

ACTA CARSOLOGICA	34/3	1	543-565	LJUBLJANA 2005
------------------	------	---	---------	----------------

COBISS: 1.02

PRESIHAJOČA JEZERA NA PIVŠKEM
INTERMITTENT LAKES IN THE PIVKA BASIN

JAN EZ MULEC¹ & ANDREJ MIHEVC¹ & TANJA PIPAN¹

¹Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU, Titov trg 2, SI-6230 Postojna, Slovenija
e-mail: janez.mulec@guest.arnes.si, mihevc@zrc-sazu.si, pipan@zrc-sazu.si

Izvleček

UDK: 556.538(497.4 Pivka)

Janez Mulec & Andrej Mihevc & Tanja Pipan: Presihajoča jezera na Pivškem

Za Pivško kotlino so značilni številni kraški pojavi. Visoke kraške vode poplavijo večje in manjše depresije, kjer nastanejo pivška presihajoča jezera. Jezerske kotanje so oblikovane zaradi talne in robne korozije poplavne vode. Na širšem področju presihajočih jezer prevladujejo krajše in suhe jame. Na menjavanje režima voda – kopno sta se prilagodili flora in favna. Ugodna strateška lega in klima sta omogočila poselitev tega področja že zgodaj v človeški zgodovini.

Ključne besede: pivška presihajoča jezera, Pivka, Slovenija.

Abstract

UDC: 556.538(497.4 Pivka)

Janez Mulec & Andrej Mihevc & Tanja Pipan: Intermittent lakes in the Pivka basin

Many karst features are characteristic of the Pivka basin. The Pivka intermittent lakes appear when high karst waters flood large and small karst depressions. The basins of the lakes were shaped by lateral and subsoil corrosion of flood waters. In the wider area around the intermittent lakes short dry caves prevail. Flora and fauna have adapted to the changeable water land regime. A favourable strategic position and climate have enabled human settlement of the region early in history.

Key words: Pivka intermittent lakes, Pivka, Slovenia.

MORFOLOŠKE ZNAČILNOSTI ZGOR-NJE PIVKE IN KOTANJ PIVŠKIH JEZER

V preteklih desetletjih se je interpretacije dogajanja geološke preteklosti Pivške kotline v posameznih prispevkih dotaknilo le nekaj avtorjev (Rakovec 1954; Habič 1968; Habič 1975; Kranjc 1985), zato bo treba v prihodnosti to videnje nadgraditi z novimi, celostno usmerjenimi raziskavami. Na podlagi najdb kosti in zobovja poginulih živali Rakovec (1954) ugotavlja, da so v vodah Pivške kotline že v daljni preteklosti, pred približno 400.000 leti (mindelsko-riška medledena doba), živeli pritlikavi povodno konji *Hippopotamus pentlandi*. Tekom geološke zgodovine so se pritoki reke Pivke, zlasti z Javornikov, zaradi zakrasevanja postopno umaknili v podzemlje (Habič 1968), pred tem pa so ključno sodelovali pri izoblikovnjui teras Pivške kotline (Kranjc 1985).

MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE UPPER PIVKA BASIN AND LAKE DEPRESSIONS

In the past decades only few authors (Rakovec 1954; Habič 1968; Habič 1975; Kranjc 1985) included interpretation of the geological history of the Pivka valley so this knowledge must be supplemented with new interdisciplinary oriented investigations. On the basis of found bones and teeth of dead animals Rakovec (1954) deduced that in waters of the Pivka basin in the past, approximately 400.000 years ago (Mindel-Riss interglacial period), a dwarf hippo *Hippopotamus pentlandi* lived. During geological history surface affluents of the Pivka river have due to karstification, especially from the Javorniki mountains, gradually retreated to the underground (Habič 1968). Previously these streams took an active part in the formation of terraces in the Pivka valley (Kranjc 1985).

Pivška kotlina je velika depresija med visokimi kraškimi planotami Nanosom (1313 m), Hrušico (1264 m), Javorniki (1268 m), Slavenskim ravnikom (600–700 m), Snežnikom in flišnim povodjem Notranjske Reke. Severni del te velike kotline je iz neprepustnih flišnih kamnin s površinskim odtokom. Južni del, Zgornja Pivka, pa je nastal na apnencih in ima nekatere lastnosti kraškega polja.

Kotlina Zgornje Pivke je okrog 16 km dolga in 4 – 5 km široka. Njeno površje se blago spušča od 620 m nadmorske višine pri Koritnicah, ob vznožju Snežniškega masiva na JV, do 520 m na SZ delu pri Prestranku oziroma Rakitniku, kjer reka Pivka prestopi na flišne kamnine. Pivka je največja reka v kotlini. Vodo dobiva s fliša in kraških izvirov v Zgornji Pivki, ponika pa v Postojnski jami v severovzhodnem delu kotline. Površje Zgornje Pivke je obenem nagnjeno tudi od vznožja Javornikov proti JZ, tako da je pas najnižjega uravnanelega sveta ob vznožju niza vzpetin, ki Zgornjo Pivko ločijo od flišnih pokrajin v porečju notranjske Reke. Ta prečna nagnjenost dna je bolj izrazita kot vzdolžna.

Površje kotline Zgornje Pivke lahko razdelimo na dve večji morfološki enoti: uravnano dno kotline in višjo skalno teraso, ki se vleče vzdolž Javornikov. Vanjo so poglobljene kotanje Pivških jezer. Dno kotline je najnižji del doline vzdolž reke Pivke. Med Rakitnikom oziroma Prestrankom in Pivko je široka od 1 – 2 km, od Pivke proti Zagorju pa se nekajkrat zoži in nato spet odpre v širšo ravnico. V taki razširitvi južno od Zagorja izvira tudi reka Pivka.

Značilnost dna kotline so uravnana tla ob Pivki. Dno je popolnoma ravno le v bližini Pivke, drugod je nekoliko valovito in dvignjeno nekaj metrov nad strugo reke Pivke, ponekod so v njem tudi nizki kopasti vrhovi. Na zahodni strani ravno dno počasi prehaja v pobočja, na vzhodni strani pa povečini ostro v strma pobočja višje terase, ki se dviguje 10 – 20 m nad njim. Živoskalno dno pokriva mestoma

The Pivka basin is a large depression among high karst plateaus of Nanos (1313 m), Hrušica (1264 m), Javorniki (1268), low plateau Slavenski ravnik (600 – 700 m), Snežnik (1796 m), and flysch hills that form a catchment area of the Reka river. The northern part of the basin was formed in noncarbonate flysch rocks with superficial drainage, while the southern part of the Upper Pivka basin was formed in limestone and has some characteristics of a karst polje.

The Upper Pivka basin is about 16 km long and 4 – 5 km wide part of the basin. Its surface gently tilts from the foot of the Snežnik mountain on SE from 620 m at Koritnice to 520 m on the NW at Rakitnik, where the river Pivka leaves limestone and enters flysch part of the basin. This river, which is the largest in the basin, collects water from flysch and karst springs in the Upper Pivka basin and finally sinks into Postojnska jama cave on the NE part of the Pivka basin. At the same time the surface of the Upper Pivka basin is inclined from the foot of Javorniki mountains towards SW. Zone of the lowest levelled area is at foothills which separate the Upper Pivka basin from the flysch landscape of the Reka river valley. This transverse inclination is more explicit as the longitudinal one.

The surface of the Upper Pivka basin can be divided into two distinctive morphological units: levelled bottom of the basin and higher rocky terrace along the Javorniki mountains. Depressions of the Pivka lakes are deepened into the terrace. Levelled bottom is the lowest part of the basin and is extended along the river Pivka. Between the villages of Rakitnik, Prestranek and Pivka it is 1 – 2 km wide; between Pivka and Zagorje it narrows few times and widens again into a wider plain. In the bottom of such a widening south from Zagorje the karst spring of the river Pivka lies.

The characteristic of the basin bottom is levelled ground along the Pivka river. It is completely levelled only in close proximity of the Pivka river; elsewhere it is slightly undulated

tanka plast ilovnatih ali peščenih sedimentov. V dnu ni vrtač, so pa številni izviri in tudi ponori, vendar morfološko niso izraziti. K uravnanemu dnu Zgornje Pivke spada tudi večja kotanja pri Knežaku. Dolga je do 3 km ter do 1,5 km široka. Tam kotanjo loči od sklenjenega dna kotline višja terasa. Dno pri Knežaku je uravnano, k temu prispeva še obsežen vršaj gruščica, ki so ga prinesle vode s Snežnika nad Koritnicami. Na dnu stoji nekaj izoliranih kopastih vrhov, na primer Obroba (644 m). Dno kotanje ima oster prehod v strmo ježo terase na vzhodni strani.

Višja skalna terasa leži med dnom kotline in Javorniki. V severnem delu je široka do 3 km, pri Petelinjskem jezeru okrog 1,5 km, južneje pod Zagorjem pa je široka 4 km in sega od Javornikov do vznožja Gradišča ter tako loči dno pri Knežaku od dna kotline ob Pivki. Terasa je nagnjena proti JZ. Ob Javornikih je v višini 650 – 670 m, tam v opaznem pregibu preide v pobočja Javornikov. Ob zahodnem robu pa je v nadmorski višini med 550 m in 570 m oziroma 10 – 15 m nad ravnico ob Pivki. Terasa je ponekod že močno razčlenjena. Taka je zlasti v severnem delu, najbolje pa je ohranjena med Trnjem, Bačem in Palčjem. Površje terase razčlenjujejo posamezni kopasti vrhovi, predvsem pa številne vrtače. Vz dolž nižjega zahodnega roba so vrtače večje, tu je tudi več velikih vrtač in kotanj z ravnim dnom, v katerih se pojavljajo občasna

and elevated several meters above the riverbed. Somewhere on this surface there are also low, about 10 meters high isolated hills. There is a gradual transition of the surface into the slopes on the western side, while on the eastern side of the bottom there is a sharp transition into the slopes of the higher terrace, which raises 10 – 20 m above it. Rocky bottom of the surface is somewhere covered with a thin layer of clay and sandy sediments. There are no dolines in the bottom, but numerous springs and ponors, which are small and morphologically not very distinctive. A large closed depression at Knežak also belongs to the large levelled surface of the Upper Pivka. It is 3 km long and up to 1.5 km wide. This depression is separated from the surface along the Pivka riverbed with the higher terrace. Its bottom near Knežak is levelled and at Koritnice partly covered with fossil alluvial fans deposited by stream that flowed in the Pleistocene from the Snežnik mountain. There are also some isolated hills, hums like Obroba (644 m). The bottom of this depression has also a sharp edge and steep slope to the higher terrace on the eastern side.

