

Študij vpliva podnebnih sprememb na vodni režim zadrževalnika Vogršček

A study of climate change impacts on hydrologic regime of the Vogršček accumulation (SW Slovenia)

Branka TRČEK

Geološki zavod Slovenije, Dimičeva 14, 1000 Ljubljana, e-mail:branka.trcek@geo-zs.si

Ključne besede: zadrževalnik Vogršček (JZ Slovenija), vodni režim, vplivi podnebnih sprememb

Key words: Vogršček accumulation (SW Slovenia), hydrologic regime, climate change impacts

Kratka vsebina

Proučili smo ranljivosti vodnega režima zadrževalnika Vogršček v Vipavski dolini na podnebne spremembe v dekadnem obdobje 1995–2004. V tem obdobju se je povečevala količina odvzema vode za potrebe namakanja. Čeprav je bil vpliv črpanja na nivo akumulacijskega bazena majhen, so opazne precejšnje razlike v nihanju nivoja akumulacije med prvo in drugo petletko obravnavane dekade. Rezultati kažejo, da je to mogoče pripisati zniževanju količine učinkovitih padavin, ki napajajo zadrževalnik, spremembam njihove porazdelitve, kakor tudi večji pogostosti ekstremnih sušnih obdobj ter ekstremnih padavinskih dogodkov v drugi polovici dekade, kar je vplivalo tudi na večjo pojavnost visokih valov.

Abstract

Climate change impacts on hydrologic regime of the Vogršček accumulation (Vipava valley) were studied for a decade period 1995–2004. During this time water capture from the accumulation has been increased. Although a pumping did not influence the accumulation level a lot, it oscillated much different during single halves of the decade. The results indicated that this could result from a decrease of effective precipitation amounts, which recharge the accumulation, from changes of their distribution, as well as from an increased frequency of extreme dry periods and extreme precipitation events during the second decade half.

Uvod

Zaradi podnebnih sprememb naraščajo potrebe tako po trajnostnem zagotavljanju, kot po zvišanju kvalitetnih vodnih virov za vodooskrbo kmetijstva v Sloveniji. Tematika je slabo proučena na regionalnem nivoju (Stojanov in sod., 2003). Obstaja niz hipotez, ki jih je treba preveriti in ovrednotiti (Trček, 2003).

Za raziskovalno območje je bila izbrana Vipavska dolina. Proučili smo vpliv podneb-

nih sprememb na zadrževalnik Vogršček, ki je eden glavnih vodnih virov namakalnega sistema v tej dolini. Akumulacija ima še funkcijo zadrževanja visokega vala in bogatenje nizkih voda, uporablja pa se tudi za rekreacijsko dejavnost (Gabrijelčič, 2000). Glavni cilj študije je bil, da se oceni ranljivost vodnega režima zadrževalnika na podnebne spremembe, njegovo prilagodljivost ter posledice, ki iz tega izhajajo. V ta namen se je raziskalo, kako

