chloris*  
*Carduelis carduelis*  
*Emberiza citrinella*

Blizine naselij se izogiba predvsem vrsta *Corvus cornix*.

#### 5. Polja s travniki, pašniki in neobdelanimi površinami

Ker bi za obdelana polja lahko šteli kot diferencialno vrsto edino *Coturnix coturnix*, jih obravnavamo skupaj s travniki in ostalimi travnatimi površinami. Razprostirajo se ob severnem in severovzhodnem delu jezera, ter ob naseljih Laze in Otok. Vrste, ki tu gnezdiijo so naslednje:

*Perdix perdix*  
*Coturnix coturnix*  
*Phasianus colchicus*

\* *Galerida cristata*  
*Alauda arvensis*  
*Saxicola rubetra*

#### 6. Senožet stoklase in navadne glote

(*Bromo - Brachypodium pinnati*)

To so izrazito suhi travniki na vrhu Slivnice, ponekod raste redko nizko grmovje (navadni brin) in posamezna drevesa (jerebika, rdeči bor, smreka). Ker je plast humusa tanka, je ponekod vidno kamenje. Gnezdilci so:

*Alauda arvensis*  
*Anthus trivialis*

*Acanthis cannabina*

## 7. Barje in vlažni travniki

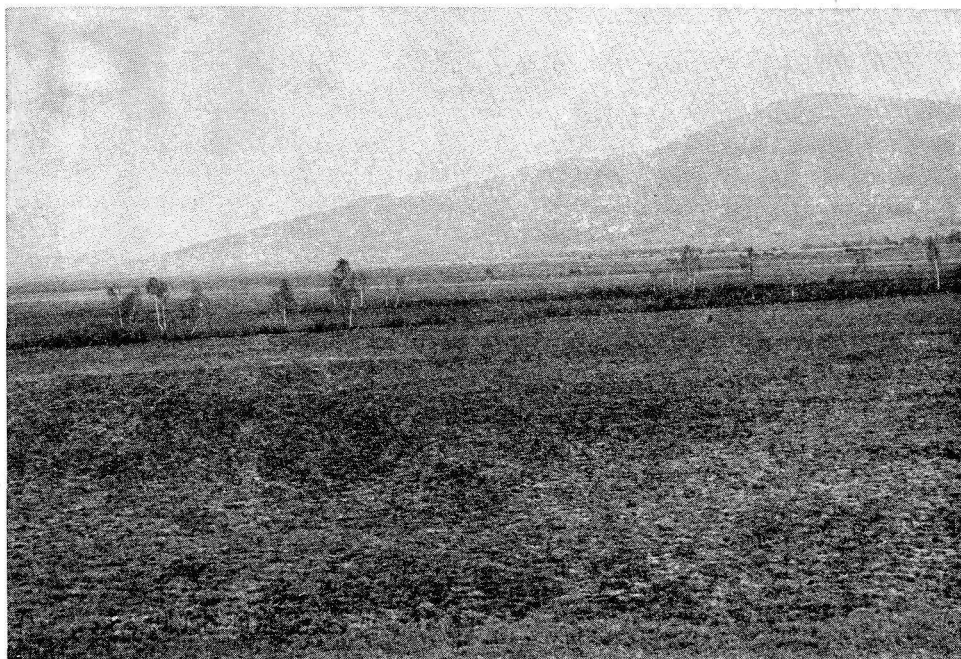
Obsežen barski predel Dojice so rahlo dvignjene in jih voda nikdar ne poplavlja. Poleg barskih rastlin (šotni mah), rastejo na Dojicah posamezne breze in zakrnele jelše. Nižje predele travnikov voda namaka, pri nekoliko nižji gladini pogleda iz nje Osredek, obsežen predel pod Lipsenjem. Dosedanji seznam gnezdilcev je naslednji:

*Anas platyrhynchos*  
 \* *Anas crecca*  
*Anas querquedula*  
 \*\* *Aythya nyroca*  
 \*\* *Aythya fuligula*  
*Crex crex*  
*Vanellus vanellus*

\* *Tringa hypoleuca*  
 \* *Tringa glareola*  
*Numenius arquata*  
 \* *Gallinago gallinago*  
*Alauda arvensis*  
*Motacilla flava*  
*Saxicola rubetra*

## 8. Trstje

Porašča predele, ki so najdalj časa pod vodo (Zadnji kraj, južni del jezera), vendar je to trstje večinoma zelo redko in služi le kot kritje vrstam, ki tu delajo plavajoča gnezda (*Podiceps ruficollis*). Gostejše trstje, ki je pomembno za številne druge ptiče, pa je ob robu Dojice, ob potokih Goričica, Lipsenjščica, ter nekaterih drugih pritokih. V predelih s trstjem gnezdijo:



Sl. 2. Pogled na barski predel Dojice, v ozadju Slivnica

\* *Ixobrychus minutus*  
*Gallinula chloropus*  
*Fulica atra*

*Acrocephalus schoenobaenus*  
*Acrocephalus arundinaceus*  
*Emberiza schoeniclus*

V predelih Dojic, kjer je trstje najredkejše, je pogost gnezdilca *Saxicola rubetra*. V trstju smo redno videvali vrsto *Motacilla flava*, vendar se nismo mogli prepričati ali tam tudi gnezdi, ali samo v sosednjih predelih brez trstja. Vrsto *Podiceps ruficollis* bi morali pravzaprav šteti med gnezdilce stoječih celinskih voda, ki pa jih v tem delu ne izdvajamo.

### 9. Jezerski pritoki

Za gnezdenje ptičev so zanimivi njihovi bregovi, ki jih večinoma porašča razno grmovje in trstje, ponekod pa so razmeroma visoki useki v breg, kjer bi utegnile gnezdit nekater vrste. Predvsem tam, kjer vode tečejo skozi naselja, so struge deloma regulirane s škarpami, kjer so prav tako ustrezni pogoji za spletnje gnezd. Ker smo te predele le bežno pogledali, navajamo verjetne gnezdilce:

\* *Alcedo atthis*  
 \* *Riparia riparia*

\* *Motacilla cinerea*

### 10. Naselja

Mnoge vrste so glede mest za gnezdenje vezane na poslopja. V naseljih obravnavanega predela gnezdi na stavbah naslednje vrste:

\*\* *Ciconia ciconia*  
*Falco tinnunculus*  
*Streptopelia decaocto*  
*Apus apus*  
*Hirundo rustica*  
*Delichon urbica*

*Motacilla alba*  
*Coloeus monedula*  
*Muscicapa striata*  
*Phoenicurus ochruros*  
*Passer domesticus*

Čeprav omenjene vrste štejemo kot gnezdilce na stavbah, si nekatere zberejo tudi drugačna mesta. Tako vrsta *Motacilla alba* gnezdi tudi po raznih škarpah izven naselij, zadnji znani par belih štokelj pa je imel gnezdo na smreki ob vasi Otok.

## SISTEMATSKI DEL

V pregledu vrst ptičev obravnavanega predela, podajamo lastne terenske podatke, podatke o materialu, ki ga hrani Prirodoslovni muzej Slovenije (PMS), v dveh primerih navajamo dermoplastične preparate, ki jih hranijo domači lovci. Pri materialu, ki ga hrani PMS v študijski zbirki, navajamo inventarno številko, pod katero je vpisan datum pridobitve osebk, spol, kraj in ime zbiratelja. Pri preparatih, ki so v razstavnici zbirki muzeja, je poleg inventarne številke oznaka (r. zb.). Pri najstarejših preparatih razstavne zbirke, povzemamo iz dokumentov podatke o kraju, eventualni datum, leto razstave (l. r.) in ime





Sl. 3. Gnezdo liske (*Fulica atra*) v trstju ob Dojicah, v katerega sta dve samici znesli 16 jajc, eno je še ob robu gnezda, dve pa sta padli v vodo (6. 5. 1975)

darovalca (dar.). En podatek je iz stare zbirke delno uničenih mehov, zato je inventarna številka v oklepaju, en podatek pa je iz oološke zbirke (ool.). Nekatere podatke smo vzeli iz muzejske zbirke tekutov (zb. tek.), kjer so vpisani gostitelji pridobljeni na obravnavanem območju. Pri tem navajamo inventarno številko na teh gostiteljih pridobljenih tekutov.



Dva podatka nam je posredoval kolega R. Smerdu z Zavoda SRS za spomeniško varstvo, enega pa A. Šmuc, preparator PMS. V vseh primerih je izvor podatka naveden.

Pri oznakah legita (leg.) uporabljamo naslednje okrajšave: F. Barbič — F. B., L. Breskvar — L. B., J. Gregori — J. G., J. Schiebel — J. Sch., A. Šmuc — A. Š. in A. Werli — A. W.

Nekatere vrste označujemo kot stalne, s predpostavko, da se na obravnavanem območju pozimi pojavljajo severne populacije.

1. *Gavia arctica* (Pontoppidan), severni slapnik.

Material: 1. št. 666 (r. zb.), Cerknško j., l. r. 1856, dar. A. Galle. 2. št. 671 (r. zb.), ♂, Cerknško j., l. r. 1856, dar. A. Galle.

2. *Podiceps ruficollis* (Pallas), mali ponirek. Razmeroma pogost gnezdilec, pozimi priletijo na jezero tudi od drugod. 12. 12. 1973 jih je bilo v Strženu proti Obrhu okoli 65.

Material: 1. št. 575, 16. 3. 1949, ♀, Laze - Jezerski potok, leg. A. Š.

3. *Ixobrychus minutus* (L.), mala bobnarica. Na Dojicah se je 6. 5. 1975 zadrževal v trstju lep samec, kasneje smo naleteli še na samico.

4. *Nycticorax nycticorax* (L.), ponočna čaplja. Registrirali smo jo samo 7. 5. 1975 na Dojicah, kjer sta se zadrževala dva osebka in kasneje odletela v smeri Cerknice.

5. *Ardeola ralloides* (Scopoli), čopasta čaplja. 30. 5. 1974 se je ena zadrževala ob Goričici, 7. 5. 1975 prav tako ena ob Lipsenjščici. R. Smerdu jih je pet registriral 1. 5. 1977 na Dojicah.

6. *Egretta garzetta* (L.), mala bela čaplja. Ob robu jezera se zadržujejo posamezne ali v manjših skupinah (2-4). Vsa opažanja so bila v mesecu maju.

7. *Ardea cinerea* L., siva čaplja. Registrirali smo jo skoraj ob vseh obiskih, posamezne so ob vodi lovile hrano. 14. 3. 1974 smo jih našli 14.

Material: 1. št. 1014 (r. zb.), 29. 7. 1923, juv. ♀, Cerknica, dar. A. Werli

8. *Ardea purpurea* L., rjava čaplja. Dvakrat smo registrirali posamezen primerek: 30. 5. 1974 je sedela ob bregu na Goričici in nato odletela čez jezero in tam sedla v gosto grmovje; 30. 5. 1975 je bila ena na Osredku.

9. *Platalea leucorodia* L., navadna žličarka. Po podatkih R. Smerduja, sta bili 1. 5. 1977 dve na Dojicah, kjer sta ob vodi iskali hrano. Uspelo mu je narediti odlične posnetke s 16 mm filmsko kamero in sicer ju je posnel na tleh in kasneje pri odletu.

10. *Ciconia ciconia* (L.), bela štorclja. Po pripovedovanju domačinov, so gnezdile še pred nekaj leti (Lipsenj). Znano je bilo tudi gnezdo na visoki smreki v vasi Otok, ki se je ob nekem neurju prevrnilo. 17. 4. 1974 je bila ena sama v trstju ob Dojicah. Bolj zanimivo je opažanje 3. 6. 1977, ko je bil na skoraj istem mestu na Dojicah par, ki je tesno skupaj stikal za hrano. Možno, da je kje v bližini gnezdil.

11. *Ciconia nigra* (L.), črna štorclja. Okoli leta 1960 je gnezdila na polotoku Drvošču pri vasi Otok. Neki lovec je eno ubil na gnezdu, druga pa je gnezdo zapustila (Gregori 1966). Kasneje se črna štorclja ni več pojavila.

12. *Anser fabalis* (Latham), njivska gos. Ob robu Dojic jih je 11. 3. 1974 sedelo 34. Vreme je bilo hladno in oblačno, povsod je ležalo okoli 20 cm snega, gladina jezera je bila nizka.



Sl. 4. Gnezdo race mlakarice (*Anas platyrhynchos*) ob bajerju na vrhu Slivnice, 1114 m (16. 5. 1974)

13. *Cygnus olor* (Gmelin), labod grbec. Nagačen mlad primerek ima Alojz Avsec iz Gorenjega Jezera. Na jezeru ga je ustrelil februarja leta 1956.

14. *Cygnus cygnus* (L.), labod pevec.

Material: 1. št. 589 (r. zb.), 10. 4. 1889, Cerkniško j., dar. F. R. Hassberg.

15. *Cygnus bewickii* Yarrell, mali labod. Dokazni primerek hrani Miro Mahne iz Lipsnja, ustrelil ga je na jezeru pozimi leta 1946.

16. *Anas platyrhynchos* L., raca mlakarica. Pogost gnezdilec izven gnezditve pridejo na jezero tudi več tisočglave jate. Navadno so vmes pomešane tudi predstavnice drugih vrst.

Material: 1. št. 342, 22. 4. 1949, ♂, Lipsenjščica - Lipsenj, leg. A. Š.

17. *Anas crecca* L., krehlja. Verjetno gnezdi. Zadržuje se v bližini drugih rac, posamezne pare smo opazovali konec maja.

Material: 1. št. 336, 24. 2. 1949, ♂, Laze - Jezerski potok, leg. A. Š.

18. *Anas penelope* L., raca žvižgavka. 14. 3. 1974 jih je bilo ca. 10 v družbi drugih rac v Strženu. 18. 5. 1976 so bili na Dojicah 2 ♂ in 1 ♀.

19. *Anas acuta* L., raca dolgorepka. Na jezero prihaja redno. 15. 5. 1974 sta 2 ♂ letela ob Strženu, 30. 5. 1975 je bil na Osredku par.

20. *Anas querquedula* L., reglja. Stalna vrsta. Poleg race mlakarice je to najbolj številna rasa na jezeru. Meseca maja smo redno opazovali manjše jate (5—10) samcev, le včasih je vmes po nekaj samic. Njeno gnezditev so potrdili tudi domači lovci.

Material: 1. št. 324, 27. 7. 1952, ♀, Gorenje Jezero, leg. A. Š.

21. *Anas clypeata* L., rasa žličarica. Redno se zadržuje na jezeru v času preleta, zanimiva pa so opažanja, ki sovpadajo s časom gnezdenja. Tako smo 30. 5. 1975 na Osredku opazovali šest samcev, vmes ni bilo niti ene samice.

22. *Aythya ferina* (L.), rasa sivka. 15. 5. 1974 je par v družbi s čopastimi črnicami plaval po Strženu blizu Dojic.

23. *Aythya nyroca* (G ü l d e n s t ä d t), beoooka rasa. 15. 5. 1974 so se ob Strženu zadrževali 3 samci.

24. *Aythya fuligula* (L.), čopasta črnica. Ker, prav tako kot predhodna vrsta, gnezdi po nekaterih drugih krajih Slovenije, predvidevamo njeno gnezditev tudi za Cerkniško jezero. V času gnezdenja smo jo opazovali 15. 5. 1974, ko so se dva samca in dve samici zadrževali v Strženu blizu Dojic.

25. *Melanitta fusca* (L.), žametna rasa.

Material: 1. št. 284 (zb. tek.), 17. 11. 1955, Cerknica.

26. *Clangula hyemalis* (L.), zimska rasa.

Material: 1. št. 627 (r. zb.), 11. 1858, Cerkniško j., dar. A. G a l l e.

27. *Mergus serrator* L., srednja žagarica.

Material: 1. št. 9349 (zb. tek.), 12. 11. 1964, Cerkniško jezero.

28. *Pandion haliaëtus* (L.), ribji orel. 12. 5. 1978 je krožil nad jezerom ob robu Dojic. Ko je ujel ribo, jo je odnesel v smeri proti Obrhu in izginil v gozdu. Uspeli smo ga nekajkrat fotografirati.

29. *Pernis apivorus* (L.), sršenar. Nikdar ga nismo registrirali ob naših obiskih, čeprav ima vse možnosti za gnezdenje, z gotovostjo pa lahko predvidevamo, da je gnezdil v preteklosti.

Material: 1. št. 431, 5. 7. 1951 ♂, Dolenje Jezero, leg. A. Š. 2. št. 3629 (zb. tek.) 15. 5. 1960, Cerknica.

30. *Accipiter gentilis* (L.), kragulj. Po naših opažanjih je maloštevilen. 30. 5. 1974 je letel kragulj iz smeri Drvošča proti Goričici. Opazila ga je vrana, ki je ravno nesla hrano v kljunu. Takoj je hrano izpustila in začela divje slediti kragulju in ga napadati. Sledila mu je daleč proti Slivnici.

31. *Accipiter nisus* (L.), skobec. Prav tako maloštevilen.

32. *Buteo buteo* (L.), navadna kanja. Pogost gnezdilec, na katerega smo naleteli skoraj ob vseh naših obiskih.

Material: 1. št. 1780 (r. zb.), ♂, Grahovo, 7. 3. 1947, dar. S. L e n a r č i č.

33. *Circus gallicus* (G m e l i n), orel kačar.

Material: 1. št. 49 (r. zb.), Cerknica, l. r. 1887, dar. I. M e d e r. 2. št. 1696 (r. zb.), 11. 8. 1940, ♀, Begunje p. C., dar. J. K o c j a n.

34. *Circus pygargus* (L.), močvirski lunj.

Material: 1. št. 280, 5. 7. 1951, ♂, Dolenje Jezero, leg. A. Š.

35. *Falco peregrinus* T u n s t a l l, sokol selec. Po podatkih A. Š m u c a, preparatorja PMS, je še okoli leta 1950 gnezdil v skalovju na severnem pobočju Javornika, od koder je hodil redno loviti na jezero.

36. *Falco subbuteo* L., sokol škrjančar. Na Dojicah smo redno opazovali 1—3 škrjančarje in sicer v naslednjih dnevih: 15. 5. 1974, 6. 5. 1975, 7. 5. 1975, 23. 5. 1975, 30. 5. 1975 in 3. 6. 1977.

37. *Falco tinnunculus* L., navadna postovka. Čeprav je nismo nikdar registrirali, jo po zagotovitvi domačih lovcev, da gnezdi po cerkvenih stolpih, uvrščamo med gnezdilce, vsekakor pa je zelo redka.

Material: 1. št. 175 (ool.), tri jajca, 22. 6. 1913, Martinjak.

38. *Tetrastes bonasia* (L.), gozdni jereb. 16. 5. 1974 so bili ob poti Slivnica - Žerovnica trije, v bližini pa še samica, ki je sedela na mladičih. Samica je pobegnila, pet mladičev, na katerih je sedela pa se je potajilo. 31. 8. 1973 je jereb pel ob Obrhu.

39. *Tetrao urogallus* L., veliki petelin. Po pripovedovanju lovcev veliki petelini redno pojejo na Javorniku.

40. *Perdix perdix* (L.), poljska jerebica. Je zelo redka, registrirali smo samo 14. 3. 1974 par na polju blizu Martinjaka.

41. *Coturnix coturnix* (L.), prepelica. Nekoč zelo pogosta in številna je postala redka. Registrirali smo jo samo dvakrat: 16. 5. 1974 je zjutraj ob 5. uri pela na polju pod Cerknico, 30. 5. 1975 pa se je oglašala na polju pri Dolenjem Jezeru.

Material: 1. št. 890, 27. 7. 1952, ♀, Gorenje Jezero, leg. A. Š.

42. *Phasianus colchicus* L., navadni fazan. Ni pogost.

43. *Rallus aquaticus* L., navadni mokož. En osebek je bil 12. 12. 1973 ob Lipsejščici.