The higher rocky terrace lies between the bottom of the basin and the Javorniki mountains. In its northern part it is 3 km wide, at Petelinjsko jezero lake about 1.5 km, and further to the south at Zagorje 4 km. It extends from the

Tabela 1: Deset najdaljših jam v neposredni bližini Pivških jezer (stanje na dan 1. junij 2005; Arhiv IZRK 2005).

Table 1: 10 longest caves in the immediate vicinity of the Pivka lakes (situation 1st June 2005; Arhiv IZRK 2005).

JAMSKI OBJEKT / CAVE	DOLŽINA / LENGTH (m)
Trnska jama	191
Mrzla jama	120
Jama v kamnolomu pri Matenji vasi	112
Drskovška golobina	107
Kozja luknja	85
Brezno 1 pri Muhovi ogradi	80
Golobina na Dolnjih Ravnah	75
Tičkova jama	75
Brezno v Slavenskih senožetih	70
M 4	65

Pivška jezera (Sliki 1, 2).

Večina kotanj Pivških jezer so vrtačam podobne koncentrične depresije z velikim uravnanim dnom in ostrim pregibom med dnom in pobočji. Večji jezera sta Palško in Petelinjsko, ki imata daljšo os dna jezera večjo od 1500 m. Ostale kotanje imajo premere med 100 in 300 m. Kotanje so torej veliko večje kot vrtače, ki jih poplave ne dosegaajo. Imajo živoskalno dno, ki pa je prekrito s plastjo sedimenta in prsti, ki običajno ne presega debeline 0,5 m. Prehod ravnega dna v pobočje je v večini primerov morfološko izrazit in oster. Podobno so oblikovana pobočja dna kotline proti višji terasi. Dno jezerskih kotanj leži v višini, ki ga še doseže nihanje gladine kraške podtalnice. Ko se ta skozi številne kraške kanale dvigne, se v njih pojavi voda, istočasno pa se pojavi tudi v dnu doline, kjer izvira in teče Pivka. Pojav vode na površju omogoča močnejše raztapljanje apnenca, to pa je usmerjeno predvsem bočno, kar je razširilo dno teh kotanj. Proces je še danes aktiven, o čemer priča oster pregib med dnom in pobočji (Sliki 1, 2).

Kotanje Pivških jezer so torej nastale s preobrazbo vrtač ali večjih reliefnih uleknin, ki so segale v območje nihanja kraške podtalnice. Visoka gladina kraške podtalnice omogoča pojavljanje vode na površju in nastanek jezer, vpliva pa tudi na to, da se prst in sedimenti tu ne spirajo navzdol v kras. Dna jezer so zato pokrita z debelejšo prstjo, kot jo najdemo na okoliškem kraškem površju (Slika 3).

JEZERA NA PIVŠKEM

Ob visokih kraških vodah se pojavijo številne poplavljenе površine, ki jih domačini glede na velikost in trajanje poplav različno imenujejo, npr. luže, močila, loke, lokve, mlake, ribniki, jezera ipd. Firbas (2001) v obsežni monografiji o vseh slovenskih jezerih večino presihajočih jezer s Pivškega omenja, izpušča pa Šembijško jezero, Kljunov ribnik, Radohovsko jezero in Krajnikov dol. Glede na literaturne vire

Javorniki mountains to the foot of the Gradišče hill and separates the depression at Knežak from the levelled surface along the Pivka river. The terrace is inclined towards SW. Along the foot of the Javorniki mountains its altitude is between 650 and 670 m, where it passes to the slopes of the Javorniki. On the western side of the terrace it ends at the elevations between 550 and 570 m, with the sharp edge of 10-15 m above the bottom of the basin along the Pivka river. The terrace is somewhere, mostly in the northern part, expressively dissected. It is best preserved between the settlements Trnje, Bač and Palčje. The surface of the terrace is dissected by isolated peaks and mainly by many dolines. Along its western edge the dolines tend to be larger; there are several big dolines and depressions with levelled bottoms in which intermittent Pivka lakes appear (Figures 1, 2).

Most of the depressions of the Pivka lakes are doline-like, closed with large levelled bottoms and sharp transition from the bottom to the slope above it. The largest lakes are Palško jezero and Petelinjsko jezero with longer axis of the lake bottom larger than 1500 m. The other depressions have bottom diameter between 100 and 300 m. The depressions of the lakes are much larger than dolines which bottoms are not reached by the floods. Their rocky bottoms are covered by a layer of sediment and soil which in most cases is not thicker than 0.5 m. Transition from a levelled bottom to the steep slope is morphologically strict and distinctive. Slopes of the bottom basin to the higher terrace are similarly developed. The bottoms of the lake depressions are in that level that is still reached by the oscillations of the karst water table. When water in numerous channels rises it appears on the surfaces of these depressions and also in the bed of the Pivka river. The appearance of water on the surface enables stronger dissolution of limestone; mainly laterally what causes widening of the depression bottoms. Steep slopes indicate that the corrosion is especially strong on the edges of the lake depressions and that the process is nowadays still active (Figures 1, 2).

(Habič 1975, Belec et al 1995, Firbas 2001) in pogovore z domačini danes lahko z opisnimi in lokalno-pomenskimi toponimi k presihajočim Pivškim jezerom prištevamo večje število občasno z vodo napoljenih kraških depresij. Pri poimenovanju nekaterih jezer obstaja več različic, vendar smo se avtorji prispevkov odločili poenotiti poimenovanje.

Če se ob visokih vodah odpravimo na Pivško, na poti od severa proti jugu naletimo na sledeča jezera. Po dnu kraškega dola Jeredovce je včasih potekala pot na Bile. Dno Krajnikovega dola je redkeje poplavljeno. V najnižje ležečem Petelinjskem jezeru (532 m nad morjem) se voda zadrži najdlje, povprečno 6 mesecev na leto (Habič 1968). Po površini je največje Palško jezero. Najmočnejši izvir, ki ga polni, je estavela Matijeva jama. Kot povedo domačini, se v Klenskem dolu pri Kleniku občasno zadrži voda. Danes se za to poplavljeno površino uporablja tudi ime Klensko jezero. Zaradi nasutja dela depresije, kjer se pojavi Radohovsko jezero, ki edino leži na levi strani reke Pivke, se je njegova površina precej zmanjšala. V bližini vasi Parje leži Parsko jezero, kamor odtekajo vode iz Malega in Velikega Drskovskega jezera ter naprej proti kraškemu izviru Mišnik (Habič 1975). Domačini vedo povedati, da se vode na dnu Velikega Zagorskega jezera, ki je po površini sicer manjše od Malega Zagorskega, zadržujejo le krajši čas. V Kljunovem ribniku kraška voda bruha z velikim pritiskom zlasti iz umetne vrtine in teče v strugo Pivke. Severovzhodni del te depresije se imenuje Mali dol. Za gradom Kalc se v dnu Velikega dola občasno zadrži voda. Če potujemo po stari vojaški poti iz Zagorja proti Baču, lahko ugledamo še dve kraški depresiji, ki sta redkeje poplavljeni: večje Bačko jezero in nekoliko višje ležeče Laneno jezero. V dnu Kalskega jezera je izkopen kanal, ki visoke vode odvodnjava v strugo reke Pivke. Šembijško jezero je najjužnejše presihajoče jezero, ki se pojavi pri Šembijah in je bilo v dosedanjih prispevkih o presihajočih jezerih s Pivškega pogosto prezrto. Površina tega jezera je bila v času izjemno visokih voda jeseni 2000 precej velika. Voda iz

The depressions of the Pivka lakes were formed by the transformation of dolines or larger relief bends in the zone of the karst water oscillations. High karst water table enables appearance of water on the surface and formation of the lakes. It also influences that soil and sediments are not washed away deeper into the karst. For this reason the soil in the lake bottoms is thicker than on the surrounding karst surface (Figure 3).

LAKES IN THE PIVKA BASIN

During high karst waters many surfaces become submerged. Based on the expanse and duration of floods these flooded depressions have in Slovene different expressions, i.e. luže, močila, loke, lokve, mlake, ribniki, jezera, etc. Firbas (2001) mentioned in his comprehensive monograph of all Slovene lakes most of the Pivka intermittent lakes, except Šembijško jezero, Kljunov ribnik, Radohovsko jezero and Krajnikov dol. From the literature (Habič 1975, Belec et al 1995, Firbas 2001) and conversations with local people about descriptive and locally used toponyms, several temporarily water-filled karst depressions could be considered as Pivka intermittent lakes and any one particular lake could have several different names. Therefore the authors have decided to standardize the lakes' names.

If we decide to cross the Pivka valley during high waters, we can encounter several lakes from the north to the south. In the bottom of the karst depression Jeredovce there once existed a path to the village of Bile. The bottom of Krajnikov dol is rarely submerged. In the lowest situated Petelinjsko jezero (532 m a.s.l.) water is retained longest, for an average of 6 months per year (Habič 1968). Palško jezero has the biggest surface with estavelle Matijeva jama as the strongest spring. Natives say that water remains temporarily in Klenski dol near village of Klenik. Today some people also use the expression Klensko jezero for the same flooded surface. Due to the filling of a part

višje ležečih Narič se je površinsko pretakala v nižje ležečo depresijo, imenovano Jezero. V istem obdobju sta bili zaradi visokih voda vasi Knežak in Bač prometno odrezani. Visoke vode leta 2000 so bile res izjemne, vendar domačini pogosto omenjajo, da se je v zadnjih desetletjih povprečen čas visokih voda v nekaterih jezerih skrajšal ter da se na nekaterih območjih poplavljena površina krči.