a) spremembe količine učinkovitih padavin,

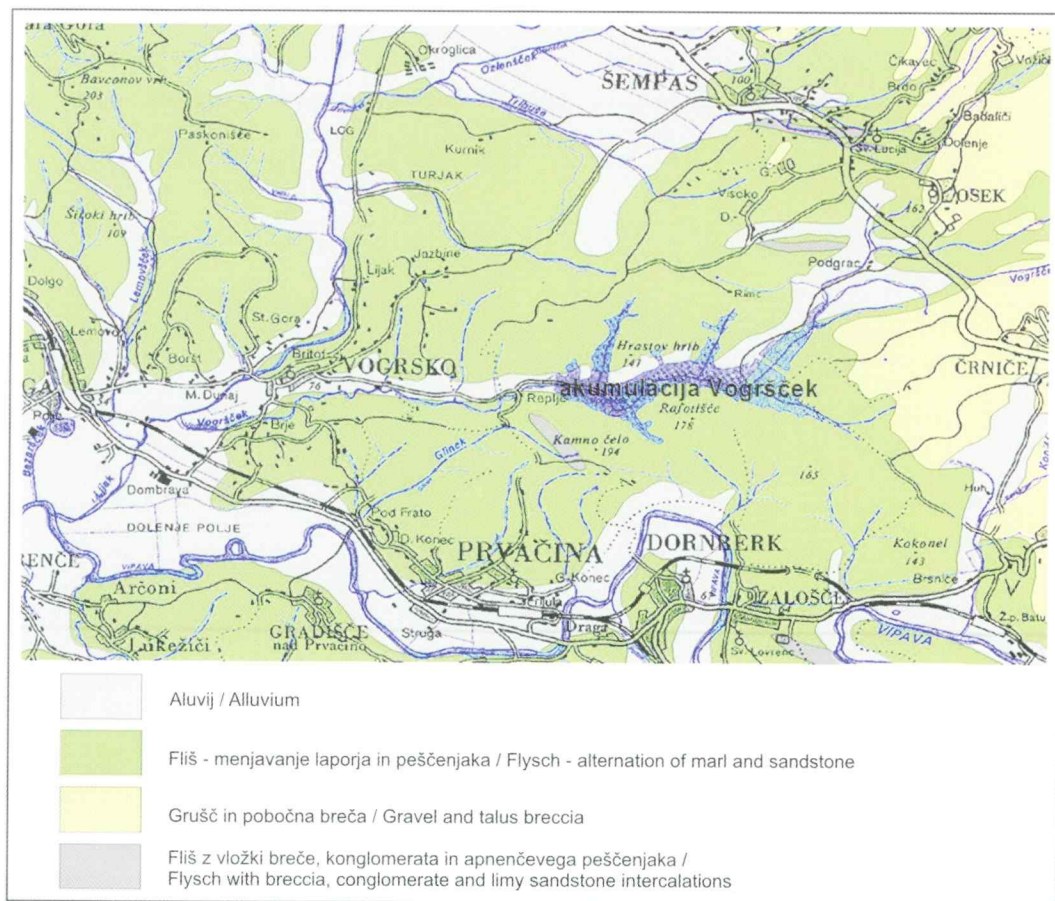
- b) spremembe porazdelitve padavin,
- c) sušna obdobja in
- d) ekstremne padavine vplivajo na vodni režim akumulacije Vogršček, kar je povezano s
- e) študijem količinskega in kakovostnega stanja površinskih in podzemnih vodnih virov in
- f) varstvom pred škodljivim delovanjem voda.

Raziskovalno območje

Zadrževalnik Vogršček leži v zahodnem delu Vipavske doline. Pregrajuje dolino potočka Vogršček, ki se izliva v Lijak (slika 1). Ozemlje akumulacije je zgrajeno iz flišnih plasti eocenske starosti, ki sestoje iz lapor-

jev, peščenjakov in apnenčevega peščenjaka (slika 1). Dno doline je prekrito s kvartarnim aluvialnim nanosom Vogrščka, ki se delno meša z deluvialno flišno preperino ob iztekih pobočij. Pretežno glinasto do glinasto peščene plasti zemljine s prodniki in večjimi kosi peščenjaka ter apnenca tvorijo aluvialni nanos, medtem ko meljne do peščene glin, ponekod peščeni melji pomešani z drobci in kosi laporja, peščenjaka ter apnenca sestavljajo deluvialni pokrov na pobočjih (Mikulič & Sadnikar, 1986).

Zadrževalnik Vogršček obsega akumulacijo, ki je razdeljena v dva dela z nasipom hitre ceste – pregrado z objekti in tesnilno zaveso. Po arhivskih geoloških in hidrogeoloških podatkih (Mikulič & Sadnikar, 1986; Koren et al., 1988), leži pregradno mesto na eocenskem flišu. Neplastovit apne-



Slika 1. Geološka zgradba raziskovanega območja

Figure 1. Geological composition of the study area

nec, ki je bil prekrit z glinaso-meljasto preperino debeline 1 m, gradi levi bok. Fliš – plastoviti laporji in peščenjaki, pa gradi desni bok. Ta bok je bil prekrit s pobočnim gruščem debeline 3-7 m. Raziskovalne vrtnice so pokazale, da je apnenec na levem boku pregrade zakrasel, lapor na desnem boku pregrade pa je močnejše razpokan v pripovršinskem delu do globine 15-20 m.

Sledi opis lastnosti akumulacijskega bazena, povzet po poročilih Vodnogospodarskega inštituta Ljubljana (1979, 1984). Maksimalna gladina vode v akumulaciji je na koti 100,5 m. Pri tej gladini je prostornina akumulacije $8,5 \times 10^6 \text{ m}^3$ in je poplavljenih 82 ha zemljišč. Maksimalna dolžina akumulacije je 2,5 km, obseg pa 11,7 km. Minimalna gladina vode v akumulaciji je na koti 80,0 m. Mrtvi prostor znaša $0,45 \times 10^6 \text{ m}^3$. Za namakanje se izkorišča volumen $6,8 \times 10^6 \text{ m}^3$, med kotama 80,0 in 98,8 m. Prostor za visoki val je med kotama 98,8 in 100,5 m in znaša $1,25 \times 10^6 \text{ m}^3$. Kot biološki minimum je tudi v času akumuliranja vode predvideno izpuščanje 15 l/s, kar je 2,5-kratni najmanjši pretok.