44. *Porzana porzana* (L.), grahasta tukalica.

Material: 1. št. 205, 28. 8. 1903, ?, Cerkniško j., leg. J. Sch.

45. *Crex crex* (L.), kosec. Redek gnezdilec zamočvirjenih travnikov.

Material: 1. št. 875, 27. 7. 1952, ♀, Gorenje Jezero, leg. A. Š.

46. *Gallinula chloropus* (L.), zelenonoga tukalica. Razmeroma pogost gnezdilec, ki smo ga registrirali v večini naših obiskov.

47. *Fulica atra* L., črna liska. Pogost gnezdilec, gnezda delajo v trstičju, tudi v Zadnjem kraju. Registrirali smo jo ob vseh obiskih. 20. 12. 1972 jih je bilo na jezeru več kot 1000. 6. 5. 1975 smo na Dojicah dobili gnezdo s 16 jajci, ki sta jih nanesti dve samici. Polovica jajc je bila nekoliko temnejših. Prav tako smo dobili v gnezdu različna jajca (6 + 5) 30. 5. 1975 na Osredku.

Material: 1. št. 1882 (r. zb.) lobanja, 1. 2. 1952, Cerkniško j., dar. M. Brelih.

48. *Charadrius dubius* Scopoli, mali deževnik.

Material: 1. št. 477 (r. zb.), 17. 4. 1974, ♂, Cerkniško j., leg. J. G. 2. št. 478 (r. zb.), 17. 4. 1974, ♂, Cerkniško j., leg. J. G.

49. *Pluvialis apricaria* (L.), prosenka. 14. 3. 1974 je na travniku ob Strženu posedala jata okoli 50 osebkov.

Material: 1. št. 9427 (zb. tek.), 9. 12. 1964, Cerkniško jezero.

50. *Vanellus vanellus* (L.), priba. Pogost gnezdilec vlažnih travnatih predelov ob jezeru.

Material: 1. št. 170 (zb. tek.), 12. 11. 1956, Cerkniško jezero.

51. *Calidris* sp., prodniki. Številni so se 22. 3. 1972 zadrževali na Dojicah, vmes so bile posamezne kozice.

52. *Philomachus pugnax* (L.), togotnik. Vsa opažanja so bila v maju: 15. 5. 1974 — ob Strženu pri Gornjem Jezeru je bilo okoli 70 samic, vmes 1 samec

s črnim ovratnikom; 6. 5. 1975 — na travnikih ob Strženu je bilo okoli 200 samic, vmes trije samci z močnimi ovratniki (1 črn, 2 rjava); 23. 5. 1975 — ob Lipsenjščici jata okoli 25; 18. 5. 1976 — na Dojicah je bilo 30 samic in en samec s črnim ovratnikom.

53. *Tringa nebularia* (Gunnerus), zelenonogi martinec. Posamezne ali v manjših skupinah smo jih registrirali 27. 4. 1972, 17. 4. 1974, 6. 5. 1975 in 7. 5. 1975.

54. *Tringa ochropus* L., pikasti martinec. 17. 4. 1974 je bil eden ob Strženu, 7. 5. 1975 pa jih je bilo okoli 10 ob Lipsenjščici.

Material: 1. št. 951, 15. 4. 1949, ♂, Cerkniško j. - Lipsenjščica, leg. A. Š.

55. *Tringa glareola* L., močvirski martinec. Od vseh martincev je najpogostejši, vendar maloštevilčen. Posamezne smo srečevali skoraj ob vseh obiskih. 30. 5. 1975 nas je na Osredku močvirski martinec kriče obletaval in nato odletel. Po vsej verjetnosti je imel v bližini gnezdo.

Material: 1. št. 947, 15. 4. 1949, ♂, Cerkniško j. - Lipsenjščica, leg. A. Š.  
2. št. 1522, 15. 5. 1974, ♀, Cerkniško j. - Dojice, leg. J. G.

56. *Tringa hypoleucos* L., mali martinec. Na posamezne smo naleteli skoraj ob vseh obiskih.

57. *Limosa limosa* (L.), črnorepi kljunač. 14. 3. 1974 se je zadrževal eden ob Strženu.

58. *Numenius arquata* (L.), veliki škurh. Poletna vrsta, v raziskanem predelu redno gnezdi 2—3 pari (Dojice, Osredok, ob Lipsenjščici). Spomladi smo posamezne škurhe ali posamezne pare registrirali v naslednjih dneh: 22. 3. 1972, 27. 4. 1972 in 14. 3. 1974.

59. *Scolopax rusticola* L., sloka. Po podatkih domačih lovcev se redno pojavlja ob jesenskem in spomladanskem preletu.

60. *Gallinago gallinago* (L.), kozica. Na posamezne ali manjše skupine smo naleteli v naslednjih dneh: 22. 3. 1972, 27. 4. 1972, 14. 3. 1974 in 3. 6. 1977.

61. *Phalaropus lobatus* (L.), ozkokljuni liskonožec. 7. 5. 1975 jih je 12 plavalo na jezeru ob Dojicah in se občasno obračalo okoli svoje osi.

62. *Larus minutus* Pallas, mali galeb. 7. 5. 1975 jih je ob Dojicah v družbi čiger letalo 41, 40 odraslih in en mladič. Vsi odrasli so imeli črne glave.

63. *Larus ridibundus* L., rečni galeb. Nad jezerom smo jih registrirali v naslednjih dneh: 27. 4. 1972 — okoli 20, 15. 5. 1974 — 11, 16. 5. 1974 — okoli 30 in 23. 5. 1957 — 7 (3 ad. in 4 juv.).

Material: 1. št. 567, 5. 7. 1951, ♀, Dolenje Jezero leg. A. Š.

64. *Larus argentatus* Pontoppidan, srebrni galeb. Registrirali smo ga dvakrat: 6. 5. 1975 — nad jezerom je krožilo 8 mladih, kasneje sta se pridružila dva stara, 30. 5. 1975 — en star.

65. *Chlidonias niger* (L.), črna čigra. Zadržujejo se navadno v družbi beloperutnih čiger. Opazovanja so naslednja 27. 4. 1972 — 10 nad jezerom, 15. 5. 1974 — 1 nad jezerom, 16. 5. 1974 — okoli 100 nad Strženom, 6. 5. 1975 — okoli 170 nad jezerom, in 18. 5. 1976 — okoli 60 nad jezerom.

Material: 1. št. 201, 29. 3. 1923, ♀, Cerknica, leg. A. W.

66. *Chlidonias leucopterus* Temminck, beloperutna čigra. Opazovali smo jih skoraj izključno v družbi s črnimi čigrami. Registrirali smo jih v naslednjih dneh: 16. 5. 1974 — 10 nad Strženom, 6. 5. 1975 — 12 nad jezerom, 7. 5. 1975 — 27 ob Lipsenjščici, in 18. 5. 1976 — 10 nad jezerom.

67. *Columba palumbus* L., golob grivar. Poletna vrsta, gnezdi na pobočjih Javornika.

68. *Streptopelia decaocto* (F r i v a l d s z k y), turška grlica. Stalna vrsta, gnezdi ob naseljih.

69. *Streptopelia turtur* (L.), divja grlica. Poletna vrsta, redek gnezdilec gozdov na pobočju Slivnice.

70. *Cuculus canorus* L., kukavica. Poletna vrsta.

71. *Strix aluco* L., lesna sova. Stalna vrsta. Redno gnezdi v orehu M. Mahnet a v Lipsenju.

72. *Apus apus* (L.), črni hudournik. Poletna vrsta, gnezdi po visokih stavbah.

73. *Alcedo atthis* (L.), vodomec. Glede na njegov areal in biotop predvidevamo, da gnezdi, je pa vsekakor zelo redek. Opazovanja: 28. 8. 1973 — dva ob Strženu, in 12. 12. 1973 — 1 na mostu pri Drvošču.

74. *Upupa epops* L., smrdokavra. Poletna vrsta, leta 1975. je gnezdila pri Gorenjem Jezeru.

75. *Jynx torquilla* L., vijeglavka. Poletna vrsta, redek gnezdilec po vrtovih.

76. *Picus viridis* L., zelena žolna. Stalna vrsta, vendar redka.

77. *Picus canus* G m e l i n, siva žolna. Stalna vrsta, predvsem v gozdovih Javornika.

78. *Dryocopus martius* (L.), črna žolna. Stalna vrsta, gnezdi v gozdovih Javornika.

79. *Dendrocopos major* (L.), veliki detel. Stalna vrsta, povsod pa je zelo redek.

Material: 1. št. 1094, 29. 7. 1952, ♀, Otok pri Cerknici, leg. A. Š.

80. *Riparia riparia* (L.), breguljka. Opazovanja: 7. 5. 1975 — dve sta letali nad Dojicami, kasneje pa se jih je 40 spreletavalo nad Lipsenjščico; 6. 6. 1975 so tri letale ob Dolenjem Jezeru.

81. *Hirundo rustica* L., kmečka lastovka. Poletna vrsta.

82. *Delichon urbica* (L.), mestna lastovka. Poletna vrsta.

83. *Galerida cristata* (L.), čopasti škrjanec. Verjetno gnezdi, vendar smo nanj naleteli samo izven gnezdilne dobe.

84. *Lullula arborea* (L.), hribski škrjanec. Gnezdilec na prisojnih pobočjih z redkim drevjem, vendar zelo redek.

Material: 1. št. 1058, 24. 2. 1949, ♂, Cerknica, leg. A. Š. 2. št. 1059, 24. 2. 1949, ♂, Martinjak pri Cerknici, leg. A. Š. 3. št. 1060, 24. 2. 1949, ♂, Martinjak pri Cerknici, leg. A. Š.

85. *Alauda arvensis* L., poljski škrjanec. Zelo pogost gnezdilec travnatih predelov, tako zamočvirjenih in barjanskih ob jezeru, kot tudi suhih na Slivnici.

86. *Anthus trivialis* (L.), drevesna cipa. Gnezdilec ob robu gozdov, predvsem na Slivnici.

Material: 1. št. 605, 26. 7. 1952, ♂, Otok pri Cerknici, leg. A. Š.

87. *Anthus pratensis* (L.), mala cipa. Opazovanja 14. 3. 1974 so bile posamezne ob Strženu, pravtako posamezne so bile ob Strženu tudi 17. 4. 1974.

88. *Anthus cervinus* (P a l l a s), rdečegrla cipa. Ob Lipsenjščici so 7. 5. 1975 štiri iskale hrano. Ubiti primerek je bil v dobri telesni kondiciji, s plastjo tolšče pod kožo (težak je bil 21 gramov), v želodcu pa je imel razne hrošče (Coleoptera: Curculionidae, Carabidae itd.).

Material: 1. št. 1534, 7. 5. 1975, ♀, Cerknisko j. - Lipsenjščica, leg. J. G.

89. *Anthus spinoletta* (L.) cipa vriskarica. Ob vseh pregledih izven dobe gnezdenja smo jo redno srečevali v manjših skupinah, predvsem v vlažnih predelih ob jezeru.

90. *Motacilla flava* L., rumena pastirica. Redno gnezdi na Dojicah, po oceni 2—3 pari, kot tudi na ostalih vlažnih travnikih.

Material: 1. št. 1519, 15. 5. 1974, ♂, Cerknško j. - Grahovo, leg. J. G.

91. *Motacilla cinerea* Tunstall, siva pastirica. Registrirali smo jo samo izven časa gnezdenja (28. 8. 1973, 31. 8. 1973), čeprav glede na življenjske pogoje verjetno gnezdi ob potokih.

92. *Motacilla alba* L., bela pastirica. Gnezdi, predvsem v bližini naselij in drugod, kjer ima možnost za namestitev gnezda (razne škarpe, skalovje itd.).

Material: 1. št. 596, 26. 6. 1951, ♂, Cerknško j., leg. A. Š.

93. *Lanius collurio* L., rjavi srakoper. Pogosta poletna vrsta, gnezdi predvsem v predelih zaraščenih z gostim grmovjem.

Material: 1. št. 713, 26. 6. 1951, ♂, Cerknško j. - Otok, leg. A. Š.; 2. št. 715, 24. 7. 1952, ♂, Cerknško j. - Otok, leg. A. Š.; 3. št. 716, 24. 7. 1952, ♂, Cerknško j. - Otok, leg. A. Š.; 4. št. 717, 24. 7. 1952, ♀, Cerknško j. - Otok, leg. A. Š.

94. *Lanius excubitor* L., veliki srakoper. Opazovanja: 12. 12. 1973 — eden na drevju ob Obrhu, 14. 3. 1974 — eden sedel vrh drevesa ob Lipsenju.

95. *Oriolus oriolus* (L.), kobilar. Gnezdi predvsem v gozdovih na južnem pobočju Slivnice.

96. *Sturnus vulgaris* L., navadni škorec. Gnezdilec, številan predvsem spomladi in jeseni.

97. *Garrulus glandarius* (L.), šoja. Razmeroma redek gnezdilec.

98. *Pica pica* (L.), sraka. Pogost gnezdilec, gnezdi tudi v gostem grmovju pri Dolenjem Jezeru.

Material: 1. št. 557, 15. 4. 1949, ♀, Cerknica, leg. A. Š.

99. *Nucifraga caryocatactes* (L.), krekovt. Gnezdi v višjih predelih gozdov Javornika. 16. 5. 1974 sta dva sedela na češnji ob vrhu Slivnice.

Material: 1. št. 179, 24. 3. 1911, ♂, Cerknško j. - nad Karlovico, leg. ?; 2. št. 493, 14. 12. 1949, ♀, Gorenje Jezero, leg. A. Š.; 3. št. (1549)?, ?, Cerknško jezero.

100. *Coloeus monedula* (L.), navadna kavka. Leta 1972 so gnezdile na transformatorski postaji ob Lipsenju. Gnezdi jo tudi na cerkvi v Cerknici. 27. 4. 1972 je bilo na polju pri Lipsenju okoli 50 kavk.

101. *Corvus frugilegus* L., poljska vrana, 14. 3. 1974 jih je bilo na polju ob Cerknici 35 v družbi sivih vran in navadnih kavk. 6. 5. 1975 je bilo na travniku ob Strženu pri Gorenjem Jezeru 30 sivih vran, vmes je bila ena stara poljska vrana, ki je kasneje z njimi normalno odletela.

Material: 1. št. 1402, 28. 10. 1966, ♂, Dolenje Jezero, leg. J. G.

102. *Corvus cornix* L., siva vrana. Stalna vrsta, zelo številna.

103. *Corvus corax* L., krokar. Registrirali smo ga samo 16. 5. 1974, ko je letel čez Slivnico in se pri tem oglašal. Verjetno je njegovo gnezdenje v višjih predelih Javornikov, kar so potrdili tudi lovci.

104. *Troglodytes troglodytes* (L.), stržek. Razmeroma pogost gnezdilec gozdov Javornikov.

105. *Prunella modularis* (L.), siva pevka. Razmeroma redek gnezdilec v mladih sestojev iglavcev in ob gozdnih robovih na Javornikih.





Sl. 5. Gnezdo sive vrane (*Corvus cornix*) na jelši blizu Lipsenjščice, komaj 2,5 m od tal. V njem so bila 4 jajca, iz katerih so lezli mladiči (23. 5. 1975)



106. *Acrocephalus schoenobaenus* (L.), bičja trstnica. Gnezdi na Dojicah, v predelih kjer je trstje redko. Pogoste so bile predvsem v letu 1977.

Material: 1. št. (1369), 19. 8. 1911, ♀, Čerkniško jezero.

107. *Acrocephalus palustris* (Bechstein), močvirska trstnica. Gnezdenje smo ugotovili v gostem grmovju ob jezeru pri Dolenjem Jezeru (6. 6. 1975).

108. *Acrocephalus arundinaceus* (L.), rakar. Zelo redek gnezdilec. 30. 5. 1975 smo ugotovili gnezdenje v trstju ob izlivu Žerovniščice, 7. 5. 1975 pa se je eden zadrževal v trstju na Dojicah, ne da bi se oglašal.

109. *Hippolais icterina* (Vieillot), navadni vrtnik. Njegovo gnezdenje smo ugotovili 30. 5. 1974 v sadovnjaku ob vasi Otok.

110. *Sylvia nisoria* (Bechstein), pisana penica. Nedvomno jo lahko štejemo med gnezdilce, presenetljivo pa je, da smo nanjo naleteli samo enkrat, in sicer smo 16. 5. 1974 opazovali par v grmovju blizu vrha Slivnice.

Material: 1. št. 637, 28. 6. 1951, ♂, Čerkniško j. - Otok, leg. A. Š.

111. *Sylvia borin* (Booddaert), vrtna penica. Zelo pogost gnezdilec predelov z gostim grmovjem ob Dolenjem Jezeru.

112. *Sylvia atricapilla* (L.), črnoglavka. Splošno razširjen in pogost gnezdilec.

113. *Sylvia communis* Latham, siva penica. Pogost gnezdilec predelov z grmovjem.

Material: 1. št. 1194, 26. 7. 1952, ♂, Otok pri Čerknici, leg. L. B.; 2. št. 1536, 15. 5. 1974, ♂, Grahovo, leg. J. G.

114. *Phylloscopus collybita* (Vieillot), vrbja listnica. Splošno razširjena in številna.

115. *Phylloscopus sibilatrix* (Bechstein), grmovščica. Redek gnezdilec gozdov Javornikov.

116. *Regulus regulus* (L.), rumenoglati kraljiček. Zelo pogost in številan v gozdovih Javornikov, kot tudi v drugih predelih, kjer sta v gozdu prisotni smreka ali jelka.

117. *Regulus ignicapillus* (Temminck), rdečeglavi kraljiček. Tako po pogostnosti in številu, kot po razširjenosti, je podoben prejšnji vrsti.

118. *Ficedula hypoleuca* (Pallas), črnoglati muhar. Registrirali smo ga dvakrat 27. 4. 1972 je samec na manjši jasi ob Zadnjem kraju lovil mušice na cvetoči češnji in živahno pel, 16. 5. 1974 pa se je eden zadrževal na Slivnici.

119. *Muscicapa striata* (Pallas), sivi muhar. Razmeroma redek gnezdilec sadovnjakov in v redkem gozdu.

120. *Saxicola rubetra* (L.), repaljščica. Zelo pogost gnezdilec travnikov, predvsem zamočvirjenih, z redkim trstjem.

Material: 1. št. 1520, 15. 5. 1974, Grahovo, leg. J. G.

121. *Saxicola torquata* (L.), črnoglati prosnik. Redek gnezdilec travnikov, ki jih obrašča grmovje.

122. *Oenanthe oenanthe* (L.), navadni kupčar. Registrirali smo ga samo enkrat, in sicer se je 27. 4. 1972 eden zadrževal na Dojicah.

123. *Phoenicurus ochruros* (Gmelin), šmarnica. Razmeroma redek gnezdilec ob naseljih.

124. *Erithacus rubecula* (L.), taščica. Zelo pogost gnezdilec gozdov Javornikov, razmeroma pogosta je tudi na južnih pobočjih Slivnice.

125. *Luscinia megarhynchos* C. L. Brehm, mali slavec. Redek gnezdilec suhih in sončnih grmovnatih predelov ob vzočju Slivnice.

126. *Turdus pilaris* L., brinovka. Jeseni se redno pojavljajo, v zimskem času iščejo hrano predvsem na kopninah ob vodi. Opazovali smo jate 20–30 osebkov.

127. *Turdus merula* L., črni kos. Razmeroma redki gnezdilec.

Material: 1. št. 1126, 24. 7. 1952, ♀, Otok pri Cerknici, leg. A. Š.

128. *Turdus philomelos* C. L. Brehm, cikvrt. Razmeroma redki v gozdnatih predelih Javornikov.

129. *Turdus viscivorus* L., carar. Stalna vrsta, jeseni njihovo število naraste. V času gnezdenja redki v gozdovih Javornikov in Slivnice.