Prisotnost nekaterih presihajočih jezer lahko dobro napovemo, npr. z opazovanjem toka reke Pivke. Tok Pivke skozi Prestanek in vsaj deloma razlita struga Pivke pri Rakitniku sta zanesljiva znaka, da so v kraškem zaledju visoke vode, da delujejo kraških izviri, ki vsaj deloma napolnijo kraška jezera na Zgornji Pivki. Tudi v Podtaboru pri Podstenjšku domačini s preprostim opazovanjem izvira ob cesti vedo, da če le-ta ob visokih spomladanskih in jesenskih vodah oživi, je Šembjijsko jezero zagotovo polno (Slika 4).

REKA PIVKA, JEZERA IN VODNE POVEZAVE

Kras v Sloveniji hrani velike količine vode. Kljub intenzivnemu proučevanju podzemeljskih vodnih povezav v zadnjem času je to le drobec pri poznavanju pretakanja kraških voda. Podobno je tudi na Pivškem, klasičnem krasu, kjer je eno izmed porečij Ljubljani in kjer je hidrološko stanje izjemno zapleteno (Kogovšek 1999). Na Zgornji Pivki poteka razvodnica med črnorskim in jadranskim povodjem (Gospodarič 1989; Habič 1989). Površinska in podzemeljska bifurkacija v epifreatični in freatični coni vključuje precej veliko zaledje Pivke z zapletenimi vodnimi povezavami in različnimi odtoki v različne smeri (Habič 1985, 1990).

Danes zagotovo lahko trdimo, da med reko Pivko in nekaterimi jezeri obstajajo neposredne podzemeljske povezave (Habič 1975). Sama beseda Pivka je sinonim za požiralnik, ki pije vodo, malo jezerce, ki počasi odteka, ali za

of a depression with building material where Radohovsko jezero appears, its surface area has shrunk. It is the only lake which lies on the left bank of the Pivka river. Near the village of Parje is Parsko jezero where waters from Malo Drskovško jezero and Veliko Drskovško jezero inflow and further to the karst spring Mišnik (Habič 1975). People say that waters remain for a shorter period in the bottom of the smaller Veliko Zagorsko jezero, compared to the neighbouring Malo Zagorsko jezero. In Kljunov ribnik karst water springs with high pressure, especially from the borehole, and flows directly to the bed of the Pivka river. The northeastern part of the same depression is named Mali dol. Behind the castle Kalc in the bottom of Veliki dol depression water is retained occasionally. If we travel further on the old military road from Zagorje to Bač, another two karst depression that are rarely flooded can be seen: the larger Bačko jezero and at higher altitude Laneno jezero. In the bottom of Kalsko jezero a dug channel serves to drain high waters into the Pivka river. Near the village Šembije the most southern lake, Šembjijsko jezero, is formed. In previous studies of the Pivka intermittent lakes this one was often overlooked. During high waters in the year 2000 its surface was quite huge. Waters from higher lying Nariče flowed on the surface to a lower depression named Jezero. In the same period the villages Bač and Koritnice were cut off from traffic communication. The high waters in 2000 were exceptional, but people often mention that in the last few decades average retention time of high water in some lakes has shortened and that the flooded surface of some areas has contracted.

Presence of some intermittent lakes could be well predicted, e.g. with monitoring of the Pivka river flow. Its continuous flow through the village Prestranek and at least its part overflow at the village Rakitnik are trustworthy signals that there are high waters in the karst hinterland and that many karst springs are activated which have filled up some karst lakes in the Upper Pivka. Natives from Podtabor at Podstenjšek can predict the presence of Šembjijsko jezero

senožeti pri Zagorju, kjer votlikava tla popijejo vodo in čez katere poteka rečna struga (Kranjc 1987). Glavnemu izviru reke Pivke iz Pivšce se nizvodno pridružijo še številni manjši.

Porečje Pivke sestavlja okrog 140 km vodnih tokov, od tega jih je 34 % stalnih, 66% pa občasnih (Kranjc 1985). Kranjc (1985) ocenjuje, da je sezonskim poplavam na Pivki podvrženih 16 % sveta Pivške kotline. Ob izdatni namočenosti se namreč v strugo Pivke pa tudi na širšem območju ob njej iz številnih bruhalnikov prelivajo visoke vode, medtem ko nizke odtekajo po podzemeljskih kanalih nižje neposredno proti Planinskemu polju (Habič 1975). Ob visokih vodah uravnavajo višino podzemeljskih voda izviri ob Pivki. To se kaže zlasti v razporeditvi vodnih gladin presihajočih jezer; v jezerih bližje Pivki (v Parskem, obeh Drskovških in Zagorskih ter v Kalskem) se gladina dvigne le za nekaj metrov nad površinsko Pivko, v bolj oddaljenih pa več (Habič 1985). V suši se voda umakne 20 m pod strugo Pivke (Habič 1968). Domačini omenjajo, da so se otroci v tolmunih Pivke v njenem zgornjem toku še pred nekaj desetletji v času poletnih počitnic kopali. V času kolin pa je bilo v strugi v Zgornji Pivki še vedno toliko vode, da so jo lahko uporabljali za čiščenje črevja za koline. V vmesnem času so strugo Pivke kosili. Po ocenah reka Pivka na koncu svoje poti po Pivški kotlini vnese v Postojnsko jamo okoli 4000 ton erodirane kamnine letno (Kranjc 1982).

JAME NA PODROČJU PRESIHajoČIH JEZER

Na širšem območju presihajočih Pivških jezer (po Gauss-Krügerju, zgornji levi kot $x=66.500$ $y=437.000$, spodnji desni $x=51.000$ $y=445.000$) je registriranih in raziskanih 87 jam in brezen (Slika 5) s skupno dolžino 2.617 m in skupno globino 1.255 m. V času italijanske okupacije (1918 – 1943) je bilo na tem področju registriranih že 31 jam, ki imajo tudi italijansko katastrsko številko VG (Venezia – Giulia).

with simple monitoring of one spring near the road. If it becomes active during high spring and autumn waters, Šembijško jezero is filled (Figure 4).

PIVKA RIVER, LAKES AND WATER CONNECTIONS

Karst in Slovenia preserves huge amounts of water. Despite recent detailed investigations of underground water connections there is still only a superficial knowledge. The situation in the Pivka valley is like that of a part of the Ljubljana river basin hinterland of the Slovene Classical karst. The hydrological situation of the Pivka is very complex (Kogovšek 1999). In the Upper Pivka there is the watershed between the Black sea and Adriatic sea catchment areas (Gospodarič 1989; Habič 1989). Superficial and underground bifurcation in epiphreatic and phreatic zones includes the vast hinterland of Pivka with complex water connections and different outflow in different directions (Habič 1985, 1990).

It can be said today with certainty that between the Pivka river and some lakes there exist direct underground connections (Habič 1975). The word Pivka is a synonym for a ponor, where water sinks, a little lake which slowly drains away or even for a grassland near village Zagorje where water sinks into hollow ground and where a river channel passes over it (Kranjc 1987). Several small springs downstream join the main Pivka rising at Pivšce.

Pivka's river basin comprises of approximately 140 km of water flows; 34% of them are permanent and 66% temporary (Kranjc 1985). He estimated that 16% of the Pivka valley is subject to seasonal floods. After heavy precipitations, high waters from many springs pour into and over the Pivka's riverbed. In the meantime low waters pass through underground channels directly to Planinsko polje (Habič 1975). During high karst waters, springs near the Pivka river regulate the level of

Gostota jam (0,7 / km²) na tem področju je nekoliko nižja, kot jo je izračunal Gams (2004) za celotno Pivško kotlino (1,1 / km²). Globino 50 m presegata zgolj Tičkova jama in Brezno v Slavenskih senožetih. Na Pivškem prevladujejo krajše jame do 50 m (85 %), le 4 jame so daljše od 100 m: Drskovška golobina, Trnska jama - nekoč že pomembna turistična jama, Jama v kamnolomu pri Matenji vasi ter Mrzla jama (Tabela 1). Najštevilčnejše so suhe jame (95 %). Najbolj znana jama na Pivških jezerih je estavela Matijeve jama, v kateri je zlasti zanimiv skalni relief, saj odseva izrazita nihanja vodne gladine (Slabe 1996). V času italijanske okupacije je vojska iz jame črpala vodo za svoje potrebe. Danes je vhod v jamo izrazito preoblikovan, saj jo je Jugoslovanska ljudska armada (JLA) v preteklosti uporabljala kot cilj topniškega obstreljevanja (Arhiv IZRK 2005).

Jame skrivajo številne informacije o preteklih dobah. Jamski sedimenti, ostanki živali in drugi predmeti v sedimentih na Pivškem ne služijo zgolj za razvozlanje človekove zgodovine, ampak nam pomagajo tudi pri interpretaciji nekdanjih klimatskih razmer (Osole 1959, 1966; Brodar 1960, 1966; Rakovec 1975).