Metodologija

Raziskovalno delo je temeljilo na rezultatih dosedanjih študij, ki so bile opravljene v okviru obratovanja, vzdrževanja in spremljanja stanja namakalnega sistema Vipavske doline, Slovenske komisije za vprašanje spremembe podnebja in različnih svetovnih programov, ki spremljajo globalne podnebne spremembe in njihove posledice.

Najprej je bil narejen pregled stanja in so bili zbrani vsi obstoječi hidrogeološki, meteorološki, hidrološki, geotehnični in kemični podatki. Podatke o meritvah nivoja v akumulaciji smo dobili na podjetju Hidrotehnik v Novi Gorici, ki upravlja zadrževalnik Vogršček. Tam so zbrana tudi poročila o monitoringu, ki se izvaja na zadrževalniku. Podatke o odvzemu vode iz akumulacije smo dobili na Kmetijstvu Vipava d.o.o. v Šempetru, meteorološke podatke pa na Agenciji republike Slovenije za okolje.

Za deset letno obdobje, od leta 1995 do 2004, se je pripravila baza podatkov, ki je omogočila statistično obdelavo ter s tem analizirano ranljivost parametrov obravnavanega sistema na podnebne spremembe in ustrezno-

sti obratovalnega monitoringa zadrževalnika za spremljanje klimatskih sprememb.

Podatki so bili obdelani s pomočjo parametrične statistike in škatlastih diagramov (Helsel & Hirsch, 1992). Slednji nazorno prikazujejo lastnosti merjenih parametrov (slika 2) in sicer razpon ter porazdelitev podatkov, omogočajo pa tudi vizualno primerjavo in ločevanje posameznih vzorčnih mest. Škatlasti diagram ponazarja srednjo vrednost (srednja črta škatle), razpršenost



Slika 2. Opis škatlastega diagrama (o – oddaljena vrednost, + – zelo oddaljena vrednost)

Figure 2. Description of the boxplot (o – outside value, + – far outside value)

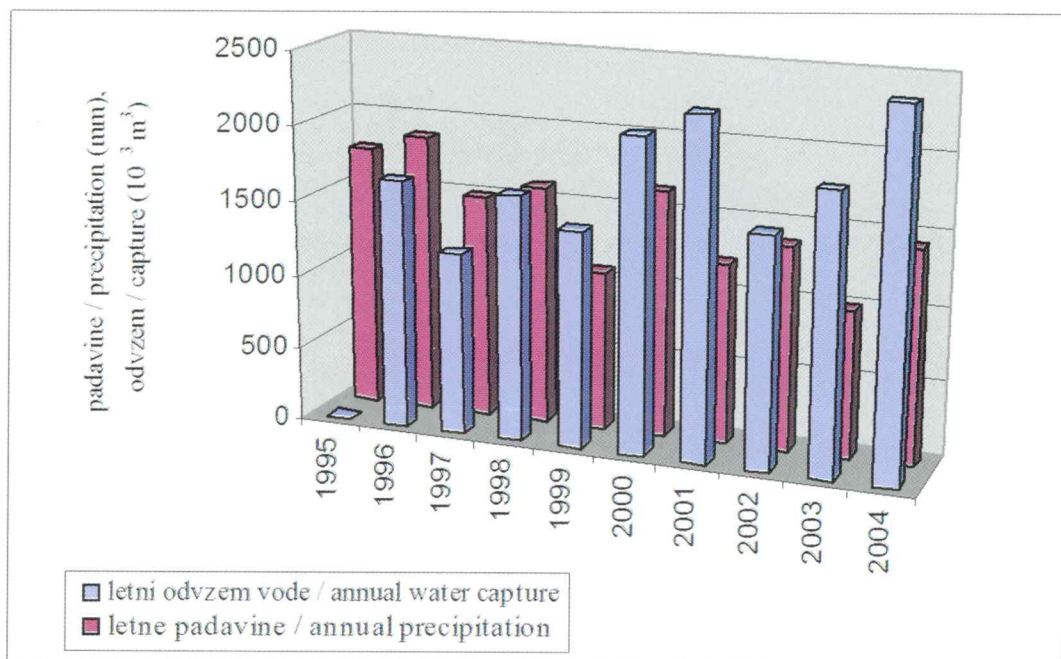
(višina škatle, ki predstavlja 50% podatkov), asimetričnost (z razmerjem višin posameznih polovic škatle) in prisotnost skrajnih vrednosti (oddaljene in zelo oddaljene vrednosti).