130. *Aegithalos caudatus* (L.), sinica dolgorepka. Redki gnezdilec po vrtovih in v gozdu.

131. *Parus palustris* L., vrbja sinica. Stalna vrsta. Gnezdi predvsem v sončnih predelih z redkejšim drevjem.

132. *Parus montanus* Baldenstein, gorska sinica. Pogosti gnezdilec hladnejših mešanih gozdov s smreko ali jelko.

133. *Parus cristatus* L., čopasta sinica. Redki gnezdilec gozdov na Javornikih.

134. *Parus ater* L., menišek. Zelo pogosti gnezdilec in splošno razširjen v gozdovih, predvsem na Javornikih. 16. 5. 1974 smo v gozdu na južnem pobočju Slivnice dobili meniškovo gnezdo v luknji v zemlji.

135. *Parus caeruleus* L., plavček. Razmeroma redki gnezdilec sončnih gozdnih predelov, ob gozdnem robu in po sadovnjakih.

136. *Parus major* L., velika sinica. Splošno razširjena v gozdovih in v drugih predelih z drevjem, vendar razmeroma redka.

137. *Sitta europaea* L., brglez. V času gnezdenja smo nanj naleteli v sadovnjakih in v gozdovih Javornikov.

Material: 1. št. 1160, 26. 7. 1952, ♀, Otok pri Cerknici, leg. A. Š.

138. *Certhia familiaris* L., dolgoprsti plezavček. Razmeroma pogosti, vendar maloštevilni gnezdilec gozdov Javornikov.

139. *Passer domesticus* (L.), domači vrabec. Gnezdi po naseljih.

Material: 1. št. 790, 29. 7. 1952, ♀, Otok - Cerkniško j., leg. A. Š.

140. *Passer montanus* (L.), poljski vrabec. Redki gnezdilec sadovnjakov in ob robu polj, kjer so manjše skupine drevja.

141. *Fringilla coelebs* L., škinkavec. Splošno razširjen, ponekod zelo pogosti in številni.

142. *Fringilla montifringilla* L., pinoža. Redni zimski gosti.

143. *Serinus serinus* (L.), grilček. Gnezdi ob robu sončnih gozdov in po sadovnjakih.

Material: 1. št. 773, 25. 7. 1952, ♂, Otok - Cerkniško j., leg. A. Š.

144. *Carduelis chloris* (L.), zelenec. Gnezdi v sadovnjakih in v odprtih predelih z drevjem.

Material: 1. št. 644, 26. 7. 1952, ♂, Otok - Cerkniško j., leg. A. Š.; 2. št. 646, 26. 6. 1951, ♂, Otok - Cerkniško j., leg. A. Š.

145. *Carduelis spinus* (L.), čizek. Redni zimski gost, v času gnezdenja smo ga registrirali samo 6. 5. 1975 na pobočju Javornikov, kjer verjetno gnezdi.

146. *Carduelis carduelis* (L.), lišček. Gnezdi predvsem po sadovnjakih.

Material: 1. št. 1798 (r. zb.), 8. 12. 1949, ♂, Gorenje Jezero, leg. F. B.

147. *Acanthis cannabina* (L.), repnik. Gnezdilec travnatih predelov s kamenjem in redkim grmovjem na Slivnici in ob vznožju Slivnice. Razmeroma pogost gnezdilec je tudi v predelu z grmovjem ob jezeru pri Dolenjem jezeru.

148. *Loxia curvirostra* L., mali krivokljun. Registrirali smo jih samo 12. 12. 1973, ko jih je pet sedelo na smrekah ob Obrhu.

149. *Pyrrhula pyrrhula* (L.), kalin. Stalna vrsta, gnezdi v gozdovih na pobočju Javornikov.

150. *Coccothraustes coccothraustes* (L.), dlesk. Stalna vrsta, gnezdi v gozdovih na južnem pobočju Slivnice.

151. *Emberiza citrinella* L., rumeni strnad. Stalna vrsta, gnezdi v bolj sončnih predelih ob robu gozda, na poljih, kjer so manjše skupine ali posamezna drevesa, ter v predelih z grmovjem.

Material: 1. št. 121, 30. 3. 1910, ♂, Cerknica, leg. ?; 2. št. 752, 25. 7. 1952, ♂, Otok - Cerknisko j., leg. A. Š.

152. *Emberiza cia* L., skalni strnad. Redek gnezdilec ob vznožju Slivnice.

153. *Emberiza schoeniclus* (L.), trstni strnad. V predelu poraščenem s trstjem ob robu Dojic je bil 15. 5. 1974 par, ki je kazal znake, da tam gnezdi. Samca smo ustrelili in preparirali za ornitološko zbirko PMS. Na skoraj istem mestu je 7. 5. 1975 pel drug samec. 18. 5. 1976 se je oglašal samec v trstju pod Lipsenjem, v bližini pa je bil še en par. Par je bil ob Lipsenjščici prav tako 3. 6. 1977, iz česar lahko naredimo zaključek, da je trstni strnad reden gnezdilec ob Cerkniskem jezeru.

Material: 1. št. 1521, 15. 5. 1974, ♂, Cerknisko j. - Dojice, leg. J. G.

## RAZPRAVA

Pomembnost Cerkniskega jezera, ki mu jo pripisujemo tudi po ornitološki plati, je predvsem v tem, da nudi ustrezne življenjske razmere ptičem ki so vezani na vodo in močvirne predele, tako ob selitvi kot v času gnezdenja. Ob selitvah pride tu do velikih koncentracij severnih populacij, in to prav tistih skupin ptičev, ki so v današnjem času najbolj ogrožene zaradi krčenja in uničevanja njihovih biotopov.

Pregled gnezdilcev obravnavanega območja podajamo v ekološkem delu. Posebej velja omeniti redno gnezdenje vrste *Numenius arquata*, saj je Cerknisko jezero, poleg Ljubljanskega barja edina lokaliteta, kjer ta vrsta gnezdi v Sloveniji oziroma Jugoslaviji. To je obenem skrajna južna točka njenega areala v srednji Evropi (V o o u s 1962).

Zanimivo je gnezdenje vrste *Emberiza schoeniclus* (Gregori 1977 b), ki je reden in razmeroma pogost gnezdilec v trstju ob Dojicah. Med gnezdilci omenjamo vrsto *Hippolais icterina*, za katero smo ugotovili gnezdenje v sadovnjaku. Po naših dosedanjih opazovanjih dopuščamo možnost, da v obravnavanem predelu gnezdi še dva predstavnika rodu *Hippolais* (*H. polyglotta* in *H. pallida*), kar bomo skušali ugotoviti v prihodnji gnezdilni dobi.

Za številne vrste navajamo, na osnovi naših opazovanj, da je njihovo gnezdenje verjetno oziroma možno, kar zasluži poseben poudarek v sedanji stopnji obdelave ptičev gnezdilcev in so obenem napotila za bodoče raziskave. Predstavniki obsežne skupine močvirnikov (*Ciconiiformes*) se redno zadržu-

jejo ob jezeru, med njimi je možno gnezdenje vrste *Ciconia ciconia*, verjetno pa je za vrsto *Ixobrychus minutus*.

Druga obsežna skupina, ki je med vsemi najbolj interesantna za lov, so plojkokljuni (*Anseriformes*). Na jezero včasih prilete več tisočglave jate, v katerih so pomešane različne vrste. Naš popis vrst je razmeroma skromen, zanimiva so predvsem opažanja, ki kažejo, da je verjetni gnezdilec *Anas crecca*, možno pa je računati z gnezditvijo vrst *Aythya nyroca* in *Aythya fuligula*, katerih gnezdenje smo že ugotovili v Sloveniji.

Cerkniško jezero je pomembno tudi za številno in raznoliko skupino pobrežnikov (*Charadriiformes*), ki se tu ustavljajo ob selitvi, ali pa tu gnezdiijo. Med verjetne gnezdilce uvrščamo vrste *Tringa hypoleuca*, *Tringa glareola* in *Gallinago gallinago*. Nedvomno tu gnezdiijo tudi vrste iz drugih skupin, ki so vezane na vodo oziroma vlažne travnike.

Kot poseben biotop obravnavamo jezerske pritoke, za katerega kot verjetne gnezdilce štejemo vrste *Alcedo atthis*, *Riparia riparia* in *Motacilla cinerea*. Z vso upravičenostjo bi k temu biotopu lahko šteli tudi dele jezerske obale, kjer omenjene vrste najdejo ustrezna mesta za gnezdenje.

Pri obravnavi posameznih gozdnih združb omenjamo verjetne in možne gnezdilce, čeprav smo jih našli na gnezdenju v drugih biotopih, za celotno obravnavano območje pa so verjetni gnezdilci *Corvus corax*, *Carduelis spinus* in *Loxia curvirostra*. Vrsto *Carduelis spinus* uvrščamo med verjetne gnezdilce na podlagi ene same registracije vendar smo se za to odločili na osnovi naših ugotovitev, da je reden in razmeroma številen gnezdilec na bližnjem Snežniku, in sicer v enakem biotopu. *Loxia curvirostra* je glede gnezdenja izjema, ki ni vezana na letni čas, pač pa zavisi od količine semena iglavcev, ki v veliki meri poraščajo tudi obravnavano območje.

Naš sedANJI zapis o ptičih Cerkniškega jezera in okolice je predvsem ugotavljanje trenutnega stanja, z bodočimi raziskavami pa bomo lahko naredili tudi določene zaključke glede dinamike posameznih populacij. Vendar že sedaj lahko rečemo za nekatere vrste, da je njihovo število močno upadlo. To velja predvsem za vrsti *Coturnix coturnix* in *Perdix perdix*, za kateri domači lovci pripovedujejo, da so bile še pred nekaj leti številne, mi pa smo jih komaj da še registrirali. Predvsem prepelico je lahko odkriti, ker se pogosto oglašja, a smo jo kljub pozornosti registrirali samo dvakrat.

Vsekakor se je zmanjšalo število predstavnikov vrst *Ciconia ciconia*, *Ciconia nigra* in *Falco peregrinus*, ki jih lahko označimo kot bivše gnezdilce. Za prvo od naštetih ugotavljamo, da je njeno gnezdenje postalo spet možno. Zanimiv je primer ek *Circus pygargus* iz gnezdilne dobe. Njegova gnezditev tedaj ni bila potrjena, glede na ustreznost biotopa, ki ga naseljuje, pa jo dopuščamo. Med ujedami (*Falconiformes*) je najbolj številna vrsta *Buteo buteo*, razmeroma številne zapise pa imamo tudi za vrsto *Falco subbuteo*, ki ga uvrščamo med verjetne gnezdilce. Za ostale ujede ugotavljamo, da so podpopovprečno številne glede življenjskih pogojev v obravnavanem območju (predvsem *Falco tinnunculus*).

Od vrst, ki se pojavljajo kot preletniki ali zimski gosti, je vsekakor pomembna registracija vrste *Platalea leucorodia*. O njenem pojavljanju v Sloveniji imamo bore malo podatkov, verjetno pa bo to drugo opažanje v tem sto-

letju. Pomembno je tudi opazovanje vrste *Phalaropus lobatus*, ki je druga do sedaj znana registracija v Sloveniji (prva: primerki iz Sečoveljskih solin).

V velikih jatah rac, ki se pojavljajo na jezeru, so verjetno tudi razne redke vrste. Navajamo konkretne podatke za vrsti *Melanitta fusca* in *Clangula hyemalis*.

Cerkniško jezero je pomembno območje, kjer se na selitvi zaustavljajo razni predstavniki galebov in čiger. Podatki, ki jih navajamo, so zanimivi s fenološkega vidika, obenem pa dopolnjujejo razmeroma maloštevilne podatke o nekaterih vrstah (*Larus minutus*, *Chlidonias leucopterus*).

Zanimiva skupina plojkokljunov so labodi, ki se pojavljajo na jezeru kot izjemno redki gosti. Pomembna je predvsem najdba vrste *Cygnus bewickii*, za katerega podajamo prvi podatek za ozemlje Slovenije, za ozemlje Jugoslavije pa je to 4. podatek (Matvejev, Vasić 1973). Primerki *Cygnus bewickii*, ki ga hrani M. Mahne iz Lipsenja, je adulten, njegove biometrične podatke primerjamo s podatki, ki jih navaja Hartert 1920: 1273 (tabela 1).

Ker se mere desne in leve strani razlikujejo, podajamo srednjo vrednost. Tako po biometričnih podatkih, kot po risbi kljuna (slika 6) vidimo, da je sistematska pripadnost obravnavanega primerka nesporna.

Nova vrsta v favni Slovenije je tudi *Anthus cervinus*, o njeni najdbi smo že podali kratko sporočilo (Gregori 1977 a).

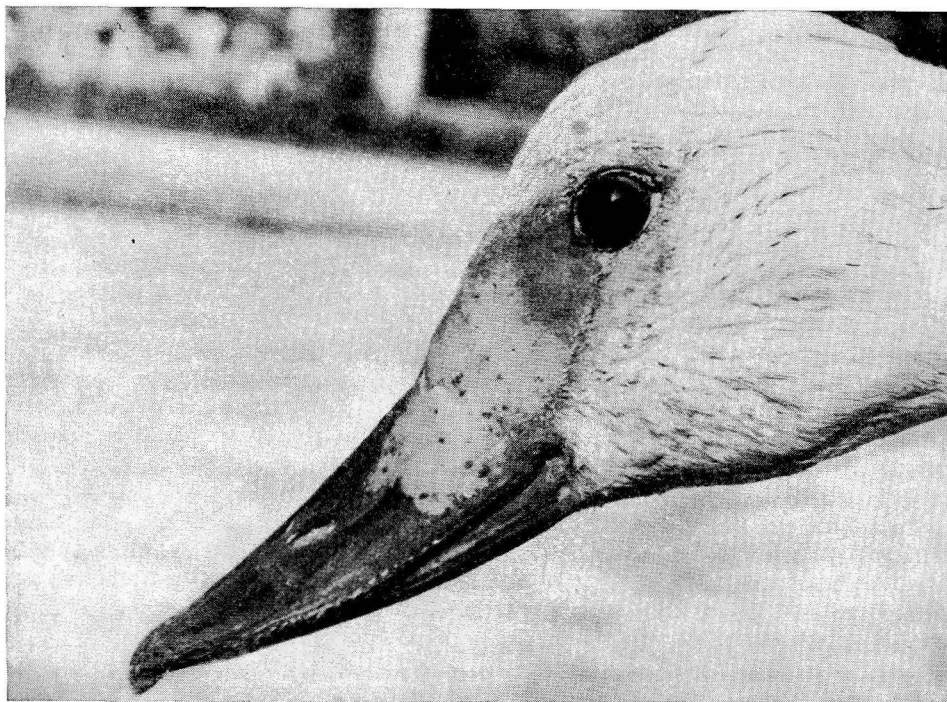
Tabela 1. Biometrična primerjava vrst

Vrsta	Perut	Rep	Kljun od konca perja na čelu	Kljun od kota ust	Kračnica	Srednji prst s krepiljem
<i>Cygnus cygnus</i> (Hartert)	580—635	170—205	92—116	90—105	98—120	145—160
<i>Cygnus bewickii</i> (Hartert)	480—540	140—175	87—96			115—128
<i>Cygnus bewickii</i> (Gregori)	535	132	84	85	119	119

## ZAKLJUČKI

1. V tem delu obravnavamo v glavnem severovzhodni del jezera, transekte pa smo opravili tudi na Slivnici in na severnih pobočjih Javornikov. Glede podatkov smo se omejili predvsem na lastne terenske zapiske in na material, ki ga hrani Prirodoslovni muzej Slovenije v Ljubljani. Ker je to prispevek h gradivu o avifavni Cerkniškega jezera in okolice, namenoma uporabljamo samo literaturo ozko vezano na naše raziskave. Celotno literaturo bomo navedli pri dokončni obdelavi tamkajšnjih ptičev.

2. V obdobju od leta 1966 do 1977 smo opravili 18 terenskih pregledov, poleg tega smo se 6-krat ustavili tu za krajši čas.



Sl. 6. Glava malega laboda (*Cygnus bewickii*), ki ga hrani M. Mahne iz Lipsenja

3. Obravnavani predel smo zaradi preglednosti razdelili na deset biotopov in v zvezi z njimi podajamo ekološke karakteristike vrst, ki v njih gnezdijo.

4. Navajamo podatke za 153 taksonov (152 vrst in 1 rod), od tega gnezdijo 85 vrst, verjetnih gnezdilcev je 13, možnih gnezdilcev pa 3 vrste. Ker so zbrani podatki še skromni, pri gnezdilcih posameznih biotopov ne navajamo njihove abundance niti frekvence, ampak jih samo naštevamo.

5. Dosedanji seznam ptičev Slovenije dopolnjujemo z dvema vrstama.

6. Za nekatere vrste ugotavljamo, da se je njihovo število zmanjšalo, med njimi so tudi take, ki jih po dosedanjih podatkih štejemo med bivše gnezdilce.

7. Cerkniško jezero je izredno zanimivo za gnezdenje in prelet ptičev, zato mu je treba posvetiti vso pozornost tudi po naravovarstveni plati. V Inventarju najpomembnejše naravne dediščine Slovenije (1976) je predlagano za zavarovanje kot naravni spomenik. Predlagano je bilo tudi za uvrstitev v seznam svetovne naravne dediščine, potem ko je podpisala Jugoslavija mednarodno konvencijo za zaščito močvirnih biotopov.

8. Vso skrb je treba posvetiti ohranitvi biotopov v neposredni okolici jezera, ki so ozko povezani z režimom nihanja vodne gladine. Že neznatne spremembe lahko povzročijo nepričakovane posledice, na kar naj posebej pazijo načrtovalci različnih posegov v jezero in okolico, tako urbanističnih kot hidroloških. Ob

skrbi za ohranitev biotopov pa ne smemo pozabiti na posamezne vrste, posebno najbolj ogrožene. Zato ob koncu podajamo konkreten predlog: na strehe in drevje bi bilo umestno postaviti nekaj primernih ogradij (mogoče vodoravno položeno odsluženo kolo), kamor bi štoklje (in mogoče tudi ujede) lahko naredile gnezdo in spet začele gnezditi, saj ostale pogoje, kot vemo, tu imajo.

### Zusammenfassung

#### BEITRAG ZUR KENNTNIS DER VÖGEL AM CERKNIŠKO JEZERO (SEE VON CERKNICA) UND IN SEINER NÄHEREN UMGEBUNG

Der See von Cerknica und seine Umgebung gehört dem dinarischen Hochkarstgebiet mit seinem dinarisch-kontinentalen Klima an. Den Grund des Beckens (548 m Seehöhe) nimmt der periodische See ein, der bei höchstem Wasserstand eine Fläche von 26 km<sup>2</sup> bedeckt.

Unsere Untersuchung der Vogelwelt konzentrierte sich vor allem auf den nordöstlichen Teil des Sees. Bezüglich der Daten, die wir in der vorliegenden Abhandlung anführen, haben wir uns auf unsere eigenen, im Terrain gemachten Notizen und das Material beschränkt, das im Naturkundlichen Museum Sloweniens in Ljubljana verwahrt wird. Die Daten sammelten wir in den Jahren 1966 bis 1977, und zwar führten wir 18 längere und 6 kürzere Erkundungen des Geländes durch.

Wir behandeln 153 Taxone (152 Arten und 1 Gattung); von diesen sind 85 Nistvögel, vermutliche Nistvögel gibt es 13 (*Ixobrychus minutus*, *Anas crecca*, *Falco subbuteo*, *Tringa hypoleuca*, *Tringa glareola*, *Gallinago gallinago*, *Alcedo atthis*, *Riparia riparia*, *Galerida cristata*, *Motacilla cinerea*, *Corvus corax*, *Carduelis spinus*, *Loxia curvirostra*), möglicher Nistvögel dagegen drei Arten (*Ciconia ciconia*, *Aythya nyroca*, *Aythya fuligula*).