KRAŠKA JEZERA IN LJUDJE

Pivška kotlina, kjer se rodi burja, ima izjemno pomembno strateško lego, saj predstavlja najkrajšo in najenostavnejšo povezavo Podonavja s Sredozemljem. Ugodna lega in klima sta omogočali poselitev že zelo zgodaj v človeški zgodovini. Kot pričajo arheološki podatki, je veliko jam na robu Pivške kotline nudilo zavetišče že kamenodobnemu človeku. Arheološki dokazi iz jam: Betalov spodmol pri Postojni, Jama v Lozi pri Orehku, Otoška jama, Ovčja jama pri Prestranku, Postojnska jama, Parska golobina pri Pivki, Zakajeni spodmol pri Prestranku ter Županov spodmol pri Sajevčah nedvoumno pričajo, da je v Pivško kotlino prišel človek že v srednjem in mlajšem paleolitiku (40000 – 11000 pr. Kr.) (Brodar 1952, Osole

the underground water. This could be seen in the arrangement of the lakes' levels. In the case of lakes closer to the Pivka river, e.g. Parsko jezero, Malo Drskovško jezero, Veliko Drskovško jezero, Malo Zagorsko jezero, Veliko Zagorsko jezero and Kalsko jezero the lake level is just a few meters above the Pivka river, whilst it is higher in more distant lakes (Habič 1985). In dry periods the waters withdraw 20 m below the Pivka riverbed (Habič 1968). Local people mentioned that a few decades ago children used to swim in the pools of the Upper Pivka river during summer holidays. In wintertime there was enough water in the Upper Pivka river for preparing pig intestines for sausage-making. In between these periods the riverbed was mowed. Kranjc (1982) estimated that the Pivka river after its passage along the Pivka valley carries 4000 eroded rocks into Postojnska jama annually.

CAVES IN THE AREA OF INTERMITTENT LAKES

In the wider area of the Pivka intermittent lakes (Gauss-Krüger coordinates, upper left $x=66\ 500$ $y=437\ 000$, lower right $x=51\ 000$ $y=445\ 000$) 87 caves and shafts are registered and explored (Figure 5) with a total length of 2617 m and a total depth of 1255 m. In the same region during Italian occupation (1918 – 1943) 31 caves were registered, which have also Italian cadastre number VG, Venezia - Giulia. Cave density 0.7 caves per km² is slightly lower compared to Gams's (2004) calculations for the whole Pivka valley (1.1). Only Tičkova jama and Brezno v Slavenskih senožetih exceed a depth of 50 meters. In the Pivka region short caves up to 50 m (85%) prevail; only 4 are longer than 100 m: Drskovška golobina, Trnska jama (in the past already an important tourist cave), Jama v kamnolomu pri Matenji vasi and Mrzla jama (Table 1). The most famous cave in the Pivka intermittent lakes is estavelle Matijeve jama, due also to its cave rocky relief, which clearly reflects distinctive underground water oscillations (Slabe 1996). In the time of Italian occupation the army pumped water

1964, 1965). Najbolj znana paleolitska postaja na Zgornji Pivki je Parska golobina, čeprav kulturna ostalina ni tako bogata kot npr. v bolj znanem Betalovem spodmolu (Brodar 1954). V železni dobi je bila Pivka gosto poseljena. Tudi v rimski dobi so čez kotlino vodile pomembne komunikacijske poti (Horvat 2005).

Da je bilo širše področje Pivških jezer strateško izredno pomembno področje, pričajo nenazadnje tudi ostanki italijanskih vojaških utrdb iz druge svetovne vojne. Področje jezer so kot vojaško vadbišče uporabljali med okupacijo slovenskega ozemlja že Italijani. V jezerskem dnu in na bregovih Palškega in Petelinjskega jezera so še dandanes dobro vidni rezultati bojnega delovanja JLA. Za potrebe Slovenske vojske je danes vključeno v vojaško vadišče Poček od vseh jezer le najsevernejše jezero Jeredovce.

Poleg ugodne prometne lege in lesa je marsikateri družini na Pivškem predstavljalo mlinarstvo, deloma tudi žagarstvo, znaten vir zaslužka. Mlini s Pivškega so omenjeni že leta 1498. Na ponikalnici Pivki je bilo 13 mlinov. Ob prehodu iz pretežnega poljedelstva na živinorejo kot glavno kmetijsko panogo je prišlo na Pivškem do postopnega propada mlinov (Habe 1996). Konec 19. stoletja je industrializacija dohitela tudi Pivško kotlino. Ovčarstvo kot kmetijska panoga se danes počasi širi na Pivškem (Kirn 2001), medtem ko je transhumanca (selitvena paša ovac) na Pivškem že preteklost (Smerdel 1989). Na Pivškem so leta 1985 zavzemali travniki 44% površine, gozd 26 %, njive 9 % in močvirja 2%. (Kranjc 1985). Obrežja nekaterih jezer so bila v preteklih letih tudi načrtno pogozdena. Pivška jezera in njihovo območje danes počasi zarašča gozd, tudi zato, ker je v pivških vaseh ostalo zelo malo pravih kmetov (Kirn 2001). Z razliko od današnjih razmer so v preteklosti skušali uporabiti vsako ped še tako skope oziroma močvirnate zemlje jezer. Na nekaterih jezerih so v preteklosti v času visokih voda za popostritev družabnega življenja uporabljali čolne ali splave, npr. na Petelinjskem, Parskem,

from the cave for its own needs. The cave entrance is today completely altered because the Yugoslav people's army used it as a target of bombardments during manoeuvres (Arhiv IZRK 2005).

Caves contain a lot of information about past periods. Cave sediments, animal remains and other objects in sediments in the Pivka valley do not serve only for an assessment of human history but can be also very useful for interpretations of the former climatic conditions (Osole 1959, 1966; Brodar 1960, 1966; Rakovec 1975).

KARST LAKES AND PEOPLE

The Pivka valley where the Burja wind is born has an important strategic position as it represents the shortest and simplest connection between the Danubian and Mediterranean areas. Favourable position and climate allowed settlement very early in human history. Archaeological data gave evidence that many caves in the edges of the Pivka valley offered shelters to Stone Age humans. Archaeological evidence from the caves Betalov spodmol pri Postojni, Jama v Lozi pri Orehku, Otoška jama, Ovčja jama pri Prestranku, Postojnska jama, Parska golobina pri Pivki, Zakajeni spodmol pri Prestranku and Županov spodmol pri Sajevčah testify that man had already entered into the Pivka valley in the Middle and Upper Palaeolithic (40000 – 11000 B.C.) (Brodar 1952, Osole 1965). In the Upper Pivka, Parska golobina is a well-known Palaeolithic station, although its cultural heritage is not as rich as from the more familiar Betalov spodmol (Brodar 1954). In the Iron Age Pivka was relatively heavily populated. In the Roman period the valley intersected important communication trails (Horvat 2005).

Even the remnants of Italian military fortifications from the 2nd world war indicate that from the strategic point of view the wider area of the Pivka intermittent lakes was very

Kalskem, Malem Zagorskem jezeru, ... Čeprav so kot za ostalo Slovenijo tudi za Zgornjo Pivko značilni neugodni demografski kazalci (Žužek 2005), je kulturno življenje danes še vedno precej živahno (Peršič 2003). O bogatem kulturnem življenju na Pivškem, zlasti prafare Slavina, piše že Zabukovec (1910). Zanimivo je, da je ljudska govorica na Pivškem sicer precej narečno obarvana, vendar je govorjena slovenščina nenavadno čista, ker je tujk komajda za vzorec (Žele 1996, 1996a).

Ljudi na Pivškem je kljub izredno bogatim zalogam vode v podzemlju velikokrat v preteklosti pestilo pomanjkanje vode, saj se voda v suši umakne globoko v podzemlje. Ob visokih kraških vodah je veliko ravnega sveta (kot tudi dna nekaterih presihajočih jezer in globeli) dlje časa pod vodo in zato neprimerne za kmetijsko pridelavo. Ljudem povzroča preglavice zlasti reka Pivka. Že med obema vojnama so jo skušali ukrotiti z nasipi, vendar neuspešno (Habič 1975). Za vasi Zgornje Pivke je veliko olajšanje prineslo črpališče v Pivščah pri Zagorju, ki pa žal od sredine 80-ih let prejšnjega stoletja žalostno propada. V Zagorju imajo še druge izvire, ki tudi v najhujši suši ne presahnejo in jih nekateri vaščani še danes uporabljajo predvsem za napajanje živine in zalivanje vrtov.

Na Pivškem so soočeni s protislovjem: na eni strani pomanjkanje pitne vode, na drugi strani pa ob izdatnih padavinah ogromne količine vode in poplave, ki preprečujejo vzdrževanje primerno suhih njivskih in travnatih površin. To ni problem zgolj na Pivki. Kraška jezera in izjemna nihanja vodne gladine že od nekdaj ljudem grenijo življenje in otežujejo stalno poselitev takšnih področij. Z izsuševanjem sveta za pridobivanje nove obdelovalne zemlje so se spopadli že v starem Rimu; kot primer navaja Burri (1987) kraško jezero Fucino (155 km²). Področje jezera Fucino v Apeninih je, podobno kot širše področje Pivških presihajočih jezer, na seizmično aktivnem področju. Z gradnjo podzemeljskega odvodnega kanala za jezero Fucino je pričel že cesar Klavdij v 1. stol po

important. During the occupation of Slovene territory the Italians used the region as a military training area. In the lake bottoms and banks, especially in the case of Petelinjsko jezero and Palško jezero, results of military activities by the Yugoslav people's army can still be observed today. Only the most northern lake, Jeredovce, is nowadays included in the Poček military training area Poček for the needs of the Slovene army.