Rezultati

Na podlagi padavinskih meritev na postaji Bilje je privzeto, da je padlo na raziskovanem območju v obdobju 1995-2004 povprečno 1445 mm padavin na leto. V prvem petletnem obdobju je bilo letno povprečje višje – 1562 mm, v drugem pa nižje – 1327 mm. To kaže, da se količina padavin na tem območju znižuje, kar se dobro vidi na slikah 3 in 4. Največ padavin je padlo leta 1996 – 1871 mm, najmanj pa leta 2003 – 986 mm. Na sliki 4, ki prikazuje sezonske količine padavin, opazimo, da pade največ padavin jeseni.

Na sliki 6 lahko sledimo deset-dnevne količine padavin. Vidne so spremembe v porazdelitvi padavine med prvim in drugim petletnim obdobjem. Čeprav so bile letne količine padavin višje v prvi petletki, so najvišje deset-dnevne vrednosti zabeležene v drugi polovici dekad, novembra 2000 in avgusta 2002.

Prvi podatki o količini odvzete vode za namakanje so iz leta 1996. Od takrat naprej



Slika 3. Letna količina padavin postaje Bilje in letni odvoz vode iz akumulacije Vogršček
Figure 3. Annual precipitation in Bilje and annual water capture from the Vogršček accumulation

se meri poraba vode v črpališčih Renče in Šempas vsake deset dni. Odvoz na drugih mestih se ne meri sistematično, zato je treba porabo črpališč Renče in Šempas pomnožiti s faktorjem 2,74 (ustni podatek odgovornega na Kmetijstvu Vipava), da dobimo skupno količino odvzema vode iz akumulacije.

Sliki 3 in 5 ilustrirata letne oziroma sezonske količine odvzete vode za namakanje. Na splošno se letna količina odvzema povečuje. Najvišja je bila leta 2004 – $2,422 \times 10^6 \text{ m}^3$. V prvi petletki se je črpalo v glavnem poleti, zadnja leta pa se zvišuje količina črpanja tudi spomladi in jeseni.

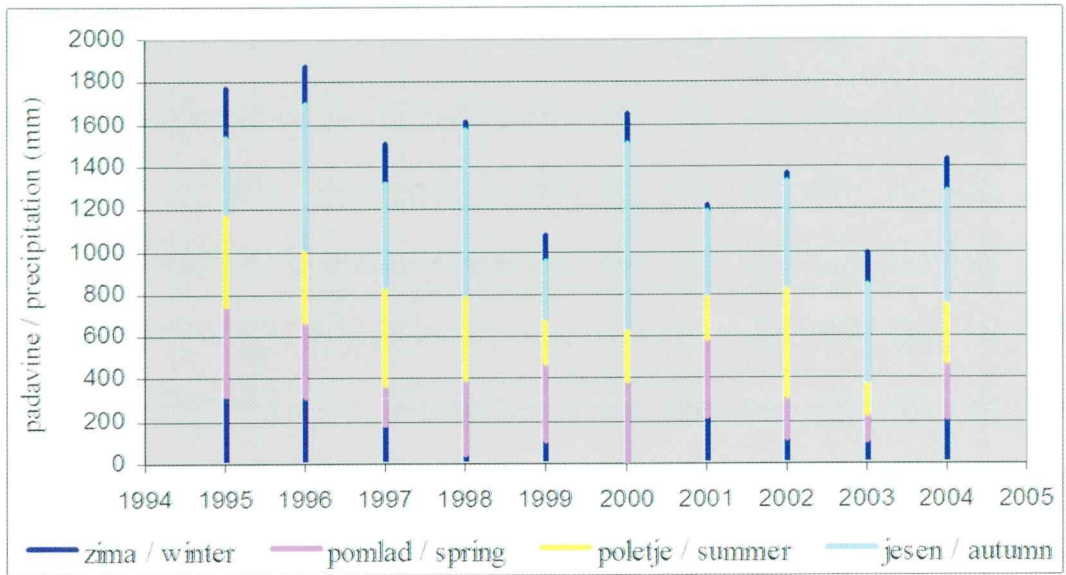
Za zadrževalnik Vogršček se je predvidevalo, da bo nihanje gladine akumulirane vode zaradi uporabe za namakanje, odvisno od količine padavin, med 0,2 in 18,8 m, povprečno pa okoli 5 m. Dosedanje meritve kažejo, da se je znižal nivo akumulacije zaradi uporabe vode za namakanje maksimalno avgusta 1998 – za 0,7 m. Znižanje nivoja akumulacije zaradi črpanja lahko sledimo na sliki 6 – razlika med dejanskim nivojem in korigiranim nivojem.