Zwecks ökologischer Übersicht haben wir das behandelte Gebiet in folgende 10 Biotope eingeteilt: 1. Dinarischen Buchen- und Tannenwald (*Abieti - Fagetum dinaricum*), 2. Wald- und Strauchassoziation der flaumigen Eiche und der Hopfenbuche (*Quercus - Ostryetum carpinifoliae*), 3. Gesträuche, 4. Obstgärten und kleinere Baumgruppen längs der Felder, 5. Felder, Wiesen, Weiden und unbebaute Flächen, 6. Heuwiesen mit Trespen und Zwenken (*Bromo - Brachypodietum pinnati*), 7. Moorgrund und feuchte Wiesen, 8. Schilfrohr, 9. Zuflüsse des Sees und 10. Siedlungen. Für jeden Biotop führen wir die Nistvögel, die vermutlichen (\*) und möglichen (\*\*) Nistvögel an. Weil die gesammelten Daten noch dürftig sind, notieren wir bei den Nistvögeln der einzelnen Biotope weder ihre Abundanz noch ihre Frequenz, sondern zählen sie nur auf.

Unter den Nistvögeln ist das regelmäßige Nisten der Art *Numenius arquata* besonders bedeutsam, weil das der südlichste Punkt ihres Areals in Mitteleuropa ist.

Wir stellen fest, daß sich die Zahl der Arten *Coturnix coturnix* und *Perdix perdix* stark vermindert hat. Als einstige Nistvögel (sie nisteten noch vor 20 Jahren) führen wir die Arten *Ciconia ciconia*, *Ciconia nigra* und *Falco peregrinus* an.

Der See von Cerknica ist für die Vogelkunde zur Zeit des Vogelzuges und der Überwinterung außerordentlich interessant, da es hier zu großen Zusammenballungen nördlicher Populationen kommt. Es handelt sich dabei besonders um Vogelgruppen,

die an Gewässer und Moore gebunden sind, welche heutzutage wegen der Schrumpfung und Vernichtung ihrer Biotope am gefährdetsten sind.

Unter den Überfliegern unseres Gebietes ist besonders die Registrierung der Art *Platalea leucorodia* zu erwähnen, die vermutlich das zweite Mal in diesem Jahrhundert in Slowenien beobachtet wurde.

Neue Arten in der Fauna Sloweniens sind *Cygnus bewickii* und *Anthus corvinus* (Gregori 1977 a).

Wegen seiner ornithologischen Bedeutsamkeit verdient der See von Cerknica auch im Sinne des Naturschutzes größere Aufmerksamkeit.

### Literatura

- Gregori, J. 1966: O varstvu ptic v Sloveniji. Varstvo narave 5, 139—149. Ljubljana.
- Gregori, J. 1977 a: Rdečegrla cipa, *Anthus cervinus* (Pallas), nova vrsta favne Slovenije. Larus 29—30, 354. Zagreb.
- Gregori, J. 1977 b: Trstni strnad, *Emberiza schoeniclus* (L.), v času gnezdenja ob Cerkniškem jezeru (Slovenija). Larus 29—30, 354. Zagreb.
- Hartert, E. 1920: Die Vögel der paläarktischen Fauna. Berlin.
- Kunaver, P. 1961: Cerkniško jezero. MK, Ljubljana.
- Matvejev, S. D., V. F. Vasić 1973: Aves. Catalogus faunae Jugoslaviae IV/3. SAZU, Ljubljana.
- Skupina avtorjev, 1976: Inventar najpomembnejše naravne dediščine Slovenije. Zavod SR Slovenije za spomeniško varstvo, Ljubljana.
- Valvasor, J. V. 1669: Die Ehre des Herzogtums Krain.
- Voous, K. H. 1962: Die Vogelwelt Europas und ihre Verbreitung. Paul Parey, Hamburg und Berlin.
- Zupančič, M. 1969: Vegetacijska podoba okolice Cerkniškega jezera. 3. mednarodni mladinski raziskovalni tabor Cerknica, 93—107. Ljubljana.





POMANJKANJE KISIKA  
V PUTICKOVEM JEZERU PLANINSKE JAME

(Z 1 SLIKO IN 2 DIAGRAMOMA)

THE OXYGEN DEFICIT IN PUTICK LAKE OF  
PLANINSKA JAMA

(WITH 1 FIGURE AND 2 DIAGRAMS)

LILI ISTENIČ

SPREJETO NA SEJI  
RAZREDA ZA PRIRODOSLOVNE VEDE  
SLOVENSKE AKADEMIJE ZNANOSTI IN UMETNOSTI  
DNE 13. APRILA 1978

## VSEBINA

Izvleček — Abstract . . . . .	334 (4)
Uvod . . . . .	335 (5)
Metode dela . . . . .	336 (6)
Rezultati in razpravljanje . . . . .	336 (6)
Povzetek . . . . .	346 (16)
The Oxygen Deficit in Putick Lake of Planinska jama (Summary) . . . . .	349 (19)
Literatura . . . . .	352 (22)

**Izvleček**

UDK 551.444.4:551.491.41 (497.12-14)

**Istenič, Lili: Pomanjkanje kisika v Putickovem jezeru Planinske jame. Acta carsologica 8, 330—352, Ljubljana, 1978, lit. 18.**

Pomanjkanje kisika v Putickovem jezeru je reden pojav v obdobjih nizkih vod. Dejansko pomanjkanje kisika dosega v skrajnih pogojih 80 procentov in se v vertikalnem profilu enakomerno razširja. Poraba kisika vode ni v korelaciji z množino organskih snovi, temveč je posledica živahne presnove alohtonega, pretežno anorganskega materiala.

Mineralizacijska aktivnost vode je pogojena s kraško cirkulacijo in hidrokemizmom in je višja v globinskih odtokih prenikle vode kot v ponikalnicah. V prenikli vodi, ki zastaja, se aktivnost zviša še zaradi procesov, vezanih na jamsko ilovico.

**Abstract**

UDC 551.444.4:551.491.41 (497.12-4)

**Istenič, Lili: The Oxygen Deficit in Putick Lake of Planinska jama. Acta carsologica 8, 331—352, Ljubljana, 1978, Lit. 18.**

The oxygen deficit in Putick Lake is regular appearance in the period of low waters. Actual oxygen deficit reaches in extreme conditions 80 per cents and is proportionately extended in vertical profile. Oxygen water uptake is not correlated to the quantity of organic matters but is resulting from vivid transformation of allochthonous, mostly anorganic materials.

Mineralisation water activity is conditioned by karst circulation and hydrochemistry and is higher in deep outflow of seepage water than in sinking rivers. In caught seepage water the activity increases because of processes connected with cave loam.

Naslov — Address:

Dr. Lili Istenič

VTOZD za biologijo in Inštitut za biologijo Univerze Edvarda Kardelja v Ljubljani  
Aškerčeva 12, p. p. 141

61001 Ljubljana, Jugoslavija

## UVOD

Delovna podmena, da ima mirna jamska voda značaj monimolimnija mero-miktičnih jezer (Istenič 1971), je omogočila razširjenje vrednotenja bioloških posebnosti močerila (*Proteus anguinus* Laur.) prek ozko omejenega odnosa zakrnelih oči in depigmentacije z odsotnostjo svetlobe in relativno nizko konstantno temperaturo tudi na presnovo živali in kemizem jamske vode. Velika odpornost živali na hipoksijo v poskusu in izmerjen 75 procentni deficit kisika v Putickovem jezeru na koncu Rakovega rokava Planinske jame sta podprla začrtano smer ekoloških raziskav pri močerilu, obenem pa zahtevala preverjanje najbolj kritičnih parametrov, med katerimi je oksigeniranost vode na prvem mestu.

Predvidevanje nizkih koncentracij kisika v jamskih vodah je v nasprotju s splošno znanimi limnološkimi spoznanji in bistveno različnimi trofičnimi razmerami v površinskih in podzemeljskih vodnih zbirališčih. V površinskih vodah je pomanjkanje kisika pretežno posledica velikih količin razpadajoče organske snovi; v jezerih je zato hipolimnični deficit znak za eutrofnost in v sodobni limnološki praksi je deoksigeniranost tudi signal za sekundarno organsko obremenjene oziroma onesnažene vode. V jamah pa je stopnja trofije nizka, saj je zaradi stalne teme primarna produkcija na račun fotosinteze izključena, naseljenost s heterotrofnimi organizmi redka, in glavni vir organske snovi je od zunaj naplavljeni material ob visokih vodostajih.

Upoštevanje nizke trofije v podzemeljskih vodnih zbirališčih je skrenilo iskanje pogojev, ki bi lahko vplivali na evolucijo jamskih živali. Sklepanje starejših ekološko orientiranih speleologov na znižano oksigeniranost v jamskih biotopih (Jeanne 1943) ni bilo dokazano, in na osnovi kasnejših meritev koncentracije kisika na terenu velja splošno, da so jamske vode dobro oksigenirane (Poulson 1964). Kot pomemben dejavnik, ki vpliva na vrsto prilagoditev pri troglobiontih v pomenu »energetskega varčevanja« pa se poudarja pičla hrana. Meritve kisika v nekaterih naših podzemskih vodnih sistemih, ki jih naseljuje močeril, so bile omejene na predele ponikalnic in so tudi dale vrednosti blizu nasičenosti (Aljančič 1969; Sket 1970).

Pri našem sklepanju o ekoloških pogojih v globljih predelih prenikajoče kraške vode smo izhajali iz manj preučenih in zato tudi splošno malo poznanih primerov v površinskih vodah, ko lahko nastopa deficit kisika tudi v zelo sterilnih jezerih in potreba po kisiku vode ni v korelaciji z endogeno organsko produkcijo (Hutchinson 1967). Potrditev predvidene hipoksije na terenu in splošna fiziognomija lokalitete, ki izključuje vpliv sekundarne organske produkcije, sta nas vodila v nadaljnje raziskave.

Lokaliteta je vključena v speleološko problematičen predel Rakovega rokava. Raztekanje vod v Rakovem rokavu Planinske jame je predmet številnih

razprav (v novejšem času npr. Michler 1955; Savnik 1960; Gams 1966), in se je ponovno pojavilo kot praktično vprašanje v zvezi s trasiranjem avtoceste Vrhnika - Postojna in pri študiju vodnih virov za preskrbo Postojne (Elaborat Inštituta za raziskovanje krasa SAZU in Geodetskega zavoda 1970). V končnem predelu Rakovega rokava se po dosedanjih izsledkih mešajo prenikle javorniške vode in ponorna voda Raka. Skrivnostno jezero (v naši predhodni razpravi imenovano jezero II) predstavlja sistem zaključnega sifona javorniške vode, Putickovo jezero (v naši predhodni raziskavi imenovano jezero I) pa ujeta vodo. Zaradi nepopolno preučenega raztekanja vod v tem delu pa ni ugotovljeno, katera je zadnja voda, ki zastaja v Putickovem jezeru. Nerešena problematika je povezana s težko dostopnostjo, saj že pri srednjih vodostajih preprečujejo dostop zapirachi v kanalu.

V razdobju od leta 1970 do 1977 smo izkoristili skoraj vse možnosti za dostop v ta predel in skušali ugotoviti, ali je pomanjkanje kisika v vodi reden pojav, in dobiti vsaj nekaj podatkov o specifičnih razmerah, ki so za to odgovorne.

### METODE DELA

Vzorčevanje v Putickovem jezeru je obsegalo tri mesta: obalo ( $T_2$ ), sredino jezera na površini ( $T_3$ ) in globino pri dnu približno 2,5 m ( $T_4$ ). Vodo iz kanala smo zajemali na koncu Pisanega kanala ( $T_1$ ), vodo iz sifona pa v Skrivnostnem jezeru ( $T_5$ ) (slika 1).

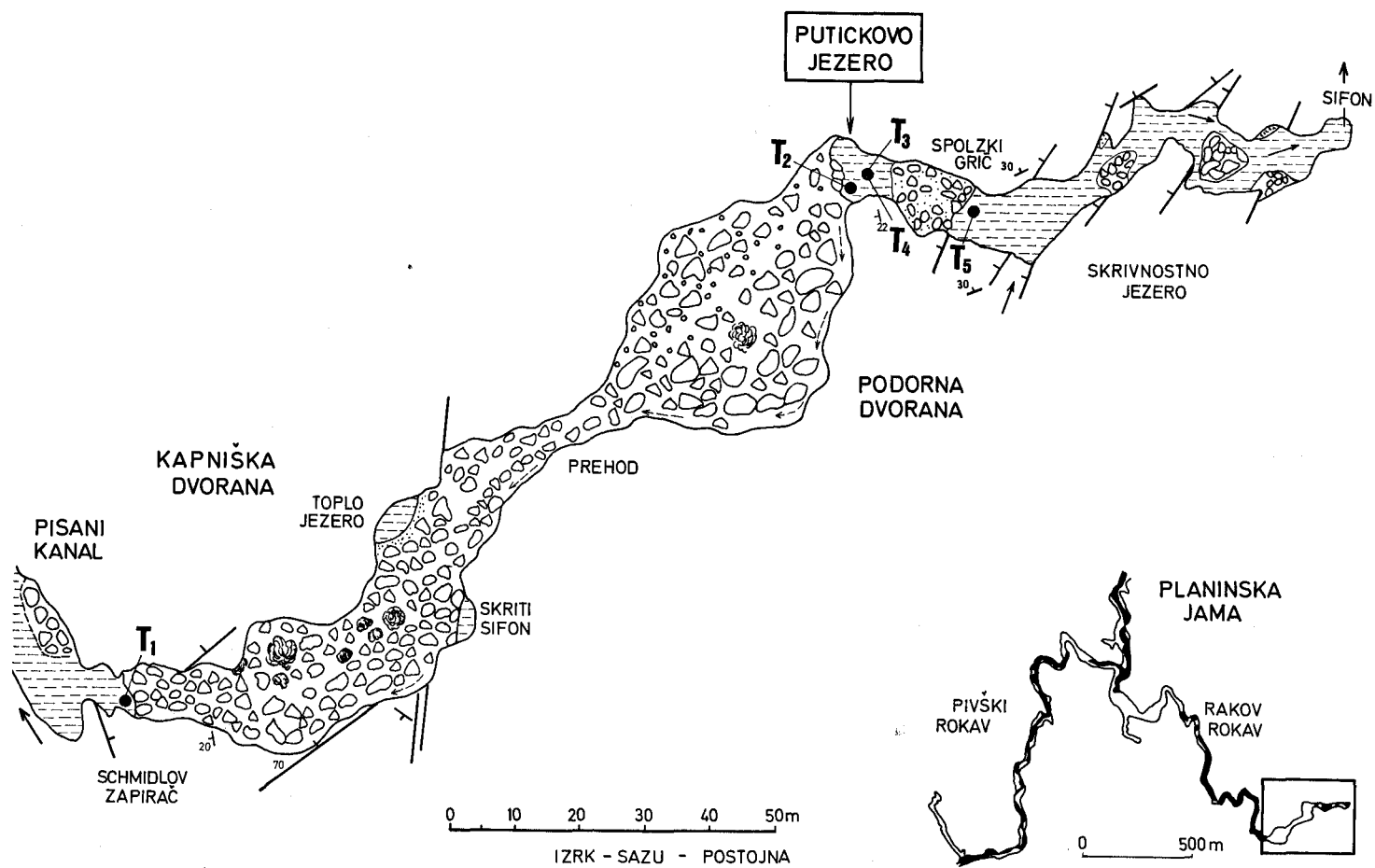
Kisik smo določali z Winklerjevo metodo, celokupno trdoto in Ca-trdoto kompleksometrično, pH s PHM 28 Radiometer Copenhagen. Biokemijsko potrebo po kisiku smo določali na vzorcih, ki so bili pet dni v jami, zato veljajo vrednosti za BPK<sub>5</sub> pri 10° C. Kemijsko potrebo po kisiku (KPK) smo določali s permanganatno metodo, CO<sub>2</sub> v zraku pa z Drägerjevim aparatom za analizo plinov.

Mikroelemente v vodi in sedimentih so določali na Odseku za jedrsko kemijo IJŠ z metodo destruktivne nevtronske aktivacije.

### REZULTATI IN RAZPRAVLJANJE

Deoksigeniranost vode v Putickovem jezeru, ki je bila ugotovljena leta 1970, je bila potrjena v izredno sušnih obdobjih leta 1971, 1973 in 1977 (diagram 1, tabela 1). Znižanje koncentracije kisika v devetih tednih leta 1971, v treh tednih leta 1973 in v dveh tednih v letu 1977 dokazuje, da je oksidacija zelo visoka in, da se nizka oksigeniranost vode razširja enakomerno v vsem vertikalnem profilu. Poleg kisika je tudi trdota ob koncu stagnacije zelo izenačena v globini in površini jezera. Podatki iz leta 1973 za celokupno in Ca-trdoto kažejo, da je prva narasla za eno enoto v površinskem in globinskem sloju vode, Ca-trdota pa se je ustalila na srednji vrednosti med prvotno višjo koncentracijo v globini in nižjo na površini. To pomeni, da so za zvišanje trdote v stagnaciji odgovorne druge soli kot kalcijeve, kar je najbolj očitno v globinskem sloju vode.

Enakomerna razporeditev nizkih koncentracij kisika in zvišane trdote v vertikalnem profilu presenetljivo podpirata podobnost raziskane vode z moni-



Sl. 1 Planinska jama z mesti vzorčevanja  
Fig. 1. Planinska jama with sampling places



molimnijem meromiktičnih jezer. Razlika pa je v tem, da gladina Putickovega jezera ne meji na trofogeni sloj vode temveč na zrak nasičen z vlago. Deficit kisika je dosegel okoli 80 procentov in že pri prvih ekskurzijah se nam je vsiljevala razlaga, da je relativno deoksigeniran tudi zračni prostor nad jezerom. Žal še nismo mogli izmeriti koncentracije kisika v zraku; visoke koncentracije CO<sub>2</sub>, ki presegajo 10 kratne vrednosti zunanjšega zraka, to razlago podpirajo.

Meritve v obdobjih stagnacije so v jezeru potrdile tudi posebnost v zvezi s temperaturo: ponovno je imela voda Putickovega jezera za 2–3° C višjo temperaturo kot voda v končnem sifonu. Temperaturna razlika je prevelika, da bi jo lahko primerjali s temperaturno inverzijo, ki označuje meromiktična jezera, in bolj govori za to, da doteka v jezero ob določenih vodostajih poleg vode iz sifona še kakšen površinski tok. S tem bi se lahko nakazovala možnost, da površinski tok prinaša v jezero večje množine organizmov, ki pri razkrajanju porabljajo kisik. Čeprav že splošni izgled vode, predvsem pa odloženih sedimentov, ne kaže nikakršnih znakov, ki spremljajo razgradnjo odmrlih organizmov, smo skušali to preveriti z določitvijo fosforja in dušika (tabela 2). Vrednosti za fosfate so nizke in tudi precej nižje kot v Pivškem rokavu Planinske jame (Istenič in Kosta, neobjavljeno), kar govori proti možnosti, da bi bil naplavljeni organski material odgovoren za tako visoko porabo kisika. Tudi dušik je bil določen v spojinah in množinah, ki ustrezajo podatkom o izvirih in talnih vodah nepoluiranih področij (Ruttner 1957).

