

Problematika nizkih pretokov Kamniške Bistrice med Kamnikom in Domžalami

Jure Bogataj¹, Mitja Brilly*

Povzetek

Kritično nizek pretok Kamniške Bistrice je v pozno poletnih in zgodnjih jesenskih tednih postal stalnica. Predvsem pereč problem je odsek glavne struge med Kamnikom in Domžalami oziroma natančneje med jezom v Volčjem Potoku in sotočjem z Račo pri Domžalah. Na tem odseku sta izvedena dva odvzema vode za mlinščici (Radomeljska in Homška mlinščica), ki levo in desnoobrežno alocirata vodo iz glavne struge. Poleg obeh odvzemov pa se za ta del glavne struge predvideva stik s podtalnico. Glede na to, da dolvodno od obeh zajemov ob nizkih vodostajih tečejo zelo majhne količine vode, delež, ki pronica v podtalnico, ni zanemarljiv. Posledica brezobzirnega manevriranja z zapornicami na odvzemih vode za potrebe obeh mlinščic in pronicanja vode v podtalnico je bila popolna presušitev glavne struge Kamniške Bistrice med železniškim mostom pri tovarni kartona v Količevem in sotočjem z Račo v dneh 28. septembra 2008 ter 10. in 25. oktobra istega leta. Za natančnejšo identifikacijo problematike je bilo potrebno določiti glavne vzroke za nizke pretoke Kamniške Bistrice na odseku med Kamnikom in Domžalami. Ugotoviti je bilo potrebno količine odvzemov obeh največjih mlinščic (Radomeljske in Homške) in količino vode, ki se na tem odseku infiltrira v podtalnico.



Slika 1 - Trasa struge Kamniške Bistrice (označeno temno sivo) in obravnavani odsek struge med Kamnikom in Domžalami (označeno rdeče) (vir: Atlas okolja, 2007)

¹ Jure Bogataj, univ. dipl. inž. vod. in kom. inž., prof. dr. Mitja Brilly, univ. dipl. inž. gradb., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Jamova cesta 2, 1000 Ljubljana.

Sistema Radomeljske in Homške mlinščice

Zajem za Radomeljsko mlinščico je izveden na dvostopenjskem jezu Volčji Potok (Slika 2), ki je lociran na glavni strugi Kamniške Bistrice med naseljema Volčji Potok in Šmarca. Voda teče v mlinščico preko dveh vzporednih lesenih zapornic ob levi brežini. Večinoma se uporablja le leva zapornica, ki že sama zadostno napolni mlinščico.

V Homško mlinščico se steka voda iz zajema na jezu Homec (Slika 3 - levo), in sicer tik pod Homškim hribom pri naselju Hudo. Za odvzem vode je ob desni brežini narejena večja lesena tablasta zapornica (Slika 3 - desno) z ročnim mehanizmom odpiranja oziroma zapiranja.



Slika 2 - Radomeljski jez z levoobrežnim odvzemom z zapornicami in talnim izpustom v času nizkega vodostaja (foto: Bogataj, 28. 8. 2009)



Slika 3 - Preliv Homškega jez z zapornico za talni izpust na sredini v času nizkih vodostajev dne 21. 8. 2009 (levo) in zapornica, ki regulira količino odvzete vode za mlinščico (desno) (foto: Bogataj, 2009).

Iz Radomeljske mlinščice se na poti do izliva odcepita dva razbremenilna kanala visokih voda. Prvi pred naseljem Hudo in drugi pred vtokom v pokrit kanal nad papirnico v Količevem. Mlinščica se izliva v reko Račo dolvodno od naselja Podrečje.

Homška mlinščica ima zgolj en razbremenilni kanal, in sicer gorvodno od križanja z razbremenilnim kanalom Pšate.

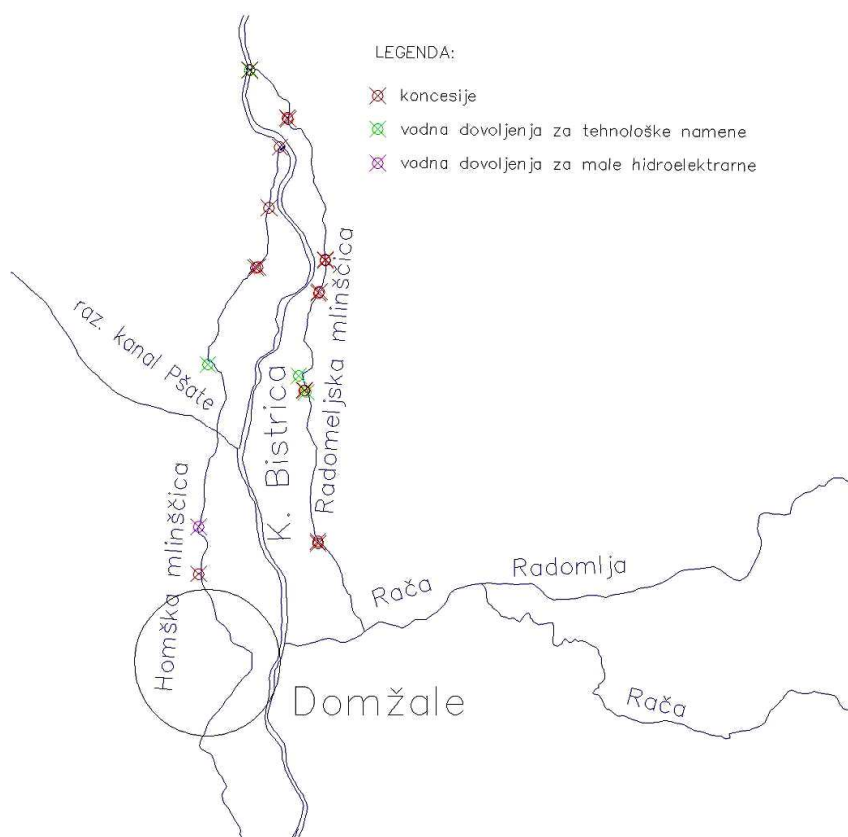
Raba vode

Mlinščici sta bili zgrajeni z namenom omogočanja izrabe vode. Prvotno so izrabljali vodno moč za pogon mlinskih koles in žag, kasneje za pogon celotnih industrijskih obratov. V zadnjih desetletjih se ju uporablja za dovajanje tehnološke vode industriji in za pogon malih hidroelektrarn.