Na območju zadrževalnika Vogršček so številne opazovalne vrtine (piezometri), v ka-

terih se spremlja tako imenovan piezometrični nivo podzemne vode. Na podlagi poročil monitoringa lahko povzamemo, da meritve ne nakazujejo bistvenih sprememb stanja podzemne vode. V letih 1988–1995 so potekale v piezometrih tudi meritve filtracijskih hitrosti, ki pa niso pokazale koncentriranih tokov podzemne vode. Glede na to, se te meritve ne izvajajo več, pač pa se izvajajo le redne meritve specifične električne upornosti vode.

Sliki 6 in 7 predstavljata nihanje gladine zadrževalnika Vogršček v opazovani dekad. Prva prikazuje časovni trend na podlagi deset-dnevnih meritev, druga pa statistične lastnosti. Obe sliki upoštevata korigirane vrednosti nivoja – dejanskim meritvam so pristete vrednosti znižanja zaradi črpanja, ki pa so majhne (kot je bilo že omenjeno, $\text{max.} = 0,7 \text{ m}$).

Na sliki 6 opazimo precejšnje razlike med nihanjem nivoja akumulacije v prvi in drugi polovici deкаде. Le to je bilo precej manjše v prvi petletki. Če izuzamemo, da se je praznila akumulacija dvakrat v drugi petletki zaradi vzdrževalnih del, so bili v tem obdobju izmerjeni tako maksimalni kot minimalni



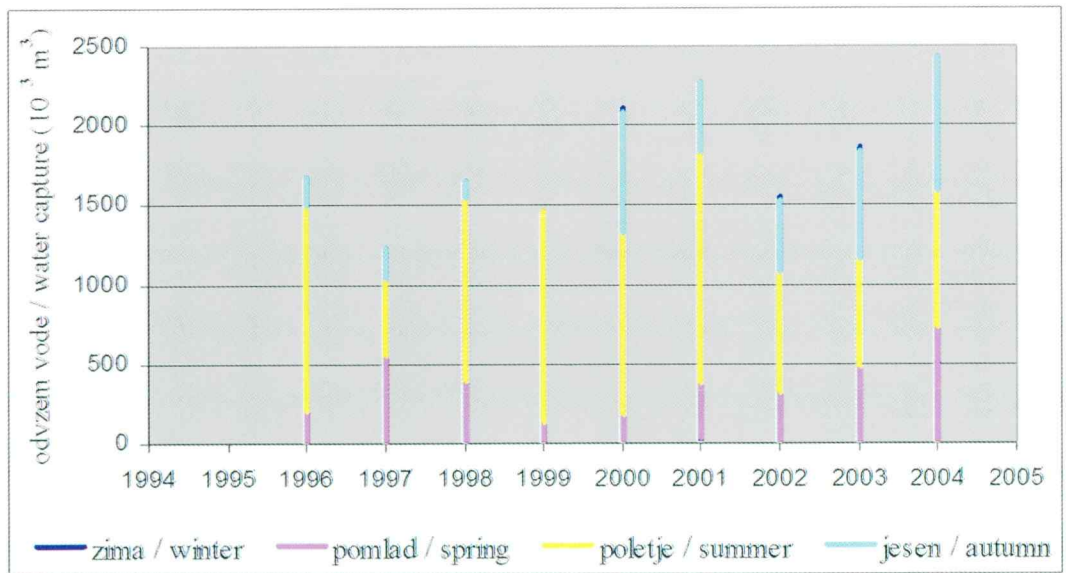
Slika 4. Sezonske količine padavin na postaji Bilje

Figure 4. Seasonal precipitation amounts in Bilje station

nivoji. Maksimalne nivoje beležimo pozimi 2000/2001 in pozimi 2002/2003, medtem ko je bil minimalni nivo izmerjen jeseni 2003. Maksimalnim vrednostim so botrovale padavine novembra 2000 in avgusta 2002, ki so bile omenjene na začetku tega poglavja,