Nadalje smo skušali pojasniti pogoje, ki vodijo v deoksigenacijo. Obdobja nizkih vod nismo sledili le na konicah ampak od začetka, in smo obiske ponavljali v rednih presledkih do kritičnega dviga vodostaja. Poleg ugodnih razmer poleti smo izkoristili tudi zimsko obdobje nizkih vod. V času od 19. februarja do 11. marca 1975 smo sledili razmere, ki so v Rakovem rokavu najmanj opisane, saj so bili zapirachi manj kot en meter nad vodno gladino. Putickovo jezero ni bilo ločeno od sifona in najnižji strop je bil na severovzhodni strani jezera, kjer so na steni značilne črne, rebraste inkrustacije. Raven jezera je padala do 1. marca, nato pa naraščala. Vzorcevali smo vsakih pet dni in analize dopolnili še z meritvami BPK<sub>5</sub> in z enkratno določitvijo mikroelementov v vodi in sedimentih (diagram 2, tabela 3). Voda površine jezera na sredini in ob obali je imela podobne vrednosti za kisik in je kazala samo neznaten padec oksigeniranosti 1. marca. Voda iz globine pa je izkazovala po dveh tednih znatno zmanjšanje koncentracije kisika, pri čemer je oksigeniranost padala počasneje, ko je raven jezera naraščala. Biokemijska potreba po kisiku vode jezera je v tem obdobju na površini sredine jezera enakomerno naraščala, ob obali je bila precej enakomerna, v globini pa so relativno visoke vrednosti za BPK<sub>5</sub> tudi najbolj nihale. Voda Kanala je imela svoj režim tako v oksigeniranosti kot tudi

Diagram 1. Oksigeniranost in trdota vode pri skrajno nizkem vodostaju  
T<sub>1</sub> — · — · — Kanal; T<sub>2</sub> — — — — Putick Lake, bank; T<sub>3</sub> — — — — Putick Lake, center on the surface; T<sub>4</sub> — — — — Putick Lake, center in the depth; T<sub>5</sub> — — — — siphon; ○ celokupna trdota; + Ca-trdota

Diagram 1. Oxygen content and water hardness at extremely low water table  
T<sub>1</sub> — · — · — Channel; T<sub>2</sub> — — — — Putick Lake, bank; T<sub>3</sub> — — — — Putick Lake, center on the surface; T<sub>4</sub> — — — — Putick Lake, center in the depth; T<sub>5</sub> — — — — siphon; ○ total hardness; + Ca hardness

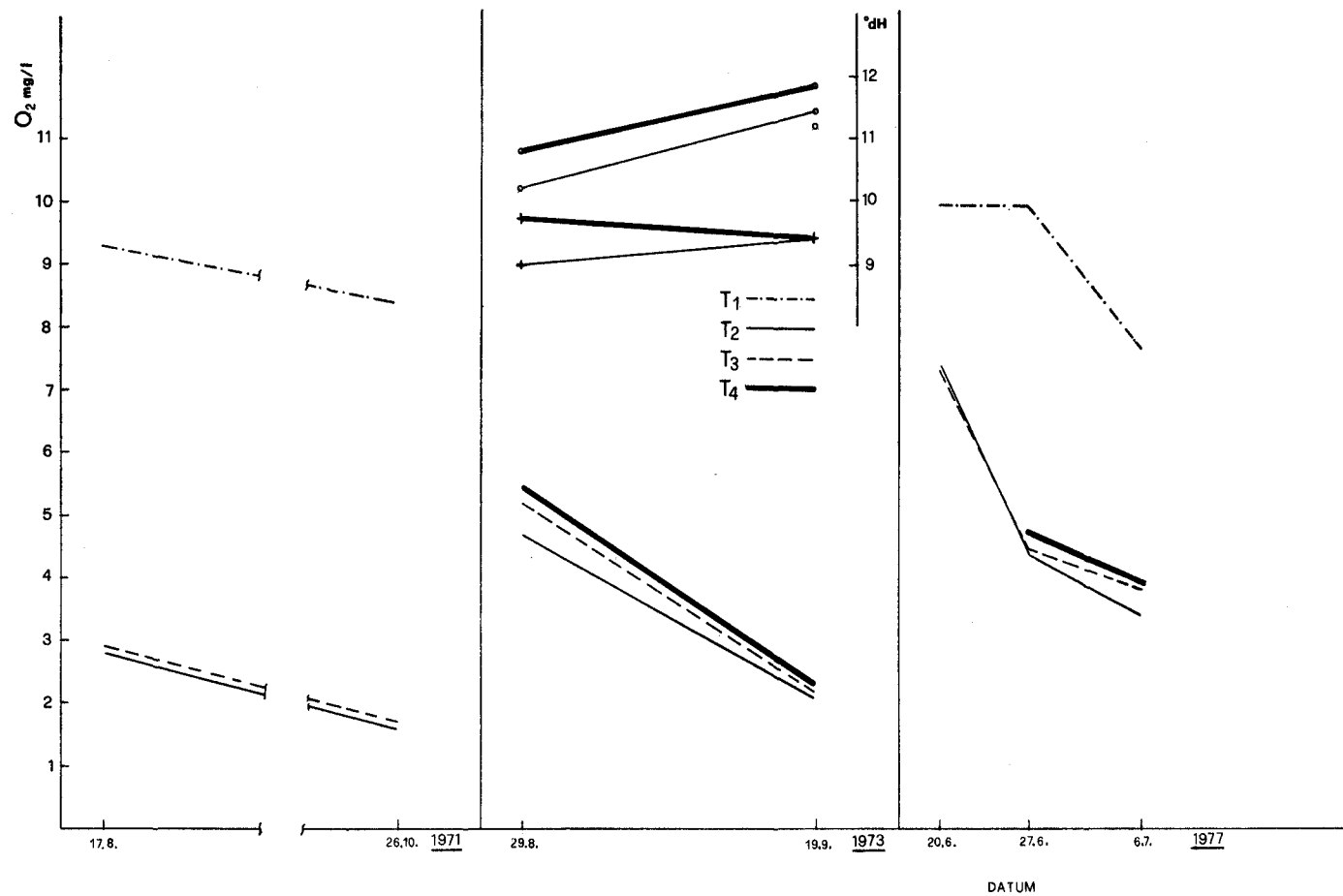


Diagram 1

Tabela 1. Rezultati analize vzorcev iz različnih mest  
Table 1. The results of samples analyses from different points

Lokal.	Datum	O <sub>2</sub> mg/l	BPK <sub>5</sub> 10° C BOD <sub>5</sub> 10° C mg O <sub>2</sub> /l	KPK COD	Trdota v °dH		pH	Voda — Water °C	Zrak — Air	
					total.	Ca			°C	% CO <sub>2</sub>
					Hardness					
T <sub>1</sub>	17. 8. 71	9,3	—	—	—	—	—	—	—	—
	26. 10. 71	8,4	—	—	—	—	—	—	—	—
	19. 2. 75	9,9	0,3	—	10,6	9,0	7,4	8,4	8,4	0,25
	24. 2. 75	10,2	0,3	—	11,2	9,1	7,4	8,5	8,6	0,10
	1. 3. 75	10,4	0,3	—	9,8	8,8	8,2	8,5	8,6	0,08
	6. 3. 75	10,5	0,8	—	10,2	9,0	7,6	8,5	9,4	0,14
	2. 9. 75	9,8	1,0	—	10,8	9,8	7,6	8,7	11,7	> 0,30
	12. 9. 75	9,5	0,5	—	11,1	9,5	7,6	8,6	11,8	> 0,30
	26. 9. 75	7,4	0,2	0,65	10,9	9,7	7,6	9,5	10,2	—
	1. 10. 75	8,1	0,7	0,98	13,9	9,8	8,0	9,4	11,5	—
	6. 10. 75	8,9	0,4	0,38	11,3	10,6	7,8	9,6	11,8	—
	11. 10. 75	8,2	0,5	1,28	10,6	8,8	7,8	9,7	11,4	—
	6. 2. 76	10,4	—	—	11,5	9,2	—	8,4	11,2	—
	20. 6. 77	9,9	—	—	—	—	—	8,6	11,0	—
	27. 6. 77	9,9	—	—	9,8	9,0	7,7	8,4	9,9	—
	6. 7. 77	7,7	0,5	—	10,4	9,6	7,4	8,7	10,7	—
T <sub>2</sub>	17. 8. 71	2,8	—	—	—	—	—	—	—	—
	26. 10. 71	1,6	—	—	—	—	—	11,6	12,2	0,38
	29. 8. 73	4,7	—	—	10,2	9,0	8,2	12,1	—	—
	19. 9. 73	2,1	0,5	—	11,4	9,4	8,3	11,6	—	—
	19. 2. 75	10,1	0,3	—	—	—	—	8,2	—	0,20
	24. 2. 75	9,8	0,6	—	11,2	9,9	7,5	8,2	9,4	0,25
	1. 3. 75	9,6	0,5	—	11,0	9,6	7,7	8,1	8,9	0,20
	6. 3. 75	10,0	0,4	—	10,2	8,6	7,6	8,3	9,5	0,19
	2. 9. 75	7,4	0,8	—	10,5	7,9	7,8	14,5	13,8	0,40
	12. 9. 75	7,1	0,7	—	11,4	9,6	7,7	12,0	13,1	0,30
	26. 9. 75	8,6	1,4	0,68	12,3	9,7	7,7	11,2	12,7	—
	1. 10. 75	8,1	0,2	0,33	13,1	8,3	7,7	11,4	13,0	—
	6. 10. 75	8,1	0,4	0,50	11,9	9,9	7,8	11,6	13,7	—
	11. 10. 75	7,5	0,2	0,43	10,5	8,9	7,8	11,5	12,8	—
	6. 2. 76	10,6	—	—	13,4	9,5	—	6,2	8,8	—
	20. 6. 77	7,4	—	—	9,8	8,3	7,6	11,2	11,8	—
	27. 6. 77	4,4	—	—	10,1	8,2	7,7	11,0	12,0	—
	6. 7. 77	3,4	0,6	—	11,1	8,7	7,6	10,9	12,2	—
T <sub>3</sub>	17. 8. 71	2,9	—	—	—	—	—	—	—	—
	26. 10. 71	1,7	—	—	—	—	—	—	—	—
	29. 8. 73	5,2	—	—	—	—	—	12,1	—	—
	19. 9. 73	2,2	0,2	—	11,2	9,4	8,3	—	—	—
	19. 2. 75	10,0	0,0	—	10,6	9,0	7,6	8,2	—	—
	24. 2. 75	9,7	0,1	—	11,2	9,9	7,4	8,2	—	—

Lokal.	Datum	O <sub>2</sub> mg/l	BPK <sub>5</sub> 10° C BOD <sub>5</sub> 10° C mg O <sub>2</sub> /l	KPK COD	Trdota v °dH		pH	Voda — Water °C	Zrak — Air	
					total.	Ca			°C	% CO <sub>2</sub>
					Hardness					
T <sub>4</sub>	1. 3. 75	9,5	0,2	—	11,0	9,0	7,9	8,1	—	—
	6. 3. 75	10,0	0,4	—	10,2	9,2	7,6	8,3	—	—
	2. 9. 75	7,1	—	—	11,2	9,3	7,8	14,5	—	—
	12. 9. 75	7,2	0,8	—	11,5	9,8	7,6	12,0	—	—
	26. 9. 75	7,7	0,8	0,35	10,7	8,9	7,7	11,4	—	—
	1. 10. 75	6,9	0,6	0,48	12,5	8,9	7,7	11,4	—	—
	6. 10. 75	7,1	0,5	0,48	11,4	10,1	7,7	11,4	—	—
	11. 10. 75	5,8	0,5	0,50	10,5	9,1	7,9	11,3	—	—
	6. 2. 76	10,3	—	—	12,0	9,3	—	6,2	8,8	—
	20. 6. 77	7,3	—	—	9,7	8,4	7,7	11,2	—	—
	27. 6. 77	4,5	—	—	10,1	8,6	7,7	11,1	—	—
	6. 7. 77	3,8	—	—	—	—	—	10,8	—	—
	29. 8. 73	5,4	—	—	10,8	9,7	—	—	—	—
	19. 9. 73	2,3	0,2	—	11,8	9,4	8,1	—	—	—
	24. 2. 75	9,3	0,9	—	11,2	9,0	7,5	—	—	—
	T <sub>5</sub>	1. 3. 75	7,8	0,0	—	10,8	9,6	7,9	—	—
6. 3. 75		7,0	0,5	—	10,4	9,4	7,5	—	—	—
2. 9. 75		7,4	1,0	—	11,1	9,1	7,7	—	—	—
12. 9. 75		8,3	0,4	—	11,7	9,5	7,7	—	—	—
26. 9. 75		7,2	1,4	0,98	11,3	8,7	7,7	—	—	—
1. 10. 75		6,4	0,7	0,55	13,4	9,3	7,7	—	—	—
6. 10. 75		5,4	0,3	0,38	11,6	9,7	7,7	—	—	—
11. 10. 75		4,7	0,7	0,58	10,9	9,0	7,8	—	—	—
6. 2. 76		9,8	—	—	11,6	9,5	—	—	—	—
27. 6. 77		4,7	—	—	10,0	8,1	7,4	—	—	—
6. 7. 77		3,9	0,3	—	10,2	8,6	7,7	—	—	—
26. 10. 71		8,8	—	—	—	—	—	9,0	11,7	—
19. 9. 73		9,6	0,7	—	10,2	—	8,1	9,1	—	—
26. 9. 75		9,9	0,6	0,90	12,7	9,5	7,6	8,6	—	—
1. 10. 75		9,7	0,5	0,60	12,9	8,8	7,6	8,7	12,6	—
6. 10. 75		10,2	0,5	0,43	10,5	10,0	7,9	8,6	—	—
11. 10. 75	10,2	0,6	0,53	10,2	8,6	7,7	8,5	—	0,35	
6. 2. 76	10,5	—	—	11,5	9,6	—	8,4	9,6	—	
6. 7. 77	10,4	0,7	—	10,1	9,2	7,6	8,4	10,5	—	

v biokemijski potrebi po kisiku: ob naraščanju koncentracije kisika v območju nasičenosti so bile vrednosti za BPK<sub>5</sub> relativno nizke in identične, dokler se nenadno niso močno zvišale.

Iz analize elementov v vodi Putickovega jezera in Kanala (tabela 3) so razvidne razlike v koncentracijah, ki tudi nakazujejo, da napaja oba predela voda iz različnega zaledja. V Kanalu so koncentracije fosforja in kovin, razen man-

Tabela 2. Nitrati, fosfati in železo v vodi ob skrajno nizkem vodostaju leta 1971

Table 2. Nitrates, phosphates, iron in the water at extremely low water table in the year 1971

26. 10. 1971	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>
NO <sub>3</sub> mg/l	3,10	3,10	3,40	2,70
NO <sub>2</sub> mg/l	0,00	0,01	0,01	0,00
PO <sub>4</sub> mg/l	0,06	0,07	0,07	0,07
Fe mg/l	0,15	0,08	0,08	0,15

gana, višje kot v jezeru, kar je posebno poudarjeno za Cu in Hg. Nasprotno razmeram v vodi so koncentracije ustreznih elementov v sedimentih jezera višje kot v sedimentih Kanala. Množina Mn je v sedimentih obeh lokalitet približno izenačena, kar je presenetljivo ob dejstvu, da ga vsebuje voda v jezeru precej

Tabela 3. Analiza elementov v vodi in sedimentih 1. 3. 1975

Table 3. Elements analysis in the water and in the sediments, March 1, 1975

Voda — Water	T <sub>2</sub>	T <sub>1</sub>	Sedimenti Sediments	Putickovo jezero — Putick Lake		Kanal Channel
				nižje na obali lower on the bank	višje na obali higher on the bank	
Ca trdota — hardness	9,13	8,88	vлага %	83,0	76,3	79,4
Mg trdota — hardness	1,07	1,01	P µg/g	1411,2	1100,0	829,4
celokupna trdota total hardness	10,20	9,89	P µg/g	1434,7	1113,7	892,4
CaO mg/l	91,3	88,8	CaO %	9,1	4,3	9,8
MgO mg/l	7,7	7,3	MgO %	4,4	4,5	4,7
Fe mg/l	0,06	0,09	Fe %	4,1	4,1	4,0
Mn µg/l	11,6	4,9	Mn µg/g	1458,2	1573,0	1178,6
Cu µg/l	1,7	20,0	Cu µg/g	15,9	37,6	27,9
Zn µg/l	10,3	26,0	Zn µg/g	154,0	200,5	136,7
As µg/l	—	0,29	As µg/g	19,6	18,5	18,4
Sb µg/l	—	0,14	Sb µg/g	1,3	1,0	1,1
Hg ng/l	30	85	Hg ng/g	173,0	170,0	134,0
PO <sub>4</sub> mg/l	0,02	0,07	Cd µg/g	1,6	0,6	—

Diagram 2. Oksigeniranost vode pri nizkem vodostaju leta 1975

T<sub>1</sub> — — — — — Kanal; T<sub>2</sub> ————— P. jezero obala; T<sub>3</sub> — — — — — P. jezero sredina površina; T<sub>4</sub> ————— P. jezero sredina globina; T<sub>5</sub> — — — — — sifon

Diagram 2. Oxygen content at low water table in the year 1975

T<sub>1</sub> — — — — — Channel; T<sub>2</sub> ————— Putick Lake, bank; T<sub>3</sub> — — — — — Putick Lake, center on the surface; T<sub>4</sub> ————— Putick Lake, center in the depth; T<sub>5</sub> — — — — — siphon

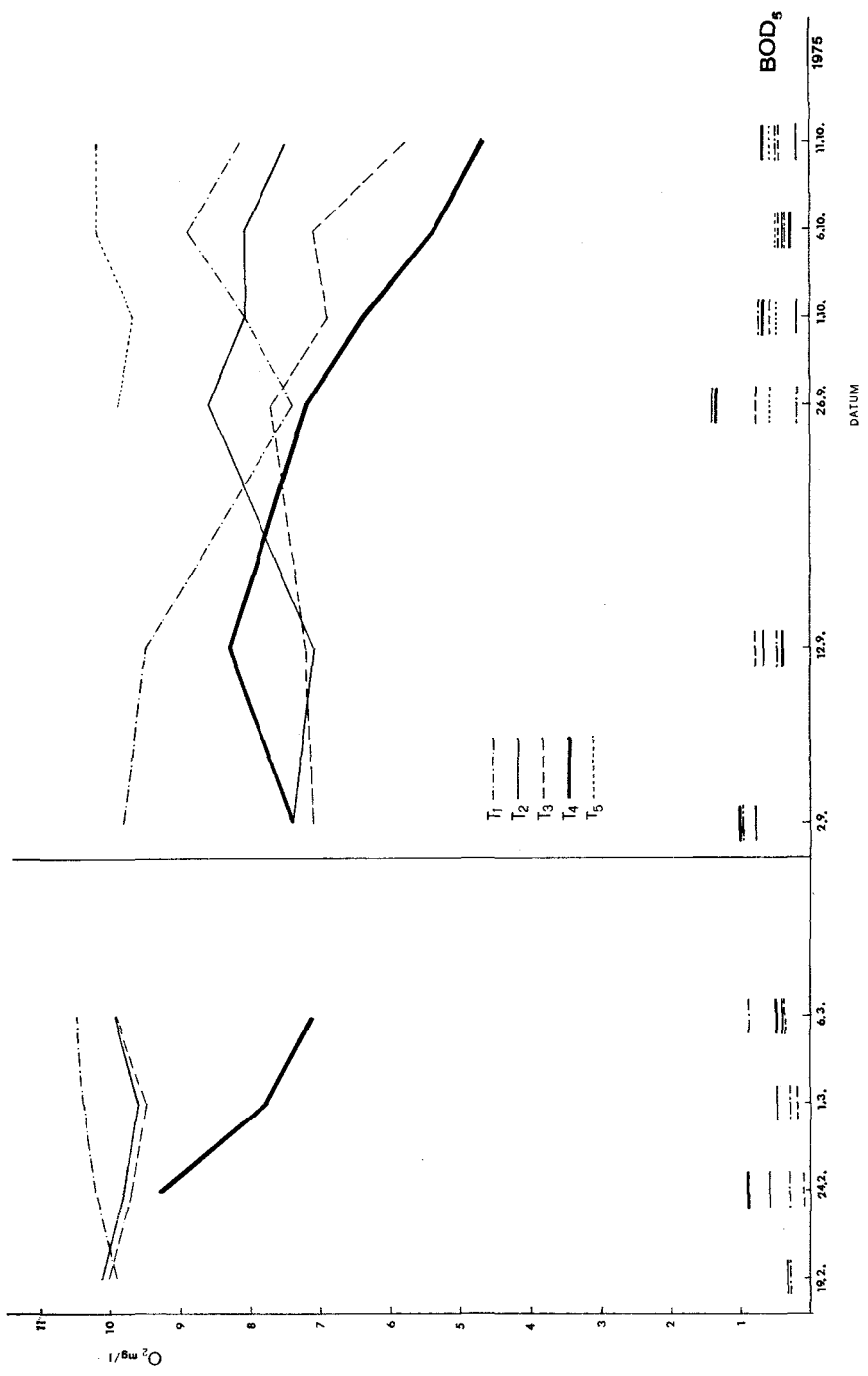


Diagram 2

več kot v kanalu. Razlaga za ta pojav je specifična sedimentacija Mn iz površine in nalaganje Mn oksidov na previsne stene, ki so v stiku z gladino jezera. Kemijska analiza črnih inkrustacij na kalcitnih žilah, ki prekrivajo previsno obalo Putickovega jezera, je pokazala 3,4 do 3,5 %  $\text{MnO}_2$  in potrjuje omenjeno razlago. Primerjava analize vode Putickovega jezera iz tega obdobja z vrednostmi iz leta 1971 (tabela 2) kaže, da ima preplavljeno jezero manj fosfatov in železa, kot v stagnaciji.