Besides an advantageous position, the woods, milling industry and some sawmills represented a considerable source of income for the local people. Mills in the Pivka valley were mentioned as early as 1498. On the Pivka sinking river 13 mills were operating. Decline of the milling industry in the Pivka region commenced with the transition from predominant agriculture to stockbreeding (Habe 1996). Industrialization reached the Pivka valley at the end of 19th century. Sheep farming is today becoming more and more important (Kirn 2001), while transhumance (sheep farming with migratory grazing) in the Pivka valley is already history (Smerdel 1989). In 1985 in the Pivka valley 44% of the surface consisted of meadows, 26% woods, 9% fields and 2% wetlands (Kranjc 1985). The banks of some lakes were in past years systematically planted with forest trees. Forest is gradually overgrowing some of the Pivka intermittent lakes and their surroundings, due also to the fact that not many farmers live and work there (Kirn 2001). Unlike today's situation people in the past tried to cultivate every single piece of the land, even poor and marshy lake ground. To vary cultural life folk used to take boats and rafts on lakes, e.g. Petelinjsko jezero, Parsko jezero, Kalsko jezero, Malo Zagorsko jezero, etc. Although for the Pivka valley as well for the whole of Slovenia, negative demographic trends are distinctive (Žužek 2005), cultural life in the region is nowadays still quite alive (Peršič 2003). Zabukovec (1910) wrote about a past rich cultural life, especially in the ancient parish Slavina. Really interesting is the fact that language in the Pivka valley has strong dialect,

Kr., vendar jim je šele leta 1857 v celoti uspelo zaključiti ta izjemen projekt. Sistem za odvajanje vode in nove ceste je pokrajini pustilo neizbrisen pečat, poplavno in močvirnato področje je popolnoma spremenjeno. Kot ugotavlja Burri (1987), ima tako surov poseg v naravo številne nepopravljive posledice v prostoru, npr. sprememba lokalne klime in spremenjene podzemeljske vodne povezave. Poleg tega so se v primeru jezera Fucino pojavile še nekatere neželjene gospodarske posledice: odsotnost ribolova, slabša kmetijska proizvodnja oliv in mandljev, slabša kakovost vin, ... (Burri 1987). Prav neokrnjena narava presihajočih Pivških jezer v primerjavi z jezerom Fucino je tisti adut, na katerega stavi današnji pivški turizem.

POSEBEN VODNI REŽIM JEZER VPLIVA NA FLORO IN FAVNO

Pivška kotlina pripada dvema fitogeografskima področjema: submediteranskemu in dinarskemu (Wraber 1969). Občasno poplavljanje Pivških jezer, ki traja od nekaj dni, v skrajnih primerih pa tudi do pol leta, ustvarja posebne rastiščne razmere za rast nekaterih zanimivih vrst (Petkovšek & Seliškar 1982). Rastline se ob spremembah vodne gladine ne morejo umakniti, kot se umaknejo živali, ampak morajo spremembam kljubovati. Prilagojene so na spremembe vodne gladine, saj lahko preživijo v vodi in na kopnem. Nekaterim med njimi morfološke in fiziološke prilagoditve omogočajo, da lahko sprejemajo kisik in ogljikov dioksid iz vode ali pa iz zraka (Gaberščik & Urbanc-Berčič 2003). Druge so močvirske narave. Svoj razvoj lahko začnejo v vodi kot prave vodne rastline s potopljenimi listi, potem pa ga nadaljujejo na kopnem kot kopenske rastline na oko precej spremenjene.

Uspešnost posamezne vrste je odvisna od višine poplavne vode. Ob visokem vodostaju se v globljih kotanjah razmnožijo alge parožnice in planktonske alge, medtem ko imajo višje razvite vodne in močvirske rastline omejene možnosti za razvoj. Primernejše razmere za

but spoken Slovenian is unusually pure, as only a few foreign words are used there (Žele 1996, 1996a).

Despite huge water stocks deep underground in the Pivka valley, many times in history people suffered lack of water in the dry period. Much level land, the bottoms of intermittent lakes and other depressions are flooded during high karst waters and therefore inappropriate for agriculture. Particularly the Pivka river bothers people in the valley. During the world wars people unsuccessfully tried to restrain it with dykes (Habič 1975). For the villages of the Upper Pivka, the pumping station in Pivšce near Zagorje was a great relief, which sadly has decayed since the middle 1980s. In Zagorje several other springs also exist, which do not dry up even in the biggest drought. Some villagers today still use that water for watering of animals and gardens.

People in the Pivka valley face two contradictions: on one hand lack of drinking water, and on the other vast volumes of water and floods during high precipitations, which prevent maintaining of adequate dry fields and meadows. This is typical not just for the Pivka valley. Karst lakes and extraordinary water oscillations have been the bane of people's life for ages and obstruct permanent settlement of such regions. Already the Romans started drainage of an area for acquiring new cultivate land; one such example is the karst lake Fucino (155 km²) in the Apennines described by Burri (1987). This lake lies in as wide an area as the Pivka intermittent lakes and in a seismically active region. The Emperor Claudius had already started with construction of the underground drainage channel for the lake in the 1st century A.D. Only in 1857 was this exceptional project finally concluded. The water drainage system and new roads left an indelible mark on the landscape; the formerly flooded and marshy area is now completely changed. Burri (1987) deduced that such drastic intervention in nature has many unrectified consequences, e.g. changes of local climate and

slednje nastanejo tedaj, ko začne vodna gladina upadati. Glede na dolžino poplav ter hitrost odtekanja vode iz določenih predelov jezera se največkrat v obliki koncentričnih pasov razvijajo različne rastlinske združbe v različnih razvojnih stadijih. Če trajajo ugodne razmere dovolj dolgo, lahko sklenejo življenjski krog ali pa rasto obdobje. Dolžina ugodnega rastnega obdobja vpliva na njihovo rast in razširjanje v naslednjem letu. Zaradi manj uspešne rastne sezone se lahko zgodi, da si rastline ne morejo nakopičiti dovolj rezervnih snovi v založnih tkivih ter da dozori manjše število semen, ki so lahko tudi nepopolno razvita. Zaradi tega so manj uspešne v primerjavi s svojimi teknicami (Gaberščik & Urbanc-Berčič 2003). Običajno so za spreminjanje ekosistema potrebna desetletja, medtem ko se to na Pivških jezerih lahko zgodi že v nekaj tednih.

Za presihajoča Pivška jezera je značilno, da so na njihovem obrobju tla večinoma bolj plitva ali celo kamnita, proti nižjim delom pa zaradi spiranja prsti z obrobja postajajo vse globlja. V osrednjih delih jezer so zato večinoma ugodnejši pogoji za razvoj rastlinskih združb, značilnih za gojene travnike (Lovka 2000). Takšne združbe so npr. na Velikem Zagorskem jezeru, katerega večji del je že zelo podoben gojenim travnikom. Sestava teh združb je zelo odvisna od načina izkoriščanja, od gnojenja in košnje.

Osrednji deli jezer, ki so najdlje poplavljeni, so tudi tista mesta, kjer se začne zaraščanje travišč zaradi prenehanja košnje ali paše. Zaraščanje se običajno začne z visokimi steblikami, v poznejših stadijih sukcesije pa se pojavijo še rdeča vrba (*Salix purpurea*) ter drugi grmi.

Pri popisu flore in vegetacije Pivških jezer je bilo ugotovljenih 182 vrst višje razvitih rastlin (Lovka 2000). Čeprav je večji del območja Pivških jezer floristično slabo raziskan, lahko kljub vsemu izpostavimo nekatere zanimivosti:

- na vzhodnem delu Petelinjskega jezera uspeva manjše število šopov sibirske perunike (*Iris sibirica*; Slika 6), katere rastišče je

changes of underground water connections. In the case of lake Fucino they also faced some unfavourable economic consequences: absence of fishing, poorer olive and almond production, worse wine quality, etc. (Burri 1987). The intact nature of the Pivka intermittent lakes compared to the lake Fucino is today the big advantage on which Pivka's tourism depends.

SPECIAL WATER REGIME AFFECTS FLORA AND FAUNA

The Pivka valley belongs to two phytogeographical areas, Submediterranean and Dinaric (Wraber 1969). A seasonal flooding of the Pivka lakes creates special growing conditions for some very interesting plant species (Petkovšek & Seliškar 1982) as the floods last from some days to, in extreme circumstances, even to half a year. The plants cannot withdraw as the animals do but must confront the changes. For this reason they develop adaptations thus the water level changes do not disturb them too much as they can survive in water and on the surface. Some of them develop morphological and physiological adaptations to accept oxygen and carbon dioxide both from water or air (Gaberščik & Urbanc-Berčič 2003). The others can start their growth in water as true aquatic plants with submerged leaves and later continue on the surface as usual terrestrial species – yet by sight rather changed.

The efficiency of a certain species depends on flooded water level. At high water level in deeper depressions different planktonic algae and Characeae can be found, while higher water plants and marsh plants have limited possibilities for their development. More favourable conditions for the latter ones occur when the water level starts to decrease. Depending on duration of floods and water outflow from particular parts of the lake different plant associations in various development phases start to develop in concentric belts. If favourable conditions last long enough, these plants succeed to finish their living cycle or growing period. The duration

potrebno varovati;

- predvsem na Petelinjskem jezeru so razviti obsežni sestoji združbe robatega luka (*Allium angulosum*), ki je v Sloveniji ogrožena;

- na Velikem in Malem Drskovškem jezeru in deloma na Petelinjskem jezeru uspeva združba ilirskega mlečka in modre stožke (*Gladiolo-Molinietum*), ki je pri nas zelo redka in ogrožena;

- na Petelinjskem jezeru je razvita združba rušnate masnice in visokega trpotca (*Deschampsio-Plantagnetum altissimae*), ki je v Sloveniji redka in ogrožena;

- na območju Pivških jezer uspeva velik kompleks suhih, polsuhih in občasno poplavnih travišč, ki dajejo življenjski prostor številnim rastlinskim vrstam in so zaradi vse intenzivnejše kmetijske rabe in drugih antropogenih vplivov vse bolj ogrožena;

- nenazadnje na Pivških jezerih uspeva več rastlinskih vrst, ki so zaradi trganja, nabiranja in izkopavanja potencialno ogrožene: klobčasta zvončica (*Campanula glomerata*), robati luk (*Allium angulosum*), celolistni srebrot (*Clematis integrifolia*), jesenski podlesek (*Colchicum autumnale*), močvirski svišč (*Gentiana pneumonanthe*), zdravilna strašnica (*Sanguisorba officinalis*), ilirski meček (*Gladiolus illyricus*; Slika 7), dolgolistni pajetičnik (*Pseudolysimachion longifolium*), visoka vijolica (*Viola elatior*).