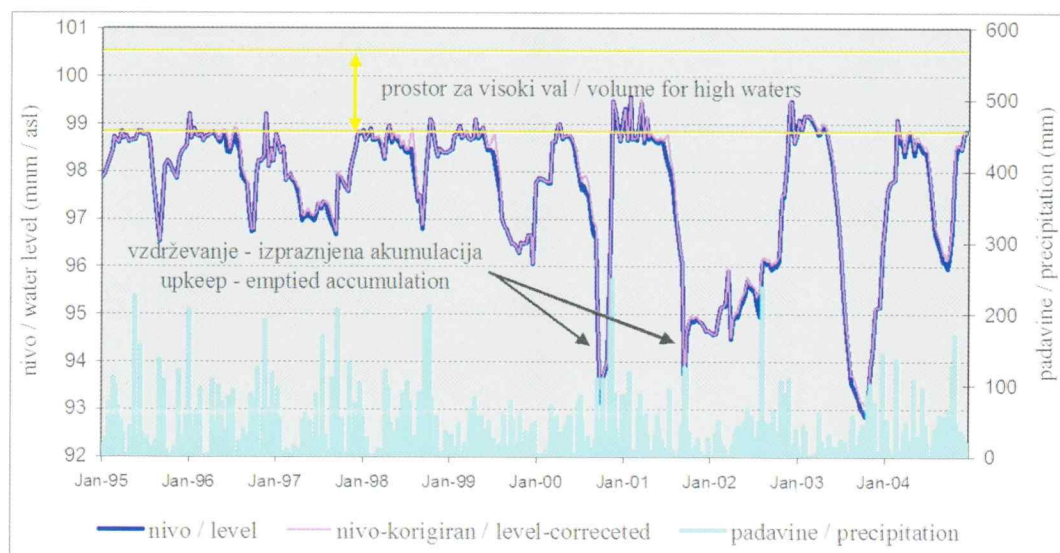
minimalnim pa ekstremno sušno obdobje leta 2003.

Opisane lastnosti lahko razberemo tudi iz slike 7, medtem ko je treba v povezavi s sliko 6 še dodati, da le-ta nosi informacijo o tem, kdaj je imela akumulacija Vogršček funkci-



Slika 5. Sezonski odvzem vode iz akumulacije Vogršček

Figure 5. Seasonal water capture from the Vogršček accumulation



Slika 6. Nihanje nivoja akumulacije Vogršček

Figure 6. Water level oscillations at the Vogršček accumulation

jo zadrževanja visokega vala. V akumulaciji se visoko-vodni valovi sploščijo, saj se vpliv zadrževanja voda manjša z oddaljenostjo od pregrade, oziroma z večanjem ostalega prispevnega območja. Obravnavana funkcija akumulacije je bila najizrazitejša takrat, ko so bili zabeleženi maksimalni nivoji - pozimi 2000/2001 in pozimi 2002/2003.

Leta 2000 je bila narejena ocena kakovosti voda zadrževalnika Vogršček in sicer na podlagi rezultatov fizikalno-kemičnih in mikrobioloških analiz vode v obdobju 1990-1999 (Kontić & Gabrijelčič, 2000). Rezultati kažejo, da se kemični parametri bolj spreminjajo kot mikrobiološki, vendar je voda zadrževalnika Vogršček, glede na zahteve Zakona o vodah (2002), primerna za namakanje.

Z rednimi geološko-geotehničnimi pregledi, ki jih izvaja ZAG Ljubljana, Oddelek za geotehniko in prometnice, Odsek za mehaniko zemljin in geotehnična opazovanja, se ugotavlja možne vidne deformacije brežin pregrade in podslapja ter pojave izvirov ali mokrih con na teh območjih. Nestabilna mesta se pojavljajo predvsem zaradi večjega nihanja gladine vode v akumulaciji (ZAG Ljubljana, 2001). Takrat pride lahko do zdrsov preperinskega pokrova v akumulacijskem prostoru, ki pa ne zavzemajo večjih razsežnosti. Najbolj ogrožene so strme bre-

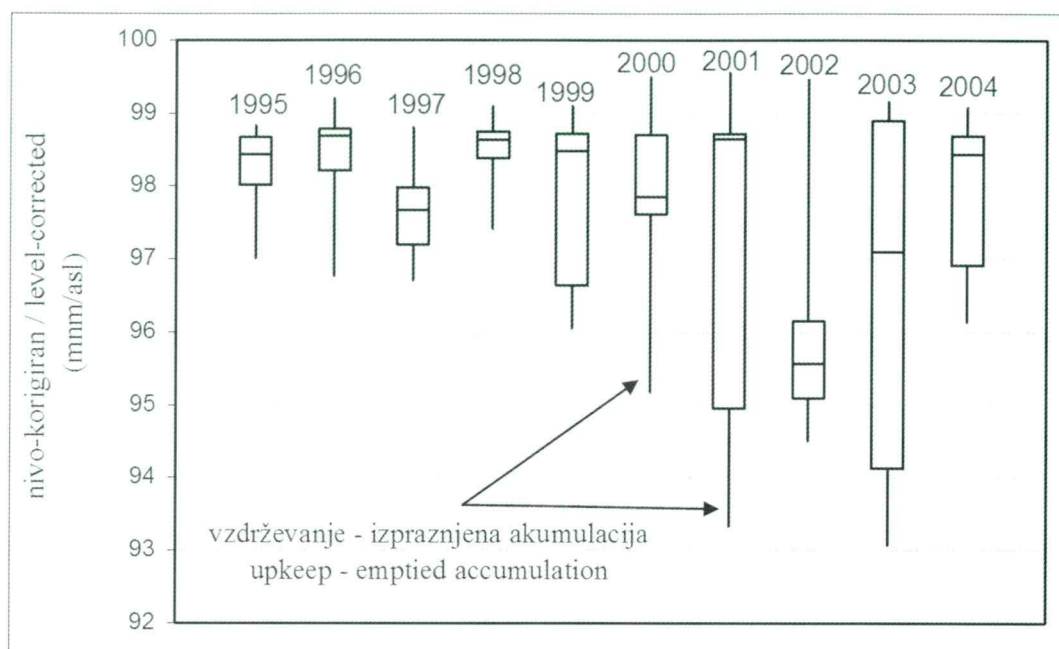
žine levega brega na nivoju gladine jezera. Pri tem je treba omeniti, da ima levi bok povprečen naklon 1:2, desni pa 1:3.