Ponovno smo prišli do jezera jeseni 1975 in opravili šest obiskov. Vodostaj je bil nekoliko nižji kot pozimi in prehod do končnega sifona je bil odprt od 26. septembra do 11. oktobra. Koncentracija kisika v jezeru je bila ob začetku v vertikalnem profilu relativno enotna, nato pa so se pojavile razlike v površinski in globinski plasti vode (diagram 2). Kisikova krivulja vode iz globine kaže najprej dvig, nato pa upadanje koncentracije do približno 45 procentne nasičenosti. V vodi ob obali in na sredini jezera sta vrhova koncentracije kisika dosežena pri različnih vrednostih in v primerjavi z globinsko vodo 14 dni kasneje; upadanje koncentracije kisika je zato krajše in omejeno posebno ob obali na območje višje oksigeniranosti. Kisikova krivulja vode ob obali nakazuje šibek dotok, ki se izliva po površini jezera ob zahodni obali. V sifonu so se koncentracije gibale okoli nasičenosti, v kanalu pa so bila kolebanja znatna, in je voda dosegla najnižjo oksigeniranost 26. septembra. Meritve BPK<sub>5</sub> v jezeru kažejo najvišje absolutne vrednosti v vodi ob obali in iz globine 26. septembra in padec vrednosti po tem datumu, ko se je raven jezera dvigala. Najnižje vrednosti so bile tedaj določene ob obali. Voda iz sredine površine je imela srednje vrednosti, ki so se samo ob zaključku obdobja rahlo znižale. Biokemijska poraba kisika v sifonu je bila najbolj enakomerna in zelo podobna porabi kisika jezerske vode iz sredine površine. Primerjava podatkov za obe vodi v posameznih časovnih presledkih kaže, da so vrednosti za BPK<sub>5</sub> v jezeru višje v času, ko je bila gladina najnižja in enake, ko se je raven jezera dvigala. Gibanje BPK<sub>5</sub> v vodi kanala ni usklajeno s kisikovo krivuljo in dosega minimalne vrednosti ob najnižji oksigeniranosti ter srednje visoke vrednosti, ko koncentracija kisika v vodi tega predela narašča.

Zadnje obiske v Rakov rokav smo opravili junija 1977; v dveh tednih je oksigeniranost vode v Putickovem jezeru močno padala in nakazana je bila že izenačitev razmer v vertikalnem profilu (diagram 1). Kljub izredno dobrim izgledom, da bomo ekstremno hipoksične pogoje lahko preučevali še z dodatnimi meritvami — predvsem z določanjem kisika v zračnem prostoru — je nenadno deževje zaprlo dohod.

Pri sklepanju na procese, ki so odgovorni za visoko porabo kisika, se lahko opiramo na boljše raziskane razmere v globinski vodi površinskih jezer, saj obe vodi označujejo procesi končne razgradnje organskih snovi. Bistvena razlika med njima, ki je v trofogenem sloju, pa vpliva na naravo teh snovi in specifično dinamiko procesov mineralizacije. V površinskem jezeru izvirajo organske snovi iz njegovega trofogenega sloja in preidejo prve stopnje razgradnje v zgornjih slojih jezera; podzemeljske vode pa napaja organski material iz zunanosti in se razgrajuje med prenikanjem vode iz površja do podzemeljskih izvirov. Iz podatkov za koncentracijo kisika je razvidno, da oksigeniranost v stagnirajoči vodi hitro pada, pri čemer se zmanjšuje koncentracija najprej v globini, nato pa se razširja deficit do površine. To dokazuje, da so za pomanjkanje kisika

odgovorni oksidacijski procesi na meji med sedimenti in vodo ter poraba kisika v prosti vodi. Procesni na stiku sedimentov z vodo so v površinskih jezerih v glavnem znani in dokazano je, da se pri oksidaciji zgornje plasti blata sproščajo v vodo ioni, kar povečuje elektrolitsko prevodnost intersticialne vode v blatu (Ruttner 1956; Hutchinson 1967). Ti procesi so v jamskih sedimentih skrajno potencirani in dajejo jamski ilovici značaj odličnega ionskega izmenjevalca. Morfometrija Putickovega jezera, ki je označena z majhno prostornino pri relativno zelo veliki površini, močno podpira opisano, na profil vezano porabo kisika. Ob znižanju gladine jezera pride namočena ilovica v stik z atmosfero, ki je nasičena z vlago. V takšnih razmerah njena aktivnost verjetno ne usahne in lahko vpliva na znižanje oksigeniranosti tudi v zračnem prostoru.

Tabela 4. Poprečne vrednosti BPK<sub>5</sub> ob zimskem in poletnem nizkem vodostaju leta 1975  
Table 4. Average values of BOD<sub>5</sub> at winter and at summer low water table in the year 1975

BPK <sub>5</sub> BOD <sub>5</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>
19. 2.— 6. 3.	0,42	0,45	0,18	0,47	—
2. 9.—11. 10.	0,50	0,62	0,64	0,75	—

Tabela 5. Poprečne vrednosti za BPK<sub>5</sub> in KPK ter njihovo razmerje ob koncu nizkega vodostaja leta 1975

Table 5. Average values for BOD<sub>5</sub> and COD and their ratio at the end of low water table in the year 1975

26. 9.—11. 10.	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>
BOD <sub>5</sub> — 10° C	0,45	0,55	0,60	0,77	0,55
COD	0,82	0,49	0,45	0,62	0,62
BOD <sub>5</sub> : COD	1 : 1,82	1 : 0,89	1 : 0,75	1 : 0,81	1 : 1,13

Informacije o presnovni aktivnosti preučevanih vod dajejo meritve BPK<sub>5</sub> in KPK. Metoda merjenja porabe kisika v določenem času (običajno po 5 dneh), v temi in pri določeni temperaturi (običajno pri 20° C) je ena najbolj uporabljanih za določanje obremenjenosti vode z organskimi snovmi. Vrednost metode za limnološke raziskave o stopnji mineralizacije v jezerih, neodvisno od njihove uvrstitve po trofični klasifikaciji, je preučeval Stangenberg (1959) in dokazal tudi, da filtriranje in dodajanje hranilnih soli močno zviša porabo kisika vode. Če upoštevamo pri naših meritvah korekcijski faktor za hitrost kemičnih reakcij pri višji temperaturi za 10° C, vrednosti za BPK<sub>5</sub> presegajo indekse za oligotrofna in nekatera mesotrofna jezera ter se močno približujejo objavljenim podatkom za porabo kisika, ki so jih take vode dosegle šele po poskusnih posegih. Razlike v aktivnosti podzemeljske vode iz posameznih preiskanih pre-



delov so razvidne iz poprečja vrednosti za dejansko porabo kisika v 5 dneh in iz vrednosti za potencialno oksidabilnost (tabeli 4 in 5). Razmerje BPK : KPK kaže, da je bila oksidacija, dosežena v petih dneh, v vzorcih iz sifona skoraj enaka oksidacijski moči permanganata; v vodi kanala je bila za manj kot polovico manjša, v Putickovem jezeru pa jo je celo presegala. Skoraj enake vrednosti za BPK<sub>5</sub> v sifonu in v vodi iz površine jezera govore za to, da je voda sifona zadnja, ki zastaja v jezeru; porast vrednosti za ta parameter v vodi iz globine jezera pa nakazuje aktiviranje presnove v zastajajoči, mirni vodi.

Učinek mehanične aktivacije — primerljiv s poskusno filtracijo — v vodi sifona in Kanala se ujema s predstavo o geostrukturnem kraškem hidrografskem sistemu in sistemu ponornic kot dveh osnovnih tipov kraškega pretakanja (Gams 1966). V vodi sifona je izražena mehanična aktivacija globinske prenikle vode, ki preide v zemlji in prepletu špranj, značilnem za geostrukturni **kraški sistem**, učinkovitejši filter kot ponikla voda v Kanalu. V zastajajoči prenikli vodi se aktivnost zviša še s sproščenimi ioni iz sedimentov in verjetno tudi z učinkovanjem mikroorganizmov. To se izraža v izredno veliki mineralizacijski sposobnosti vode v Putickovem jezeru. Nadaljnje raziskave bodo pokazale koliko so ti procesi čisto kemični in koliko so podprti biogeno prek mikroorganizmov. Opisane razmere v Putickovem jezeru in limnološka spoznanja o sedimentaciji mangana najboljše podpirajo aktualnost takih raziskav. Poleg čisto kemičnih procesov, ki spremljajo kroženje mangana v površinskih jezerih, se v novejšem času pripisuje pomembna vloga tudi bakterijam (Bloesch 1974; Hongve 1974). Mikrobiološke raziskave, ki so dale že opise glivnih oblog v Planinski jami (Megušar in Sket 1975), bi z usmeritvijo na kemotsintetske bakterije utegnile izpolniti vrzel v poznavanju možne autotrofne komponente.

Razen tega omogoča razlaga za različno aktivnost vode, usklajena s kraško hidrografijo, načrten izbor predelov za preverjanje splošne veljave ugotovljenih lastnosti podzemeljske vode. S tem se bo izpopolnilo poznavanje pogojev, v katerih živi močeril, in pojasnile neskladnosti med nekaterimi ugotovitvami. V naših raziskavah se je reakcija vode gibala v alkalnem območju in so vrednosti za pH nihale med 7,3 in 8,5; pri tem je imela najbolj alkalno reakcijo voda iz sifona in Putickovega jezera v času, ko je bil v jezeru dosežen največji deficit kisika. Čeprav alkalnost kraških vod ni presenetljiva, je v nasprotju z objavljenimi ugotovitvami, da niha pH med 6,2 in 6,4 v naravnih vodah, ki jih naseljuje močeril (Briegleb 1962; Grzimek 1970).

Orisane raziskave kažejo, da je presnovna dinamika v podzemeljskih vodah še slabo poznana in se zato življenjski pogoji jamskih živali zunaj naravnega okolja še ne morejo posnemati. Pri skrajnem endemitu, kot je to močeril, lahko predpostavljamo, da dolgotrajne laboratorijske gojitve močno vplivajo na reakcijske norme živali.

### POVZETEK

Raziskave zajemajo končni del Rakovega rokava Planinske jame, kjer je bilo določeno v Putickovem jezeru 75 procentno pomanjkanje kisika. Ta podatek in v poskusu ugotovljena izredno velika resistenca močerila na hipoksične pogoje sta utrdila načrtano smer ekoloških raziskav pri močerilu (Istenič 1971), obenem pa vodila v preverjanje najbolj kritičnega abiotskega parametra, ki je

oksigeniranost vode. Ob limnoloških spoznanjih o vezanosti pomanjkanja kisika na visoko produktivnost je postalo sklepanje na nizko oksigeniranost trofično izredno revnih podzemeljskih biotopov celo nesprejemljivo. Tudi meritve koncentracije kisika v vodi so dale vrednosti blizu nasičenosti in v novejšem času velja na splošno, da so jamske vode dobro oksigenirane (Poulson 1963; Vandel 1964).

Opirajoč se na posebne in splošno manj znane razmere v nekaterih površinskih jezerih, kjer pomanjkanje kisika ni v korelaciji z endogeno organsko produkcijo (Hutchinson 1967), smo z zasledovanjem hidrokemičnih razmer v speleološko zelo zanimivem delu Planinske jame preverjali morebitno rednost pojavljanja hipoksičnih pogojev in iskali podatke o procesih, ki so za to odgovorni. Dolgotrajnost raziskav je povezana s težko dostopnostjo končnega dela Rakovega rokava, ki je dosegljiv samo pri izredno nizkem vodostaju.

Že opisane hipoksične razmere v Putickovem jezeru smo ugotovili zopet v skrajno sušnih obdobjih (diagr. 1); padanje koncentracij kisika v relativno kratkem času je bilo veliko in kaže na intenzivno porabo kisika. Ob koncu sušnih obdobj, ko je bilo pomanjkanje kisika maksimalno (do 80 procentov), se je deficit razširjal enakomerno od globine do površine. Pomanjkanje kisika v plasti vode, ki je v kontaktu z atmosfero, v kateri smo izmerili močno povečano koncentracijo  $\text{CO}_2$ , nakazuje, da je relativno znižana koncentracija kisika tudi v zračnem prostoru nad jezerom. Zasledovanje termičnih razmer je potrdilo posebnost, da ima voda Putickovega jezera za 2 do 3° C višjo temperaturo kot bližnja voda sifona. Temperaturna razlika je prevelika, da bi jo pripisovali samo toploti sproščeni pri oksidaciji in je verjetno tudi povezana z rahlim dotokom površinske vode. Voda in sedimenti ne kažejo znakov za razpadanje organskega materiala; tudi določitve fosfatov in nitratov (tab. 2) govore proti temu, da bi bili organizmi, naplavljeni s površja, odgovorni za visoko porabo kisika.

Specifične razmere, ki vodijo v deoksigenacijo, smo preučevali leta 1975 (diagr. 2). Obdobja nizkih vodostajev smo sledili od njihovega začetka in ponavljali obiske v rednih razmakih vse do kritičnega dviga vodostaja. Poleg ugodnih razmer poleti smo izkoristili tudi zimsko obdobje, ko Putickovo jezero ni bilo ločeno od sifona. Analize vzorcev vode iz petih mest v Rakovem rokavu (sl. 1) smo dopolnili še s testiranjem BPK in KPK ter z določitvijo elementov v vodi in sedimentih Kanala in Putickovega jezera. Pozimi se je znižala koncentracija kisika samo v globini jezera. Pri tem so bile najvišje vrednosti za BPK in bolj strm padec kisika usklajene z nižanjem gladine jezera. V Kanalu sta bila najvišja oksigeniranost in najvišja vrednost za BPK doseženi v času naraščanja vode, kar kaže na povečano množino suspendiranih snovi ter močnejši tok ob dvigu vodostaja. Jeseni je bil vodostaj precej nižji kot pozimi. Deoksigenacija v jezeru je bila močnejše izražena in je dosegla v globinski vodi 45 procentov. Kisikova krivulja za vodo ob obali nakazuje šibak dotok, ki se razliva na zahodni strani jezera in ne vpliva na vodo iz sredine. V Kanalu so bila kolebanja oksigeniranosti znatna in zopet neusklajena z gibanjem kisika v Putickovem jezeru in sifonu. Iz analize elementov v vodi jezera in Kanala so razvidne razlike v koncentracijah, ki tudi nakazujejo, da napaja oba predela voda iz različnega zaledja. Določitve elementov v sedimentih pa kažejo, da je njihovo nabiranje v Putickovem jezeru intenzivnejše kot v Kanalu. Zanimivo

je obarjanje mangana iz površine in nalaganje manganovih oksidov na prevodne stene jezera v obliki rebraste, črne obloge.

Pri sklepanju na procese, ki so odgovorni za visoko porabo kisika, se lahko opiramo na bolj raziskane razmere v površinskih jezerih, ker obe vodi označujejo načelno enaki procesi končne razgradnje organske snovi. Bistvena razlika med njima, ki je v trofogenem sloju, vpliva na naravo snovi v razgradnji in na specifično dinamiko mineralizacije. V površinskem jezeru izvirajo organske snovi iz njegovega trofogenega sloja in preidejo prve stopnje razgradnje v zgornjih slojih jezera. Podzemeljske vode pa napaja organski material od zunaj in se razgrajuje med precejanjem vode iz površja do podzemeljskih izvirov.

Gibanje kisika v Putickovem jezeru dokazuje, da oksigeniranost v stagnirajoči vodi hitro pada, pri čemer se zmanjšuje koncentracija najprej v globini, nato pa se razširja do površine. To kaže, da so za pomanjkanje kisika odgovorni procesi na meji med vodo in sedimenti ter poraba kisika v prosti vodi. Procesni na stiku vode in sedimentov so v površinskih jezerih v glavnem preučeni in dokazano je, da se pri oksidaciji zgornje plasti sedimentov sproščajo ioni v vodo, kar poveča elektrolitsko prevodnost intersticijske vode v blatu (Ruttner 1956; Hutchinson 1967). Ti procesi so v jamskem okolju izredno potencirani in dajejo jamski ilovici značaj odličnega ionskega izmenjevalca. Pri morfometriji Putickovega jezera, ki je označena z majhnim volumnom in veliko površino, se opisana na profil vezana poraba kisika izraža zelo močno. Ob nižanju gladine jezera pridejo namočeni sedimenti v stik z atmosfero, ki je skoraj nasičena z vlago. V takšnih razmerah njihova aktivnost verjetno ne usahne in lahko vpliva na znižanje oksigeniranosti tudi zračnega prostora.

Presnovno aktivnost preučevanih vod smo testirali z meritvami BPK (tab. 4.) Ta metoda je ugodna tudi za raziskave stopnje mineralizacije v jezerih neodvisno od njihove uvrstitve po trofični klasifikaciji. Stangenberg (1959) je dokazal, da filtriranje in dodajanje hranilnih soli vodi, močno zviša njeno potrebo po kisiku. Če upoštevamo pri naših meritvah korekcijski faktor za hitrost kemičnih reakcij pri  $10^0$  višji temperaturi, vrednost za BPK presegajo indekse za oligotrofna in nekatera mesotrofna jezera ter se približujejo objavljenim podatkom, ki so jih take vode dosegle šele po poskusnih posegih. Razlike v aktivnosti podzemeljske vode iz posameznih predelov so razvidne iz poprečja vrednosti za dejansko porabo kisika in za potencialno oksidabilnost. Razmerje BPK : KPK kaže, da oksidira največ prisotnih snovi voda Putickovega jezera, malo manj voda iz sifona in znatno manj voda iz Kanala (tab. 5). Skoraj identične vrednosti za BPK v sifonu in površini jezera govore za to, da je voda sifona zadnja, ki zastaja v jezeru; porast vrednosti za oba parametra v vodi iz globine in obale jezera pa kaže na aktiviranje mineralizacije v zastajajoči, mirni vodi.