Za rastlinstvo in živalstvo Pivških jezer so pomembna tako odprta, travniška, poplavna območja, kot tudi višje privzdignjeni suhi travniški robovi jezer, ki segajo vse do roba gozdne vegetacije (Tome 2000). Tako suhi kot tudi poplavni travniki, ki jih uvrščamo v skupino mokriščnih habitatov (Lovka 2000), so na eni strani izjemni zaradi velikega števila rastlinskih in živalskih vrst, značilnih samo za tovrstne biotope, na drugi strani pa ogroženi zaradi nesmotrnih človekovih posegov, ki uničujejo te naravne habitate.

Na področju jezer so identificirali poleg 182 vrst rastlin še 210 vrst hroščev, 106 vrst metuljev in 127 vrst ptičev. V jezerih oziroma

of favourable growing period has an influence on their growth and dissemination in the next year. Due to less successful growing season it may happen that plants do not accumulate enough reserve material in the endosperm and thus a smaller number of seeds grows ripe or they are not completely developed. Therefore such plants are less competitive (Gaberšček & Urbanc-Berčič 2003). It is commonly that for such a process of a changing ecosystem decades are required, while at the Pivka lakes it could happen in some weeks.

It is typical of the Pivka lakes that the soil at their banks is shallow or even rocky, becoming more and more thick towards lower lying parts due to soil wash off from the margins. This is why in central parts of the lakes the conditions are usually more favourable to develop the plant association typical of cultivated meadows (Lovka 2000). Such associations occur, for example on Veliko Zagorsko jezero, where a major part already resembles cultivated meadows. The structure of these associations heavily depends on the way of exploitation, how the land is fertilized and mowed.

The central parts and those parts that are flooded for a longer period are places where overgrowing of grassland starts because of ceased mowing or pasturing. The overgrowing plants start with high stalks and later purple willow (*Salix purpurea*) and other bushes occur.

Inventory of flora and vegetation of the Pivka lakes established 182 species of higher plants (Lovka 2000). Although a major part of the lakes is floristically poorly examined, it is worth to stress out that:

- on the eastern part of Petelinjsko jezero there are small bunches of siberian iris (*Iris sibirica*, Figure 6), which habitat needs to be protected;

- mostly on Petelinjsko jezero there are vast associations of mouse garlic (*Allium angulosum*), an endangered species in Slovenia;

- on Veliko Drskovško jezero and on Malo

lužah so našli 18 vrst vodnih živali, predvsem žuželk in drobnih rakcev. V florističnem in favnističnem smislu izstopata zlasti Petelinjsko in Palško jezero (Brancelj 2000). Številni primerki endemitskega škrgonožnega rakca (*Chirocephalus croaticus*) v Petelinjskem jezeru nakazujejo, da je populacija v dobri kondiciji (Brancelj & Gorjanc 1999). Na primerke človeških ribic (*Proteus anguinus*) ne naletimo zgolj v Matijevi jami, ampak tudi v glavnem izviru Pivke v Pivščah in v strugi reke Pivke v njenem zgornjem toku, ko jih na plano potisnejo visoke kraške vode.

Področje Pivških jezer gosti še številne druge živali, občasno tudi divjad in velike zveri. Območje predstavlja močan magnet zlasti za ptice kulturne krajine (Tome 2001). Za gnezditve ptic sta pomembni zlasti Petelinjsko in Palško jezero. Gnezditvene gostote nekaterih vrst ptic so med višjimi v Sloveniji: kosec (*Crex crex*), pisana penica (*Sylvia nisoria*), prepelica (*Coturnix coturnix*), rjava penica (*Sylvia communis*), rjavi srakoper (*Lanius collurio*), veliki strnad (*Miliaria calandra*) (Tome 2001; Trontelj 2001).

Voda je na Pivških jezerih za rastlinstvo in živalstvo gonilna sila in obenem omejujoč dejavnik. Nenehne spremembe, ki jih povzročajo, vzdržujejo združbe, uravnavajo pretok energije in kroženje snovi v ekosistemu. Spremembe vzdržujejo ekosistem na določeni stopnji ontogenetskega razvoja. Če sprememb ne bi bilo, bi bili sukcesijski procesi hitrejši in ekosistem bi se hitreje staral. Združba bi se spreminjala in bi postajala vse bolj siromašna, organske snovi bi se kopičile in prevladali bi anaerobni procesi (Gaberščik & Urbanc-Berčič 2003). Površina nekaterih Pivških jezer je zelo majhna, tako da se živali, vsaj v neki od svojih razvojnih faz, nahajajo lahko kjerkoli. Zato načeloma velja, da bi vsaj velika večina, če ne vse vrste, iz območja jezera izginila, ne glede na to, na katerem delu jezera bi prišlo do sprememb (Tome 2000).

Drskovško jezero and partly on Petelinjsko jezero there is an association of wild gladiolus and purple moor grass (*Gladiolo-Molinietum*), a very rare and endangered species;

- on Petelinjsko jezero grows a well-developed association of tufted hairgrass and tall plantain (*Deschampsio-Plantaginietum altissimae*), a rare and endangered species in Slovenia;

- in the area of the Pivka lakes there is a large group of dry, half-dry and seasonally flooded meadows giving living space to many plant species and due to intensive agricultural exploitation and other anthropogenic impacts they are more and more endangered;

- last but not least, on the Pivka lakes there are several plant species potentially endangered due to picking, collecting and digging: clustered bellflower (*Campanula glomerata*), mouse garlic (*Allium angulosum*), solitary clematis (*Clematis integrifolia*), meadow saffron (*Colchicum autumnale*), gentian (*Gentiana pneumonanthe*), great burnet (*Sanguisorba officinalis*), wild gladiolus (*Gladiolus illyricus*; Figure 7), garden spedwell (*Pseudolysimachion longifolium*), violet (*Viola elatior*).

For the flora and fauna of the Pivka lakes both open, meadow-like flooded areas and higher dry meadows at the margins of the lakes reaching to the edges of the forest vegetation are important (Tome 2000). Dry and flooded meadows classified into a group of wetland habitats (Lovka 2000) are on one hand exceptional due to a large number of plant and animal species, typical of this particular biotopes and on the other hand endangered due to anthropogenic interventions destroying these natural habitats.

In the area of the lakes besides 182 species of plants, also 210 species of beetles, 106 species of butterflies and 127 species of birds were identified. In lakes or puddles a further 18 species of water animals were found, above all insects and tiny shrimps. Especially Petelinjsko jezero and Palško jezero stand out from the floristic and faunistic point of view (Brancelj

OBETI ZA PRIHODNOST

Presihajoča Pivška jezera so kraški pojav, ki dajejo pokrajini in ljudem poseben pečat. Jezera z bližnjo in širšo okolico še vedno predstavljajo velik potencial za raziskovalce različnih usmeritev. Presihajoča jezera so lokalna in nacionalna posebnost, ki si že zaradi tega zasluži posebno obravnavo in določeno stopnjo zaščite. Vsekakor je zaradi občutljivega kraškega značaja in izjemne naravne, pa tudi kulturne dediščine pomembno varovati širši prostor. Vendar pa zavarovanje objektov in območij prinaša s seboj številne omejitve in prepovedi. Danes predstavlja izziv predvideni Regijski park Snežnik, ki bi vključeval tudi področje vseh presihajočih jezer.

2000). Many specimens of the endemic fairy shrimp *Chirocephalus croaticus* from Petelinjsko jezero indicate that the population is in good condition (Brancelj & Gorjanc 1999). Many specimens of *Proteus anguinus* are found not just in Matijeva jama, but also in the main Pivka spring in the Pivšce and also in the upper part of the Pivka riverbed when high karst waters eject them.

The area of the Pivka intermittent lakes has also many other animals, occasionally game and wild beasts. The region is a strong magnet mainly for the birds (Tome 2001). Petelinjsko jezero and Palško jezero are extra important for nesting. The nesting density of certain birds is among the highest in Slovenia: corncrake (*Crex crex*), barred warbler (*Sylvia nisoria*), quail (*Coturnix coturnix*), common whitethroat (*Sylvia communis*), red-backed shrike (*Lanius collurio*) and corn bunting (*Miliaria calandra*) (Tome 2001; Trontelj 2001).

For the flora and fauna of the Pivka lakes, water is a driving force and at the same time a limiting factor. Incessant changes maintain the living association, regulate the energy flow and matter cycles in the ecosystem. These changes keep the ecosystem on a certain degree of ontogenetic development. If there were no changes the succession processes would be faster and the ecosystem would faster grow old. The association would change, become poorer, organic substances would accumulate and anaerobic processes would prevail (Gaberščik & Urbanc-Berčič 2003). The surface of some Pivka lakes is very small thus the animals, at least in one of their development stages, can occur anywhere. On principal, therefore it holds true that majority if not all of them disappear from the area of the lake, irrespective on which part of the lake the changes occur (Tome 2000).