Sklepi

Rezultati študije vplivov podnebnih sprememb na vodni režim zadrževalnika Vogršček v dekadnem obdobju 1995-2004 kažejo, da

- a) se znižuje količina efektivnih padavin, ki napajajo zadrževalnik Vogršček,
- b) se spreminja porazdelitev padavin ter
- c) je v drugi polovici deкаде večja pogostost ekstremnih sušnih obdobj ter ekstremnih padavinskih dogodkov.

Za potrebe namakanja se je povečevala količina odvzema vode iz akumulacije skozi dekada in dosegla višek leta 2004. Poudariti je treba, da je vpliv črpanja na nivo akumulacijskega bazena majhen, saj je bilo maksimalno znižanje 0,7 m. Kljub temu, pa so opazne precejšnje razlike v nihanju nivoja akumulacije med prvo in drugo petletko obravnavane deкаде, kar je mogoče pripisati večji pogostosti ekstremnih sušnih obdobj in s tem povezanemu izhlapevanju iz vodne površine ter manjšemu dotoku, kakor tudi večji pogostosti ekstremnih padavinskih dogodkov, ki hkrati vplivajo na večjo intenzivnost visokih valov.



Slika 7. Škatlasti diagram nihanja nivoja akumulacije Vogršček

Figure 7. Boxplot of water level oscillations at the Vogršček accumulation

Prav nihanje nivoja akumulacija pogojuje v največji meri stabilnost brežin zadrževalnika Vogršček (Koren et al., 1988). Večja verjetnost zdrsov obstaja predvsem na bolj strmih pobočjih z debelejšim preperinskim pokrovom, vendar tudi tu najverjetneje debelina plazov ne bo presegla globine 2 m (Koren et al., 1988). Glede na to se ocenjuje, da preperinski zdrsi ne morejo vplivati na delovanje zadrževalnika. Predlaga se le zaščita nekaterih brežin zaradi nihanja gladine akumulacije.

Rezultati študije vplivov podnebnih sprememb na vodni režim zadrževalnika namakalnega sistema Vipavske lahko pripomorejo k optimalizaciji opazovalnega monitoringa in vzdrževanja vodnih virov zadrževalnika. Priporoča se, da se nameni večja pozornost proučevanju stanja plavin, geomorfoloških procesov ter erozijskih procesov. Izoljšati bi bilo treba tako sistem za merjenje količine odvzema vode, kot sistem za merjenje nihanja gladine akumulacije. Meriti bi bilo treba tudi evapotranspiracijo.

Rezultati študije lahko prispevajo tudi k dolgoročni strategiji upravljanja zadrževalnika Vogršček in trajnostnemu gospodarjenju z njegovimi vodnimi viri, ki bo zagotovi-

lo njihovo ohranitev in varstvo ter pripomoglo k idejnim projektom za razširitev namakalnega sistema Vipavske doline.

Zahvala

Za sofinanciranje študije, ki se je izvajala v okviru CRP projekta »Vpliv klimatskih sprememb na rastlinsko pridelavo v Sloveniji – primer Vipavske doline«, se zahvaljujem Ministrstvu za visoko šolstvo, znanost in šport ter Ministrstvu za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.

A study of climate change impacts on hydrologic regime of the Vogršček accumulation (SW Slovenia)

Summary

Climate change impacts on hydrologic regime of the Vogršček accumulation (Vipava valley) were studied for a decade period 1995-2004. Accordingly, the influences of

a) changes of precipitation amounts,

- b) changes of precipitation distribution,
- c) dry periods, and
- d) extreme precipitation events

on hydrologic regime of the Vogršček accumulation were investigated, which was connected with

e) a study of quantity and quality condition of surface and underground water resources and

f) protection against the harmful water effects.