Učinek mehanične aktivacije v vodi sifona in Kanala se ujema s predstavami kraške hidrologije in njenih dveh temeljnih sistemov (Gams 1966). V vodi sifona je izražena mehanična aktivacija globinske prenikle vode, ki preide v zemlji in prepletu špranj, značilnem za geostrukturni kraški sistem, učinkovitejši filter kot ponikalna voda Kanala. V zastajajoči prenikli vodi se aktivnost zviša še z učinkovanjem ionov, sproščenih iz sedimentov, kar se izraža v relativno največji mineralizacijski sposobnosti vode v Putickovem jezeru. Nadaljnje raziskave bodo morale pokazati, v kakšni meri so ti procesi

čisto kemični in koliko so podprti biogeno preko mikroorganizmov. Poleg tega je razlaga, usklajena s kraško hidrografijo, lahko osnova za načrten izbor predelov za preverjanje splošne veljavnosti ugotovljenih lastnosti vode. S tem se bo razširilo poznavanje pogojev, v katerih živi močeril in pojasnile nekatere neskladnosti v različnih ugotovitvah avtorjev. Objavljeni podatki za reakcijo naravnih vod, ki jih naseljuje močeril (Briegleb 1962; Grzimek 1970), so v kislem območju; to je v nasprotju z našimi meritvami (pH 7,2 do 8,3) in tudi komaj združljivo s karbonatnim značajem vode na krasu.

Orisane raziskave kažejo, da je presnovna dinamika v podzemeljskih vodah še slabo poznana in se zato življenjski pogoji jamskih živali zunaj naravnega okolja še ne morejo posnemati. Pri skrajnem endemitu, kot je to močeril, lahko predpostavljamo, da dolgotrajne laboratorijske gojitve močno vplivajo na reakcijske norme živali.

### Summary

#### THE OXYGEN DEFICIT IN PUTICK LAKE OF PLANINSKA JAMA

The research includes the final part of Rak Branch in Planinska jama where in Putick Lake 75 per cent oxygen deficit was established. This fact, and by experiment stated extremely high resistance of *Proteus* to hypoxic conditions, have confirmed the projected direction of ecological researches of *Proteus* (Istenič 1971). The same facts simultaneously guided into attestation of the most critical abiotic parameter, which is oxygen content in the water. Limnological knowledge about connection of oxygen deficit to high productivity gives the conclusion that low oxygen content of trophical extremely poor underground biotopes is unadmissible. Also the later measurements of oxygen concentration in the water gave the values near the saturation and in present time it is generally accepted that cave waters have high oxygen content (Poulson 1963, Vandel 1964).

According to special and generally less known conditions in some superficial lakes, where the oxygen deficit has no correlation with endogene organic production (Hutchinson 1967) we have pursued the hydrochemical conditions in speleologically very interesting part of Planinska jama to find out the eventual regular occurrence of hypoxic conditions. Additionally we have searched the facts about the processes responsible for them. The long-term researches are connected with difficult access to the final part of Rak Branch which can be reached only at extremely low waters.

Already described oxygen deficiency in Putick Lake have been stated again in extremely dry periods (Diagram 1); the lowering of oxygen concentrations was considerable in relatively short time indicating intensive oxygen uptake. At the end of dry periods when the oxygen deficit was maximal (up to 80 per cent), the deficit uniformly extended from the depth to the surface. Oxygen deficit in the water layer which is in contact with atmosphere and where greatly increased CO<sub>2</sub> concentration was measured, also indicated relatively lowered oxygen concentration in the air space above the lake.

The study of thermic conditions confirmed the particularity that the water of Putick Lake has from 2 to 3°C higher temperature than the water of nearby siphon. Temperature difference is too high to be attributed only to the heat production by

oxydation and is probably connected with small inflow of superficial water. The water and the sediments show no trace of decaying organic material. Also the determination of phosphates and nitrates (Table 3) indicates no possibilities that the organisms deposited from the surface could be responsible for high oxygen uptake.

Specific conditions leading to decrease of oxygen content were studied in the year 1975 (Diagram 2). The periods of low water tables were observed from their beginning and we repeated the visits in regular intervals up to the critical water level increase. Beside the favourable summer conditions we were able to make measurements also in the winter period when the Putick Lake was not separated from the siphon. The water samples analyses from five points in Rak Branch (Fig. 1) have been completed by BOD<sub>5</sub> and COD testing and by determination of elements in the water and in the mud of Channel and Putick Lake. In the winter the oxygen concentration diminished only in the depth of the lake. The highest values for BOD and steep decrease of oxygen were coordinated with lake level lowering. In the channel the highest oxygen content and the highest value for BOD were reached in the time of water increase showing augmented quantity of suspended material and faster flow during the water level increase. In the autumn the water table was evidently lower than during the winter. The decrease of oxygen content in the lake was more expressed and reached in deep water the value of 45 per cent.

Oxygen curve of the water near the bank proves small inflow, which was overflowed on the western side of the lake and did not influence the water in the center. In the Channel the oscillations of the oxygen content were considerable and again non-coordinated with oxygen distribution in Putick Lake and in siphon. From the elements analyses of the water of lake and channel the differences in concentration are evident, indicating that both regions are fed by waters from different hinterlands. The determination of elements in sediments prove that their accumulation in Putick Lake is more intensive than in the Channel. Interesting is the deposition of mangan oxides to overhang of the lake in rib-like, black coating.

Deciding for processes responsible for high oxygen uptake we can rely on better researched conditions in superficial lakes, because in principle both waters are marked by similar processes of final decomposition of organic matter. Essential difference between them, existing in trophogene layer, exercises and influence upon the nature of the matter in decomposition and upon the specific dynamics of mineralisation. In the superficial lake the organic matter takes origin from its trophogene layer and passes the first stages of decomposition in upper layers of the lake. The underground waters are fed by organic material from the outside and they decompose during the percolation of water from the surface to the underground springs.

The oxygen distribution in Putick Lake proves that oxygen content in stagnant water quickly decreases first in depth and later up to the surface. It shows that the processes on the mud-water interface and oxygen uptake in the free water are responsible for oxygen deficit. In superficial lakes the processes on the contact between water and sediments are in general researched and it is proved that by oxydation of upper layer of sediments the ions are released into the water, augmenting the electrolytic conductivity of interstitial water in the mud (Ruttner 1956, Hutchinson 1967).

These processes are extremely emphasized in cave environment and give to cave loam the properties of excellent ion exchanger. At morphometry of Putick Lake which is characterized by small volume and big surface, the described profile bound

oxygen uptake is very well expressed. At lake level lowering the wet cave loam contacts atmosphere which is almost saturated by humidity. Probably in such conditions their activity does not decrease and can influence the lowering of oxygen content even in the air space.

The metabolic activity of studied waters was tested by measurements of BOD (Table 4). This method is well suited also for research of mineralization degree in lakes without regard to their ranging in trophic classification. Stangenberg (1959) proved that filtration and adding of nutrient salts to water greatly increased its oxygen demand. Considering the correction factor for velocity of chemical reactions (we measured at 10° C) the values for BOD exceed the indexes for oligotrophic and for some mesotrophic lakes and approach the published data which such waters obtained after experimental interventions. The differences in activity of underground waters from different regions are evident from average values for real oxygen uptake and for potential oxydability. The rate BOD : COD shows that the oxygen uptake in water samples from siphon was nearly equal to the oxydation power of permanganate. In the samples from Channel the oxygen uptake was considerably smaller but in the Putic Lake it was even greater than the chemical oxygen demand. (Table 5). Almost identical values for BOD in the siphon and the lake surface water show that the siphon water is the last which remains in the lake; the rise of values for both parameters of the lake water indicates, however, that the mineralisation is activated in stagnant, calm water.

The effect of mechanical activation in siphon and in Channel water corresponds to karst hidrology notion and to its two basic systems: the geostructural karst system and the system of concentrated karst flow (Gams 1966). In the siphon water the mechanical activation of deep seepage water is expressed. It passes in soil and fissures net, characteristic for geostructural karst system, into more efficient filter as does the water in the channel. In stagnant seepage water the activity increases because of ions influence released from sediments, which is expressed in relatively the greatest mineralization capacity of water in Putick Lake. Further researches have to determine to which degree these processes are purely chemical or how much they are influenced by microorganisms. The explanation, coordinated with karst hydrography, can be a base for systematical choice of regions for certification of general validity of stated water properties. By such manner the knowledge of conditions in which *Proteus* lives will be enlarged and some incompatibilities of different statements of the authors will be explained. The published data (Briegleb 1962, Grzimek 1970) about the waters where *Proteus* lives indicate that the natural waters are acid (pH = 6,2—6,4) which is contrary to our measurements (ph = 7,2—8,3) and, moreover, difficult to be combined with carbonate properties of the waters in the karst.

Described research shows that the metabolic dynamic of underground waters is very much unknown and therefore the vital conditions of cave animals outside the natural milieu cannot be yet imitated. For the extreme endemite, as is *Proteus*, we can presume that long lasting laboratory breeding can greatly influence its reaction norms.

### Acknowledgments

I am deeply indebted to acad. prof. dr. Andrej O. Župančič for his helpful and critical support. I wish to thank Institut Jožef Stefan and in particular prof. dr. L. Kosta and mgr. M. Dermelj for chemical analyses of microelements and the workers at Institut za raziskovanje krasa SAZU, Postojna, for help in preparation and translation of manuscript. For the assistance in field and in laboratory I am much obliged to asist. A. Sojar and tech. asist. D. Musar. This work was supported by a research grant from Slovenian Research Council (RSS).

### Literatura

- Aljančič, M. 1969: Contribution à la connaissance de l'écotopie du Protée. Actes du IV. Congres int. Speleol., 4—5, 11—14. Ljubljana.
- Bloesch, J. 1974: Sedimentation und Phosphorhaushalt im Vierwaldstättersee (Horwer Bucht) und im Rotsee. Schweizerische Z. Hydrol. 36 (1), 71—186. Basel.
- Briegleb, W. 1962: Zur Biologie und Ökologie des Grottenolms. Z. Morph. Ökol. Tiere 51, 271—334.
- Gams, I. 1966: K hidrologiji ozemlja med Postojnskim, Planinskim in Cerkniškim poljem. Acta carsologica 4, 7—54. Ljubljana.
- Grzimek, B. 1970: Grzimeks Tierleben, 5. Lurche. Kindler Verl., Zürich.
- Habe, F. 1965: Les sources de la Ljubljana. Actes du IV. Congres int. Speleol., 1, 14—18. Ljubljana.
- (Hongve, D.) 1974: Hydrographical features of Nordbytjernet, a manganese — rich meromictic lake in SE Norway. Arch. Hydrobiol. 74 (2), 227—246. Stuttgart.
- Hutchinson, G. E. 1957: A treatise on limnology. John Wiley, New York.
- Geodetske meritve Rakovega rokava Planinske jame. Institut za raziskovanje krasa SAZU in Geodetski zavod SRS, 1970. Elaborat. Postojna.
- Istenič, L. 1971: Izhodišče za reševanje ekološke problematike človeške ribice *Proteus anguinus* Laur. 1768). Biol. vestnik 19, 125—130. Ljubljana.
- Jeannel, R. 1943: Les fossiles vivants des cavernes. Avenir de la Sci. Nov. Ser. 1.
- Megušar, F. in B. Sket 1973: On the nature of some organic covers on the cave-walls. Proc. VI. int. Congr. Speleol. 5, 159—161. Praga.
- Michler, I. 1955: Rakov rokav Planinske jame. Acta carsologica 1, 73—91. Ljubljana.
- Poulson, T. L. 1964: Animals in aquatic environments, animals in caves. In D. B. Dill (ed.) Handbook of Physiology, sect. 4, Adaptation to the environment. Wash. Ann. Physiol. Soc. 47, 749—771. Washington.
- Ruttner, F. 1952: Grundriss der Limnologie. Walter de Gruyter, Berlin.
- Savnik, R. 1960: Hidrografsko zaledje Planinskega polja. Geogr. vestnik 32, 213—221. Ljubljana.
- Sket, B. 1970: Predhodno poročilo o ekoloških raziskavah v sistemu kraške Ljubljane. Biol. vestnik 18, 79—87. Ljubljana.
- Stangerberg, M. 1959: Der biochemische Sauerstoffbedarf des Seewassers. Mem. Ist. Ital. Idrobiol. 11, 185—221. Pallanza.

DRUGI PRISPEVEK  
K POZNAVANJU JAMSKIH ORTOPTEROV  
JUGOSLAVIJE  
(ORTHOPTERA — TETTIGONIOIDEA)

ZWEITER BEITRAG ZUR KENNTNIS DER  
HÖHLENORTHOPTEREN JUGOSLAWIENS  
(ORTHOPTERA — TETTIGONIOIDEA)

P È T R A. U S
----------------



SPREJETO NA SEJI  
RAZREDA ZA PRIRODOSLOVNE VEDE  
SLOVENSKE AKADEMIJE ZNANOSTI IN UMETNOSTI  
DNE 19. OKTOBRA 1977

## VSEBINA

Izveček — Abstract . . . . .	356 (4)
Uvod . . . . .	357 (5)
Sistematski pregled . . . . .	358 (6)
Zweiter Beitrag zur Kenntnis der Höhlenorthopteren Jugoslawiens (Orthoptera — Tettigonioidae) (Zusammenfassung) . . . . .	363 (11)
Literatura . . . . .	364 (12)

**Izvleček**

UDK 595.726 (24) (497.1)

**Us, Pětr A.: Drugi prispevek k poznavanju jamskih ortofterov Jugoslavije (Orthoptera — Tettigonioida). Acta carsologica 8, 353—364, Ljubljana, 1978, lit. 9.**

Prispevek je nadaljevanje avtorjevega prispevka, objavljenega v Acta carsologica 5, Ljubljana, 1970, str. 301—319.

**Abstract**

UDC 595.726 (24) (497.1)

**Us, Pětr A.: Another Contribution to the Knowledge of the Orthoptera — Tettigonioida in Yugoslavia Acta carsologica 8, 353—364, Ljubljana, 1978, Lit. 9**

The article is a continuation of author's research, published in Acta Carsologica 5, Ljubljana 1970, p. 301—319.

## UVOD

V prvem »Prispevku« o jamskih ortofterih Jugoslavije sem navedel precej nahajališč že znanih vrst *Troglophilus cavicola* (Kollar 1833) in *T. neglectus* Krauss 1878. Za vrsto *Troglophilus brevicauda* Chopard 1934, ki je do tedaj bila znana le iz nekaterih jam iz okolice Mileševa v Sandžaku (Srbija) in je veljala za endemično vrsto te pokrajine, sem ugotovil celo vrsto novih nahajališč v SR Hrvatski, Bosni in Hercegovini ter v Črni gori. Opisal sem tudi novo vrsto *Troglophilus pretneri* iz Hercegovine in Črne gore. Za vrsti *Dolichopoda araneiformis* (Burmeister 1838) in *Grylломорpha dalmatina* (Ocskay 1832) sem navedel nekaj novih nahajališč.

Jamski ortofteri niso v pravem pomenu besede jamski, ker jih najdemo tudi na prostem v vlažnem gozdu, v skalnih razpokah, pod drevesnim lubjem, v starih vlažnih hišah in kletih, t. j. povsod tam kjer je primerna vlažnost in ni prevelikih razlik med poletno in zimsko temperaturo kakor tudi ni preveč svetlobe. Jamski ortofteri so predglacialni relikti — ostanek terciarne favne, ki je v tem obdobju zavzemala precej večji areal in je bila prilagojena vlažni in toplejši klimi tedanjih gozdov. Koncem terciara se je zrak ohladil in ker so se velike množine vode spremenile v sneg in led, je nastala suha ledena doba. Pred ohladitvijo so se predniki sedanjih jamskih ortofterov umaknili v jame, kjer so se v novih življenjskih pogojih spremenili in tako spremenjeni preživeli neugodne klimatske razmere, njim bližne sorodne vrste izven jam pa so izumrle. Za reliktno vrsto je značilno, da v krajevni favni ni njim sorodnih vrst. Na koncu glaciala je klima zopet postala bolj topla in vlažna, kar je omogočilo življenje jamskim vrstam tudi izven jam. Take vrste imenuje Chopard (1936) troglobilne, za razliko od troglobiontov, ki ne morejo živeti izven jam. Tekom časa so vrste zavzele vse večje areale tako, da žive predstavniki iste vrste v različnih jamah in v gozdovih med njimi, pa tudi v isti jami najdemo predstavnike različnih vrst. V isti jami tekom celega leta najdemo ne le odrasle primerke, temveč tudi njihove ličinke na različnih razvojnih stopnjah.

Po izidu prvega »Prispevka« (1970) sem mislil prenehati z delom. Vendar so moji številni prijatelji entomologi in speleologi na svojih številnih ekskurzijah poleg materiala, ki jih je ožje zanimal, nabirali material tudi zame. Tako so me prisilili, da obdelam še ta material. V njem sem našel že znane vrste jamskih ortofterov kot so: *Troglophilus cavicola*, *T. brevicauda*, *T. neglectus*, *T. pretneri*, *Dolichopoda araneiformis* in *Grylломорpha dalmatina*. Vsem svojim prijateljem, imena katerih, kot imena zbirateljev, navajam poleg imen nahajališč, izražam svojo prisrčno hvaležnost.

## SISTEMATSKI PREGLED

Družina — Familia: RHAPHIDOPHORIDAE  
 Poddružina — Subfamilia: TROGLOPHILINAE

Rod — Genus: *Troglophilus* Krauss 1878

*Troglophilus cavicola* (Kollar 1878)

*Locusta cavicola* Kollar 1838. Beitr. Landesk. Österr. 3,80.

*Phalangopsis latebrarum* Herrich-Schäffer 1840. Nomencl. II. Orth.

*Rhaphidophore cavicola* Fischer, 1853. Orth. Europ. 201.

*Troglophilus cavicola* Krauss 1878. Sitzb. Ak. Wissensch. Wien. 83, 15.

## Nahajališča v Sloveniji:

- Jama Lesina, Nova Lipa pri Vinici (Črnomelj), kat. št. 1811. 20. VII. 1973.  
 (14 ♂♂, 18 ♀♀), leg. P. Mravinec.
- Gadina ali Žopenca pri vasi Kočevje, 1 km od Črnomlja, katastrska št. 235.  
 18. III. 1973. (1 ♂ lič., 1 ♀); 1. VII. 1972. (2 ♂♂, 2 ♀♀); 16. IV. 1975.  
 (1 ♀), leg. T. Novak.
- Klepčevo brezno na Livoldskem vrhu pri Kočevju, kat. št. 3923. —. VIII. 1973.  
 (3 ♀), leg. T. Novak.
- Strelški (= Strelčev) pekel, Sveti Duh pod Olševo, kat. št. 4251. 13. V. 1975.  
 (1 ♂ lič., 1 ♀ lič.), leg. T. Novak.
- Vodna jama pod gradom Luknja, Luknja, Novo mesto, gornji vhod, kat. št. 575.  
 1975. (1 ♂); 13. V. 1975. (1 ♂ lič., 1 ♀), leg. T. Novak.
- Velika jama na hribu Ljuben, Uršna sela pri Novem mestu, kat. št. 2326. 14. V.  
 1975. (1 ♂), leg. T. Novak.
- Frlinka na Novem Ljubnu, Uršna sela pri Novem mestu, kat. št. 3635. 14. V.  
 1975. (1 ♀ lič.), leg. T. Novak.
- Dolenjski zdenec, Dolenjci (Adlešiči), kat. št. 1800. 16. IV. 1975. (1 ♀ lič.), leg.  
 T. Novak.
- Ajdovska jama ali Ajdovska peč, Studenec pri Krškem, kat. št. 390. 30. III. 1975.  
 (1 ♂ lič., 2 ♀♀), leg. T. Novak.
- Travna gora nad Sodražico na Dolenjskem, na prostem. —. VI. 1972. (2 ♂♂,  
 2 ♂♂ lič., 2 ♀♀).
- Jama Pekel, Šempeter pri Celju, kat. št. 553. 27. XII. 1974. (1 ♀), leg. B. Drovnik.
- Nova jama (= Barbaraštoln), Velika Pirešica, Žalec, kat. št. 4384. 19. IV. 1975.  
 (1 ♂, 1 ♀, 1 ♀ lič.), leg. T. Novak.
- Jiračkova pogrezlina, Studenec, Velika Pirešica pri Žalcu, kat. št. 552. 19. V.  
 1975. (1 ♂ lič., 1 ♀), leg. T. Novak.
- Bezgečeva jama ali aKmnita hiša, Velika Pirešica pri Žalcu, kat. št. 500.  
 19. IV. 1975. (2 ♀♀), leg. T. Novak.
- Jama Špehovka na zahodnem pobočju Tisnika, severozahodno od Velenja, kat.  
 št. 509. 24. I. 1972. (1 ♂, 2 ♀♀); 19. II. 1972. (1 ♂, 2 ♀♀); 22. IV. 1972.  
 (1 ♂ lič.); 29. XI. 1972. (1 ♂, 1 ♀), leg. T. Novak.
- Jama pod južnim vrhom Tisnika, severozahodno od Velenja, kat. št. 521. 28. I.  
 1972. (1 ♂ lič., 2 ♀♀); 9. XII. 1972. (1 ♀); 8. VII. 1973. (1 ♀), leg. T. Novak.