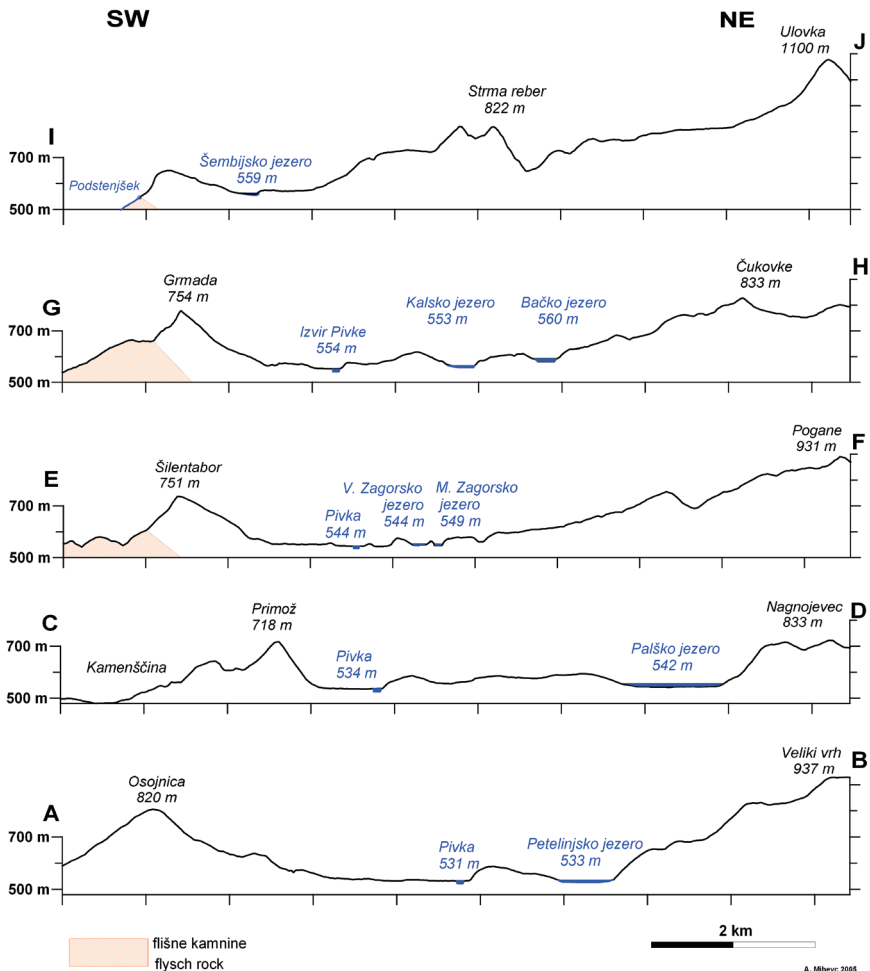
FUTURE PERSPECTIVE

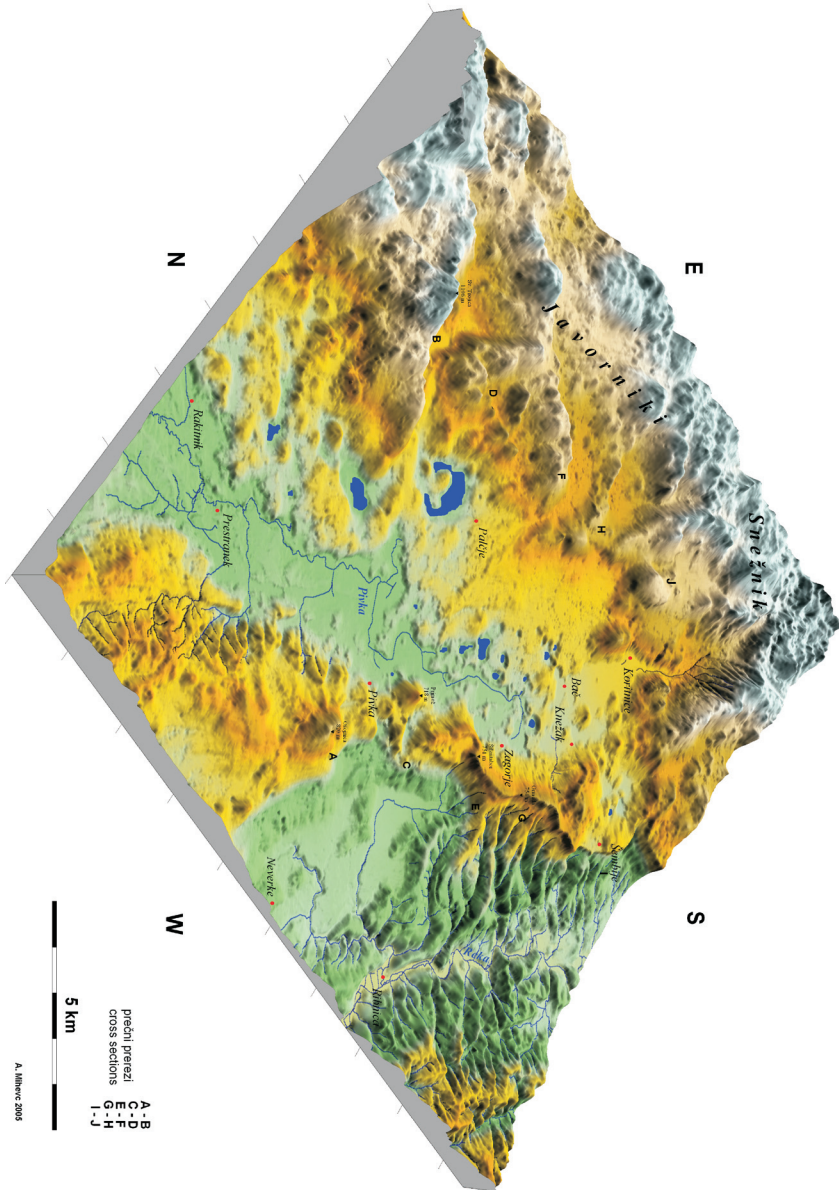
The Pivka intermittent lakes are karst

features which mark landscape and people in a special way. The lakes and their close and remote surroundings have still a great potential for researchers of different professional backgrounds. Intermittent lakes are of local and national importance so they deserve special treatment and a certain degree of protection. It is important to protect the wider area because of the sensitive karst character and exceptional natural and cultural heritage. On the other hand protection of objects and regions brings together many restrictions and prohibitions. A big challenge today is the anticipated Regional park Snežnik, which would include all the Pivka

Slika 1: Značilni prečni prerezi čez Zgornjo Pivko.

Figure 1: Characteristic profiles across the Upper Pivka basin.





Slika 2: Digitalni model reliefa zgornje Pivke. Pogled s severozahoda.

Figure 2: DEM of the Upper Pivka. View from NW.



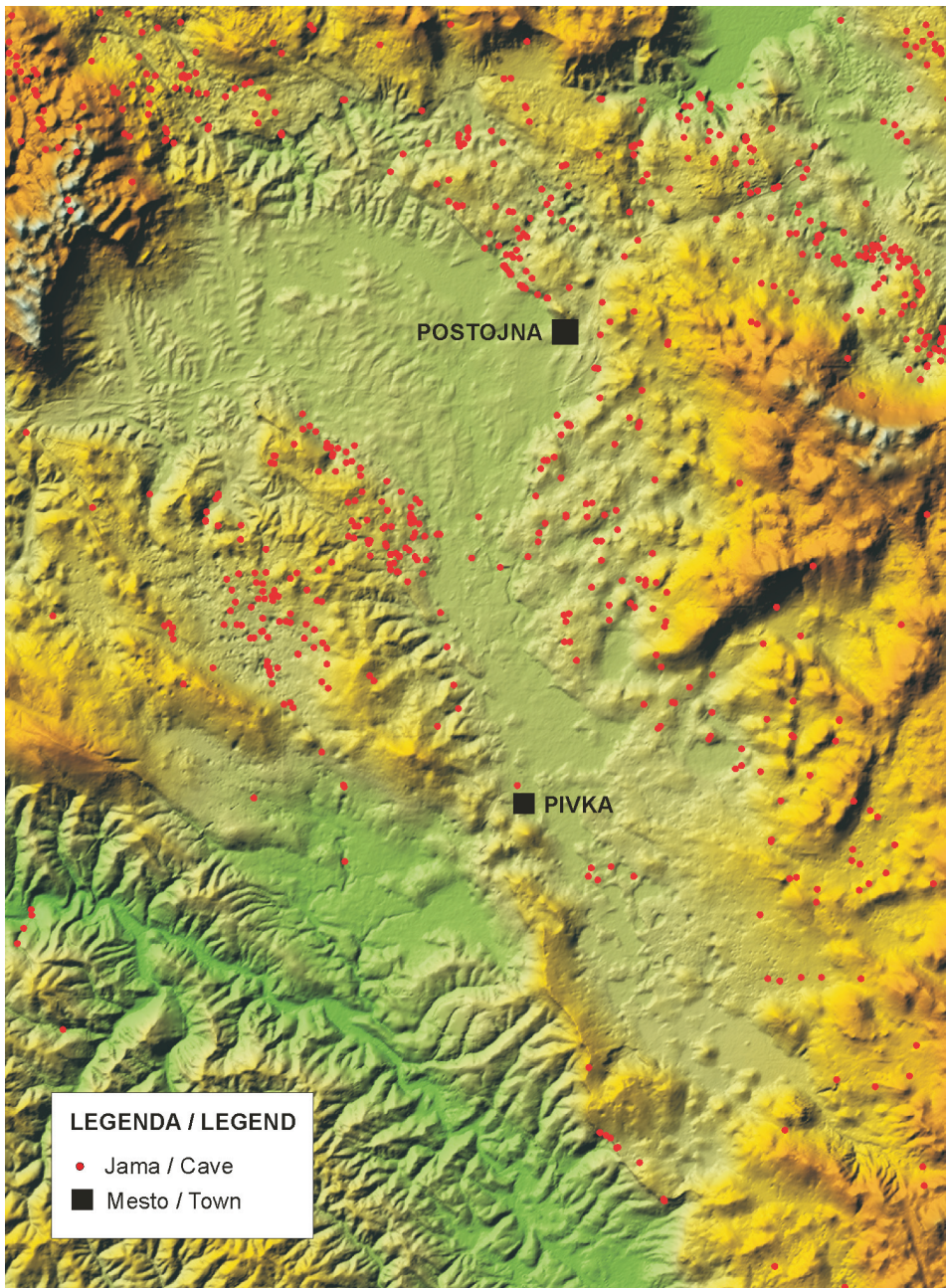
Slika 3: Kotanja Kalskega jezera je poglobljena v višjo teraso Pivške kotline. Ta v tem delu loči nižji uravnan svet ob Pivki od kotanje pri Knežaku. Pogled proti JZ. (Foto: A. Mihevc).