The study area consists of flysch Eocene strata (Fig. 1), while the valley bottom is covered with alluvium of the Vogršček stream, which is partly mixed with deluvium (Mikulič & Sadnikar, 1986). The dam was built on flysch; the limestone, covered with weathered clayey materials builds the accumulation left side and flysch rocks, covered with gravel material, build the accumulation right side (Mikulič & Sadnikar, 1986; Koren et al., 1988).

The existing hydrogeological, meteorological, hydrological, geotechnical and chemical data were collected in a data base. They were statistically processed by parametric methods and analyzed with boxplots, which are a very useful and concise means for summarizing the distribution of data sets (Fig. 2).

During the observed decade the average annual precipitation was 1445 mm in the study area. It was 1562 mm during the first decade half and 1327 mm during the second decade half, which indicates that precipitation amounts has been lowered (Figs 3 and 4).

Figure 6 illustrates precipitation amounts that were measured every 10 days. The differences in precipitation distribution between single decade halves could be observed. Even the annual precipitation amounts were higher during the first decade half, the highest 10-daily precipitation amounts were registered during the second decade half.

Figures 3 and 5 present the annual and seasonal pumping discharge. During the observed period water capture from the accumulation has been increased. The pumping did not influence the accumulation level a lot (drawdown = difference between level and corrected level in Figure 6). It decreased maximally for 0,7 m in August 1998. However, it could be noticed in Figures 6 and 7 that the level oscillated quite different during single halves of the decade. The oscillation was much lower during the first decade half. Fi-

gure 6 also illustrates, when the accumulation functioned as a barrier for high waters.

The study indicated that higher oscillations of water level in the accumulation mainly result from an increased frequency of extreme dry periods and extreme precipitation events during the second decade half. The geological and geotechnical investigations (Koren et al., 1988; ZAG Ljubljana, 2001) pointed out that right higher oscillations of water level could lead to the occurrence of unstable places, particularly on the left accumulation bank. However, it was estimated that landslides could not influence on the accumulation functioning.

The study results could optimize the monitoring, which is performed in the Vogršček accumulation, as well as the sustainable management of the accumulation water resources.

Literatura

- Gabrijelčič, Z. 2000: Zadrževalnik Vogršček v Vipavski dolini (zloženka). - VGP Soča d.o.o., 1 pp., Nova Gorica.
- Helsel, D.R. & Hirsch, R.M. 1992: Statistical Methods in Water Resources. - Elsevier, 522 pp., Amsterdam.
- Kontič, B. & Gabrijelčič, E. 2000: Kako voda v zadrževalniku Vogršček v obdobju 1989-1999 (delovno poročilo). - Politehnika Nova Gorica, 23 pp., Nova Gorica.
- Koren, V., Junež, P. & Volf, S. 1988: Zadrževalnik Vogršček - tehnično opazovanje, poročilo o vzpostavitvi sistema in osnovnih meritvah. - Geološki zavod Ljubljana, 20 pp., Ljubljana.
- Mikulič, Z. & Sadnikar, J. 1986: Akumulacija Vogršček - Dodatne hidrogeološke in inženirsko geološke raziskave. - Geološki zavod Ljubljana, 14 pp., Ljubljana.
- Stojanov, R., Trček, B., Dolenec, T., Dimkovski, T. & Pirc, S. 2003: Environmental protection of the Dojran Lake catchment area. - RMZ-mater. geoenviron., 50/1, 369-372, Ljubljana.
- Trček, B. 2003: Epikarst zone and the karst aquifer behaviour. - Geološki zavod Slovenije, 100pp., Ljubljana.
- Vodnogospodarski inštitut Ljubljana 1979: Študija kompleksne ureditve padavinskega območja Vipave - Osnove in vodnogospodarske rešitve (C-240). - Vodnogospodarski inštitut Ljubljana, 261 pp., Ljubljana.
- Vodnogospodarski inštitut Ljubljana, Študijski oddelek 1984: Akumulacija Vogršček - Projekt za izvedbo, zvezek 1 (C-417/1). - Vodnogospodarski inštitut Ljubljana, 5-15, Ljubljana.
- ZAG Ljubljana, Oddelek za geotehniko in prometnice, Odsek za mehaniko zemljin in geotehnična opazovanja 2001: Poročilo o tehničnem opazovanju zadrževalnika Vogršček v letu 2001 (P 1577/01-710-2). - ZAG, 22 pp., Ljubljana.
- Zakon o vodah. Uradni list RS, št. 67-3237/2002, pp 7648.