- Jama Školjka na Tisniku, kat. št. 3311. 15. X. 1972. (1 ♂, 2 ♀♀, 1 ♀ lič.); 8. II. 1973. (1 ♀ lič.), leg. T. Novak.
- Lisičja luknja pri Koprivnikarju na Tisniku, kat. št. 3313. 28. II. 1972. (1 ♂, 1 ♀); 17. XII. 1972. (3 ♂ lič., 2 ♀♀); 2. I. 1973. (1 ♀), leg. T. Novak.
- Klet na Tisniku, kat. št. 1661. 19. II. 1972. (3 ♀♀), leg. T. Novak.
- Jama Pilanca na Tisniku, severno od Velenja, kat. št. 520. 21. I. 1972. (1 ♀); 19. II. 1972. (1 ♀ lič.); 13. V. 1972. (1 ♀); 9. II. 1972. (1 ♀), leg. T. Novak.
- Veluja peč, jama II. pri Paki pri Velenju, kat. št. 3627. 20. VIII. 1972. (6 ♂♂, 2 ♀♀), leg. T. Novak.
- Pavlijeva luknja nad Radljami ob Dravi, kat. št. 3142. 24. VI. 1972. (1 ♂), leg. T. Novak.
- Huda luknja nad Radljami ob Dravi, kat. št. 3191. 19. IX. 1972. (1 ♀ lič.); 17. III. 1973. (1 ♀); 4. VII. 1973. (1 ♂ lič.), leg. T. Novak.
- Rupa na Lomu nad Topolšico, kat. št. 3957. 1. IX. 1972. (1 ♀); 5. VIII. 1973. (1 ♀); 13. X. 1973. (1 ♂, 2 ♀♀), leg. T. Novak.
- Gorooljšča rupa (= Brezno na gori Oljki) pri Polzeli, Šmartno ob Paki. kat. št. 2510. 7. IV. 1973. (1 ♂, 1 ♀); 20. IV. 1973. (1 ♀), leg. T. Novak.
- Umetni rov, dolg ca. 7 m nad vojašnico v Dravogradu. 7. VII. 1972. (1 ♀), leg. T. Novak.
- Menina planina nad Zgornjim Tuhinjem in sv. Vidom, na prostem. 26. VIII. 1972. (1 ♂), leg. B. Drovenik.
- Laze pri Planini, na prostem. —. IV. 1971. (2 ♂♂, 1 ♀), leg. F. Velkovrh.
- Grmada nad Planino pri Rakeku, na prostem. 23. V. 1969. (1 ♂ lič., 1 ♀); 24. VI. 1969. (1 ♂ lič., 1 ♀ lič.); 28. VII. 1969. (5 ♂♂, 7 ♀♀); 29. IV. 1970. (2 ♂♂), leg. Z. Strgar.
- Bunker na Grmadi nad Planino pri Rakeku. 7. IV. 1971. (2 ♂♂, 1 ♂ lič., 1 ♀, 2 ♀♀ lič.), leg. Z. Strgar.
- Jama v Globoščaku, Rakov Škocjan (okolica Rakeka), kat. št. 783. 10. VIII. 1973. (1 ♂), leg. F. Velkovrh.
- Hrib Slivnica nad Cerknico v gozdu pod ljubem. 13. VII. 1971. (2 ♂♂, 1 ♀), leg. F. Velkovrh.
- Grič Sovič pri Postojni, na prostem. —. IX. 1972. (1 ♂), leg. B. Drovenik.
- Postojnska jama, Veliki dom nad termografom pod lučjo kat. št. 747. 2. VI. 1972. (1 ♀), leg. T. Novak.
- Tičkova jama nad Petelinjskim jezerom pri Pivki, kat. št. 1667. 10. X. 1951. (1 ♂), leg. A. Vadnjal.
- Jama Trhlovca pri Divači, kat. št. 67. 9. IX. 1974. (2 ♂♂, 1 ♀), leg. E. Pretner.
- Jama Krasnica nad Slapom ob Idrijici, kat. št. 806. 21. X. 1972. (2 ♂♂, 1 ♀), leg. E. Pretner.
- Jama pri Votli peči pri Ravnah na Koroškem, kat. št. 3263. 7. IX. 1972. (2 ♀♀), leg. T. Novak.
- Kipova jama pri Bojani vasi, občina Metlika, kat. št. 853. 2. VII. 1975. (3 ♀♀), leg. T. Novak.

**Nahajališča na Hrvatskem:**

- Donja Cerovačka pećina. Gračac, Lika. — V. 1970. (1 ♂, 3 ♀♀), leg. E. Pretner.
- Vranovinski ponor, Klanec, Gornje Pazarište, Lika. 13. VI. 1955. (1 ♂), leg. E. Pretner.
- Gornja Baračeva pećina, Nova Kršlja, Lika. 3. XI. 1973. (3 ♂ ♂), leg. E. Pretner.
- Pećina Mračnica pri vasi Buljmime, zaselek Mogorića, Lika. 3. X. 1974. 2 ♀♀), leg. E. Pretner.
- Čurkovića pećina iznad Rudopolja, Otišić v dolini Cetine na vznožju Svilaje planine, Dalmacija. 4. IV. 1972. (2 ♂ ♂ lič., 1 ♀, 2 ♀♀ lič.), leg. E. Pretner.
- Pećina kod manastira Dragovića ob Cetini (Vrlika, Dalmacija). 11. V. 1974. (1 ♀), leg. E. Pretner.

**Nahajališča v Bosni in Hercegovini:**

- Rudniški rov nad cesto Ključ - Gornja Sanica (pred Sanico), Bosna. 18. IV. 1973. (2 ♂ ♂), leg. E. Pretner.
- »Pećina« ob Sani, Gor. Kamičak, Bosna. 5. VIII. 1972. (1 ♀), leg. E. Pretner.
- Pećina pri Sokogradu, Sokolac (okolica Šipovo). Bosna. 4. VIII. 1972. (1 ♂, 4 ♀♀), leg. E. Pretner.
- Dabarska pećina, Dabar (Sanski most). Bosna. 7. VIII. 1968. (1 ♂, 1 ♀), leg. E. Pretner.
- Pećina Tarkovac (Dubovska pećina) med Dubovskem in Lipo), Bosna. 3. VII. 1968. (1 ♂, 1 ♀), leg. E. Pretner.
- Rastuška pećina pri vasi Rastuša, severno od Teslića, Bosna. 8. VIII. 1973. (1 ♀), leg. E. Pretner.
- Jama Visibaba, Dabarsko polje, Hercegovina. 28. VII. 1975. (1 ♀), leg. T. Novak.
- Dolska pećina, Bihovo, južno od Trebinja, Hercegovina. 12. VIII. 1968. (1 ♂), leg. E. Pretner.

*Troglophilus brevicauda* Chopard 1934

Bull. Soc. ent. France. 9, 138—139

**Nahajališča v Bosni in Hercegovini:**

- Mačkića pećina na podnožju Mačkića Stijene pri Sitnici, Bosna. 14. IV. 1973. (1 ♂, 3 ♀♀), leg. E. Pretner.
- Jama u Goveđem dolu, Trebinje, Hercegovina. 27. VII. 1968. (1 ♀), leg. B. Drovenik.

**Nahajališča v Črni gori:**

- Pećina u Manitoj Rupi na severnem pobočju (1306 m) Golega vrha pri Ledenicah, Krivošije, Črna gora. 17. VII. 1973. (1 ♀), leg. E. Pretner.
- Lipska pećina, Lipa pri Cetinju, Črna gora. 24. VII. 1975. (4 ♀♀), leg. T. Novak.

*Troglophilus neglectus* Krauss 1878

Sitzb. Ak. Wissensch. Wien. 78, 73

**Nahajališča v Sloveniji:**

- Jama v Malenščah pri Livku na Matajuru, kat. št. 4451. 20. X. 1972. (1 ♀), leg. E. Pretner.
- Divja jama nad vasjo Plave v Soški dolini, kat. št. 828. 18. IX. 1972. (3 ♂♂, 1 ♀); 30. X. 1973. (1 ♂), leg. E. Pretner.
- Zadlaška (prej Dantejeva) jama pri Tolminu, kat. št. 804. —. V. 1971. (2 ♂♂, 1 ♀), leg. F. Velkovich.
- Smrekova draga, Trnovski gozd, na prostem. 10. VII. 1975. (2 ♀♀), leg. B. Drovnik.
- Kačna jama pri Divači, kat. št. 955. 30. XII. 1972. (1 ♂), leg. A. Vadnjal.
- Predjama, vhodni del, kat. št. 734. —. III. 1974. (2 ♀♀), leg. T. Novak.
- Svinjska jama pri Cerkniškem jez. pri Dolenji vasi, kat. št. 534. 9. I. 1969. (2 ♂♂, 2 ♀♀). leg. E. Pretner.
- Rakov Škocjan, na prostem. —. IX. 1969. (1 ♀), leg. E. Pretner.
- Najdena jama, vhodni del, Laze pri Planini, kat. št. 259. 30. V. 1975. (2 ♀♀), leg. T. Novak.
- Benkotova jama na vzhodnem pobočju Krima, kat. št. 325. 24. IV. 1972. (1 ♂, 1 ♀), leg. E. Pretner.
- Črna koča, Kočevski Rog, na prostem. 3. IX. 1969. (2 ♂♂, 2 ♀♀).
- Jama Stopenca pri Anžah (blizu Brestanice v občini Krško), kat. št. 469. 24. IV. 1971. (2 ♂♂, 2 ♀♀), leg. T. Novak.
- Jeralovo brezno na MW pobočju planote Rovnika nad Njivico pri Kranju, kat. št. 3854. 7. I. 1973. (1 ♂, 2 ♀♀), leg. E. Pretner.
- Lisičina, tudi Lisičja jama blizu Jeralovega brezna, kat. št. 4174. 7. I. 1973. (1 ♀), leg. E. Pretner.
- Mežakla nad Jesenicami, na prostem. —. VI. 1970. (1 ♀), leg. F. Velkovich.
- Rdečka jama na Rdečkem vrhu nad vasjo Suhi dol pri Slovenjgradcu. kat. št. 3488. 21. IX. 1972. (1 ♀ lič.); 24. XII. 1972. (1 ♀), leg. T. Novak.
- Razpoka pri Radljah ob Dravi, kat. št. 3542. 2. II. 1972. (2 ♀♀, 2 ♀♀ lič.), leg. T. Novak.
- Jama pod Belo steno pri Sežani, kat. št. 3323. 28. III. 1971. (3 ♂♂, 8 ♀♀) leg. I. Sivec.
- Jama Mačkovca pri Lazah ob robu Planinskega polja, kat. št. 52. 15. V. 1969. (1 ♀ lič.); 25. VII. 1969. (1 ♀); 1. II. 1970. (1 ♂, 1 ♀ lič.); 26. X. 1969. (1 ♀), leg. F. Velkovich.

**Nahajališča v Hrvatski:**

- Umetni rov pri Medveji, Istra. —. V. 1974. (3 ♂♂), leg. F. Velkovich.
- Rodičeva pečina, Plitvice. 2. XI. 1973. (2 ♂♂), leg. E. Pretner.
- Osnovna šola v Prokiki, Brinje, Lika. 16. VII. 1961. (1 ♂, 1 ♀), leg. E. Pretner.
- Pečina Lasić, Crni Kal (zahodno od Kompolja). 2. XI. 1974. (1 ♂, 1 ♀), leg. E. Pretner.
- Pečina Vrelo, Fužine, Gorski Kotar. 19. IV. 1974. (1 ♂, 1 ♀ lič.), leg. E. Pretner.



Pećina Golubnjača, pokrajina Podi, vas Obrovac Sinjski. 11. IV. 1974. (1 ♀), leg. E. Pretner.

Jama v Niskoj drazi, Dragozetići, Cres. 1. IV. 1974. (1 ♀), leg. F. Velkovich. Gašparet jama pri Sremu, Belej, Cres. — V. 1974. (1 ♂, 6 ♀♀ lič.), leg. F. Velkovich.

Jama Doli pri Sremu, Belej, Cres. — V. 1974. (1 ♂, 1 ♂ lič., 1 ♀ lič.) leg. F. Velkovich.

Vela Škulja, Punat, Krk. 1. I. 1974. (2 ♂♂, 2 ♀♀ in več lič.), leg. F. Velkovich.

#### Nahajališča v Bosni in Hercegovini:

Rastuška pećina pri vasi Rastuša severno od Teslića, Bosna. 8. VIII. 1973. (1 ♂, 1 ♀), leg. E. Pretner.

Ledenica, Resanovci (Bosansko Grahovo). 27. IV. 1972. (1 ♂, 1 ♀), leg. E. Pretner.

Mokra pećina (Bosansko Grahovo). 7. IV. 1972. (1 ♀), leg. E. Pretner.

Jama ob Vrbasu (20 km južno od Banja Luke). — X. 1968. (1 ♀).

Jama Visibaba, Dabarsko polje (Hercegovina). 28. VII. 1975. (1 ♀), leg. T. Novak.

Pećina kod Pejovih Torina, Korita — Hercegovina. 11. VIII. 1968. (2 ♂♂), leg. E. Pretner.

#### Nahajališča v Črni gori:

Pećina Mijokovića, Crni Nugli, Dragalj, Krivošije. 2. VIII. 1965. (2 ♂♂), leg. E. Pretner.

Brezno Duboki Dô, Krstac, Njeguši. 19.—20. VII. 1975. (1 ♀), leg. T. Novak.

#### *Troglophilus pretneri* Us 1970

Poročila — Acta Carsologica, V/8, SAZU, Ljubljana

Kerovača peč pri zaselku Ništice ob cesti Gacko — Nikšić. 4. VIII. 1969. (3 ♀♀), leg. E. Pretner.

Dučića pećina nad vasjo Peuta, Titograd. 13. VII. 1972. (4 ♀♀), leg. E. Pretner.

Dolina Grbaja pri Gusinju (Prokletije), pod lubjem. 11. VII. 1973. (1 ♀), leg. E. Pretner.

Poddružina — Subfamilia: DOLICHOPODINAE Beier 1955

Rod — Genus: *Dolichopoda* Bolivar 1880

*Dolichopoda araneiformis* (Burmeister 1838)

*Phalangopsis araneiformis* Burmeister 1838. Handbuch Ent. 2, 722.

*Dolichopoda palpata* Brunner 1882. Prodrum. Eur. Orth. 413.

*Dolichopoda araneiformis* Chopard 1932. Arch. zool. exp. gén. 74, 15.

Pećina kod Garišta, Čačijin Dolac, Obrovac Sinjski (Hrvatska). 5. IV. 1974. (1 ♂), leg. E. Pretner.

- Gosposka pećina nad izvirom Cetine (Hrvatska). 5. IV. 1972. (1 ♂), leg. E. Pretner.  
 Jama Čelar pri zaselku Svaguše, Zagvozđ (Hrvatska). 14. V. 1974. (1 ♀), leg. B. Drovenik.  
 Estavela Buk (v času obiska suha), Risavac, Mokro polje, Trebinje, Hercegovina. 26. VII. 1975. (1 ♂), leg. T. Novak.  
 Pećina Podosoje, Dabarsko polje, Stolac, Hercegovina. 28. VII. 1975. (4 ♂♂), leg. T. Novak.  
 Strugarska pećina, Strugari, Cetinje, Lovćen (Črna gora). 30. VII. 1972. (1 ♀), leg. E. Pretner.  
 Jama Viljuštica, Krstac-Njeguši (Črna gora). 22. VII. 1975. (1 ♂, 1 ♀), leg. T. Novak.  
 Jama u Čelišču, Zagvozđ (Hrvatska). 14. V. 1974. (1 ♀), leg. B. Drovenik.

Družina — Familia: GR YLLIDAE

Podružina — Subfamilia: GR YLLINAE

Rod — Genus: *Gryllomorpha* Fieber 1853

*Gryllomorpha dalmatina* (Ocskay 1832)

*Acheta dalmatina* Ocskay 1832. Nova Acta Leop. Car., 2, 959.

*Gryllus apterus* Fischer 1853. Orh. eur., 173.

*Gryllomorpha dalmatina* Fieber 1853. Lotos, 3, 68.

Omišalj na otoku Krku v kleti. 24. VIII. 1973. (1 ♂).

Mesto Krk na otoku Krku, v hiši. 17. VII. 1974. (1 ♂).

Njivice na otoku Krku, —. VII. 1974. (1 ♂), leg. M. Godek; v kleti 15. VII. 1975. (1 ♂, 1 ♀), leg. M. Godek.

Vela Škulja, Punat na otoku Krku, 3. XI. 1974 (3 ♂♂ lič.), leg. F. Velkovrh.

### Zusammenfassung

#### ZWEITER BEITRAG ZUR KENNTNIS DER HÖHLENORTHOPTEREN JUGOSLAWIENS

(ORTHOPTERA — TETTIGONIOIDEA)

Meine zahlreichen Freunde unter den Biologen sammelten auf ihren Exkursionen neben dem Material, das sie interessierte, auch Höhlenorthopteren für mich. Ich bestimmte folgende Arten: *Troglophilus cavicola*, *Tr. brevicauda*, *Tr. pretneri*, *Tr. neglectus*, *Dolichopoda araneiformis* und *Gryllomorpha dalmatina*.

In der vorliegenden Arbeit sind viele neue Fundorte dieser Arten unter Anführung des Namens des Sammlers verzeichnet. Fast alle Höhlen Sloweniens sind mit der Katasternummer des Slowenischen Höhlenforschervereins (Društvo za raziskovanje jam Slovenije) versehen. Allen Sammlern gebührt mein herzlicher Dank.

### Literatura

- Baccetti, B. 1966: Le Dolichopoda della Francia e della Spagna. Int. journ. of speleology. Lehre, 2, 17—28.
- Chopard, L. 1932: Les Orthoptères de la faune paléarctique. Arch. zool. exp. gén. Paris, 74, 263.
- Chopard, L. 1936: Biospeleologica. Orthoptères et Dermaptères. Arch. exp. zool. gén. Paris, 78, 195.
- Chopard, L. 1954: Contribution à l'étude des Orthoptéroïdes cavernicoles. Notes Biosp. 9, 27.
- Harz, K. 1969—1975: Die Orthopteren Europas. I—II. Dr. W. Junk, Hage.
- Karaman, Z. 1958: Špilski zrikavci Jugoslavije. God. zbornik univ. Skopje, XI.
- Krauss, H. 1878: Die Orthopteren - Fauna Istriens. Sitzb. Ak. Wiss. Wien., 78, 83.
- Us, P. 1969: Orthopteroida. Catalogus faunae Jugoslaviae, 2. SAZU, Ljubljana.
- Us, P. 1970: Prispevek k poznavanju jamskih ortofterov Jugoslavije. Poročila - Acta carsologica, 5, 301—319. Ljubljana.

ACTA CARSOLOGICA — KRASOSLOVNI ZBORNIK VIII, 1978 (1979)

Izdala Slovenska akademija znanosti in umetnosti v Ljubljani

Natisnila Tiskarna »Jože Moškrič« v Ljubljani, 1979 — Naklada 1200 izvodov