Figure 3: The depression of the Kalsko jezero is deepened into higher terrace of the Upper Pivka basin. The terrace in this part separates the lowland along the Pivka river from the depression near Knežak. View towards SW. (Photo: A. Mihevc).



Slika 4: Gospod Emil Nadoh kaže na izvir (545 m nad morjem), ki oživi, ko se napolni dno Šembijskega jezera (Foto: Nataša Ravbar).

Figure 4: Emil Nadoh shows the spring (545 m a.s.l.), which is activated when the bottom of Šembijsko jezero is filled up (Photo: Nataša Ravbar).



Slika 5: Jame na Pivškem (Kartografija: Jurij Hajna).

Figure 5: Caves in the Pivka basin (Cartography: Jurij Hajna).



Slika 6: Sibirska perunika (*Iris sibirica*) (Foto: Boško Čušin).

Figure 6: Siberian iris (*Iris sibirica*) (Photo: Boško Čušin).



Slika 7: Ilirski meček (*Gladiolus illyricus*) (Foto: Boško Čušin).

Figure 7: Wild gladiolus (*Gladiolus illyricus*) (Photo: Boško Čušin).

LITERATURA - REFERENCES

- Arhiv IZRK, 2005: Kataster jam Inštituta za raziskovanje krasa ZRC SAZU, Postojna.- Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU, Postojna.
- Belec, B., Horvat, U., Orožen Adamič, M. (ed.), Perko, D. (ed.), Kladnik, D. (ed.), 1995: Krajevni leksikon Slovenije.- DZS, 638 pp, Ljubljana.
- Brancelj, A., 2000: Pivška jezera so šele sedaj razkrila svoje zaklade.- Park Snežnik: bilten za prebivalce na območju Regijskega parka Snežnik (elektronski vir), Ministrstvo za okolje in prostor, Uprava Republike Slovenije za varstvo narave (<http://www.ilbis.com/spark/>), 4-5, Ljubljana.
- Brancelj, A. & N. Gorjanc, 1999: On the presence of *Chirocephalus croaticus* (Steuer, 1899) in an intermittent lake in SW Slovenia.- *Hydrobiologia*, 412, 25-34, Den Haag.
- Brodar, S., 1952: Prispevek k stratigrafiji kraških jam Pivške kotline, posebej Parske golobine.- *Geografski vestnik*, 24, 43-73, Ljubljana.
- Brodar, M., 1954: Izkopavanje v Parski golobini : poročila.- *Arheološki vestnik*, 5, 1, 92-94, Ljubljana.
- Brodar, S., 1960: Periglacialni pojavi v sedimentih slovenskih jam.- *Geografski vestnik*, 32, 33-43, Ljubljana.
- Brodar, S., 1966: Pleistocenski sedimenti in paleolitska najdišča v Postojnski jami = Pleistozäne Sedimente und paläolithische Fundstellen in der Postojnska jama.- *Acta carsologica*, Poročila, IV, 57-138, Ljubljana.
- Burri, E., 1987: Lake Fucino (Abruzzo-Central Italy). Ancient and recent drainage of a karstic lake.- *Karst and Man, Proceedings of the International Symposium on Human Influence in Karst*, 19-30, Ljubljana.
- Firbas, P., 2001: Vsa slovenska jezera : leksikon slovenskih stoječih voda.- DZS, 368 pp, Ljubljana.
- Gaberščik, A. & O. Urbanc-Berčič, 2003: Ekosistem, ki ga ustvarja igra vode. In: *Jezero, ki izginja. Monografija o Cerkljanskem jezeru*, Gaberščik, A. (ed).- *Društvo ekologov Slovenije*, 51-57, Ljubljana.
- Gams, I., 2004: Kras v Sloveniji v prostoru in času.- 2. izdaja, Založba ZRC, ZRC SAZU, 515 pp, Ljubljana.
- Gospodarič, R., 1989: Prispevek k vodnogospodarskim osnovam Pivke.- *Acta carsologica*, 18, 21-38, Ljubljana.
- Habič, P., 1968: Javorniški tok in oskrba Postojne z vodo.- *Naše jame*, 10, 47-54, Ljubljana.
- Habič, P., 1975: Pivka in njena kraška jezera.- In: Fatur, S., & R. Gospodarič (eds.), *Ljudje in kraji ob Pivki 1*, Kulturna skupnost Postojna, 41-54, Postojna.
- Habič, P., 1985: Vodna gladina v Notranjskem in Primorskem krasu.- *Acta carsologica*, 13, 37-78, Ljubljana.
- Habič, P., 1989: Kraška bifurkacija Pivke na jadransko-črnomorskem razvodju.- *Acta carsologica*, 18, 235-264, Ljubljana.
- Habič, P., 1990: The Examples of Bifurcation of Karst Waters of Slovenia.- *Regionalization in hydrology*, 2, P-5-6, Ljubljana.
- Habe, F., 1996: Mlini in žage na vodni pogon na Pivki in Planinskem polju nekoč in danes.- In: *Ljudje in kraji ob Pivki 3*, Občina Postojna, 117 pp, Postojna.
- Horvat, J., 2005: Poselitve na Pivškem in ob zgornjem toku Reke od pozne bronaste dobe do pozne antike.- in press.
- Kim, T., 2001: Pivška jezera: proces zaraščanja.- *Park Snežnik: bilten za prebivalce na območju Regijskega parka Snežnik (elektronski vir)*, Ministrstvo za okolje in prostor, Uprava Republike

- Slovenije za varstvo narave (<http://www.ilbis.com/spark/>), 8, Ljubljana.
- Kogovšek, J., 1999: New knowledge about the underground water drainage in the Northern part of Javorniki mountains (High Karst).- *Acta carsologica*, 28/1, 161-200, Ljubljana.
- Kranjc, A.A., 1985: Poplavni svet na Pivki.- In: Fatur, S. (ed.), *Ljudje in kraji ob Pivki 2*, Kulturna skupnost Postojna, 155-172, Postojna.
- Kranjc, A., 1982: Erozija v porečju Pivke.- *Geografski vestnik*, 54, 9-17, Ljubljana.
- Kranjc, A., 1987: O pokrajinskem imenu Pivka.- *Geografski vestnik*, 59, 141-143, Ljubljana.
- Lovka, M., 2000: Flora in vegetacija. In: *Inventarizacija favne, flore in vegetacije Pivških jezer. Končno poročilo*, Tome, D. (ed).- Nacionalni inštitut za biologijo, 8-15, Ljubljana.
- Osole, F., 1959: Analiza pleistocenskih jamskih sedimentov : predavanje Franca Osoleta dne 26. II. 1958.- *Geologija*, 5, 123-128, Ljubljana.
- Osole, F., 1965: Še neobjavljena kamena orodja iz Parske golobine.- *Arheološki vestnik*, 15-16: 175-178, Ljubljana.
- Osole, F., 1966: Sondiranja v kraških jamah iz okolice Prestranka = Sondierungen in Karsthöhlen der Umgebung von Prestranek.- Ljubljana : SAZU, *Acta carsologica*, Poročila, IV, 141-150, Ljubljana.
- Peršič, M., 2003: Šege na Pivškem : praznični časi in praznovanja v koledarskem letu.-*Notranjski muzej Postojna*, 157 pp, Postojna.
- Petkovšek, V. & A. Seliškar, 1982: Vegetacijske združbe : traviščna vegetacija.- In: Mayer, E. (ed.), *Vegetacijska karta Postojna L 33-77*, (Tolmač k vegetacijskim kartam, 2), Slovenska akademija znanosti in umetnosti, 67-91, Ljubljana.
- Rakovec, I., 1954: Povodni konj iz Pivške kotline.- SAZU, Razred za prirodoslovne vede, *Razprave*, II, 299-317, Ljubljana.
- Rakovec, I., 1975: Razvoj kvartarne sesalske favne v Sloveniji.- *Arheološki vestnik*, 24, 225-270, Ljubljana.
- Slabe, T., 1996: Skalni relief izbranih jam na robu Pivške kotline.- *Annales*, 6, 9, 95-102, Koper.
- Smerdel, I., 1989: Ovčarstvo na Pivki : transhumanca od srede 19. do srede 20. stoletja ali trije "ovčarji" : etnološka razprava.- *Lipa*, 157 pp, Koper.
- Tome, D., 2000: Inventarizacija favne, flore in vegetacije Pivških jezer. Končno poročilo.- Nacionalni inštitut za biologijo, 36 pp, Ljubljana.
- Tome, D., 2001: Nekaj značilnosti avifaune Pivških jezer.- *Annales. Series historia naturalis*, 11, 2, 271-276, Koper.
- Trontelj, P., 2001: Popis kosca *Crex crex* v Sloveniji leta 1999 kaže na kratkoročno stabilno populacijo = The 1999 Slovenian corncrake *Crex crex* census indicates short-term stable population.- *Acrocephalus*, 22, 108, 139-147, Ljubljana.
- Wraber, M., 1969: Pflanzengeographische Stellung und Gliederung Sloweniens.- *Vegetatio*, 17, 176-199, Den Haag.
- Zabukovec, J., 1910: Slavina : prispevek k zgodovini župnij ljubljanske škofije.- 333 pp, Ljubljana.
- Žele, A., 1996: Kaku so živeli in si dejali kratek cejt : kratke storije s Pivškega.- In: Stanonik, M. (ed.), *Glasovi*, 12. knjiga, ČZD Kmečki glas, 217 pp, Ljubljana.
- Žele, A., 1996a: Voz na Pivškem.- *Traditiones : Besede in reči*, 25, 337-343, Ljubljana.
- Žužek, D., 2005: Demografija južnega dela Zgornje Pivške kotline : diplomska naloga : univerzitetni študij = Demography of the Southern part of the Upper Pivka Basin : graduation thesis : university studies.- Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, 157 pp, Ljubljana.