Nadzor nad rabo vode ima Ministrstvo za okolje in prostor (MOP) oziroma Agencija Republike Slovenije za okolje (ARSO) s podeljevanjem koncesij (na primer za male hidroelektrarne) oziroma vodnih dovoljenj (na primer za odvzem tehnološke vode). V vodnem dovoljenju oziroma koncesiji je tudi določena največja dovoljena količina odvzema.

Na Radomeljski mlinščici imajo največji dovoljeni odvzem vode lastniki malih hidroelektrarn. Ker je poraba tehnološke vode zanemarljivo majhna proti dovoljeni količini odvzema za elektrarne in ker se voda na elektrarni ne porabi, temveč v celoti odteče do dolvodnega uporabnika, je največji dovoljeni odvzem Radomeljske mlinščice enak $1,8 \text{ m}^3/\text{s}$.

Podobna situacija kot na Radomeljski je tudi na Homški mlinščici, kjer pa je že na odvzemu mlinščice podeljena koncesija za rabo vode podjetju Avto-phone, d. o. o., ki ima omejen odvzem na $1,3 \text{ m}^3/\text{s}$.



Slika 4 - Grafični prikaz lokacij, kjer so podeljena vodna dovoljenja in koncesije za zajem vode na obeh mlinščicah.

Problematika količine odzema vode

Kot je bilo opisano v prejšnjem poglavju, imata mlinščici dovoljenje za maksimalni odvzem 1,8 oziroma 1,3 m³/s, skupno torej 3,1 m³/s vode. Na vodomerni postaji Kamnik I je v povprečnem letu kar 180 dni s pretokom preko 5,9 m³/s. Torej kljub polnemu odvzemu obeh mlinščic v strugi večino leta ostaja vsaj preko 2,8 m³/s pretoka, kar je zadovoljivo.

Problem nastane, ko pretoki Kamniške Bistrice padejo. V sušnih mesecih, kot so januar in februar ter avgust in september, lahko pretoki Kamniške Bistrice skozi Kamnik padejo tudi pod 2 m³/s. V povprečnem letu se to dogaja kar 20 dni v letu. V sedanji situaciji so problematični že pretoki nižji od 3 m³/s. Z zapornicami namreč manevrirata lastnika malih hidroelektrarn. Njun cilj je zgolj čim večji odvzem, torej večja ekonomska korist s pridobljeno večjo količino električne energije.

Posebej kritičen je odvzem za Radomeljsko mlinščico na jezu Volčji Potok. Tu so zapornice redko priprte in količina odvzete vode le občasno pade pod 1,2 m³/s. Običajno je v sušnem obdobju odvzem med 1,3 in 1,6 m³/s. Torej že na tem odvzemnem mestu pri pretokih Kamniške Bistrice pod 3 m³/s odvzeta količina vode presega količino preostale vode v strugi. Dokaz o razsipnem odvzemanju vode sta tudi dva razbremenilna kanala Radomeljske mlinščice, po katerih teče voda tudi v zelo sušnem obdobju (kot na primer na dan 28. avgusta 2009). Zaradi visokih temperatur in izsušenosti terena večji del te vode preden priteče v glavno strugo, že ponikne.

Na že tako oslavljenem pretoku pa je pri Homecu izveden še drugi odvzem vode. Tu so upravljavci zapornic prisiljeni upoštevati preostali pretok v strugi. Ob nizkih pretokih je preliv Homškega jezu povsem suh, celotna količina preostale vode pa teče v glavno strugo preko sredinsko nameščene lesene zapornice, ki jo upravlja isti upravljavec kot zapornice na mlinščici. Količina odvzete vode za Homško mlinščico se ob nizkem vodostaju giblje med 0,4 in 0,8 m³/s. Tudi tu ni količina odvzete vode strogo odvisna od pretokov v strugi Kamniške Bistrice. Torej po drugem odvzemu na jezu Homec ob nizkih pretokih v strugi ostaja velikokrat manj kot 1 m³/s vode, večjih pritokov pa do sotočja z Račo ni. V glavno strugo se na tem odseku v sušnem obdobju izlivajo dva razbremenilnika Radomeljske mlinščice, iztok iz tovarne kartona v Količevem (z nekaj litri na sekundo) in voda iz razbremenilnega kanala Pšate. Vsi ti pritoki pa imajo zanemarljiv pretok, ki se hitro porazgubi v tako široki strugi kot je struga Kamniške Bistrice. Poleg obeh odvzemov nizke pretoke Kamniške Bistrice zmanjšuje še pronicanje vode v podtalnico. Tudi to pronicanje vode v podtalje ima pomembno vlogo pri zmanjšanju že tako majhnih pretokov, zato popolne presušitve struge, kot so bile v dneh 28. septembra ter 10. in 25. oktobra 2008, niso le ekstremi, ampak vse pogostejši pojav.



Slika 5 - Struga Kamniške Bistrice pri merilni postaji Kamnik (levo) in stuga Kamniške Bistrice po obeh odvzemih nad sotočjem z Račo (desno) v času nizkih vodostajev (foto: Bogataj, 28. 8. 2009)

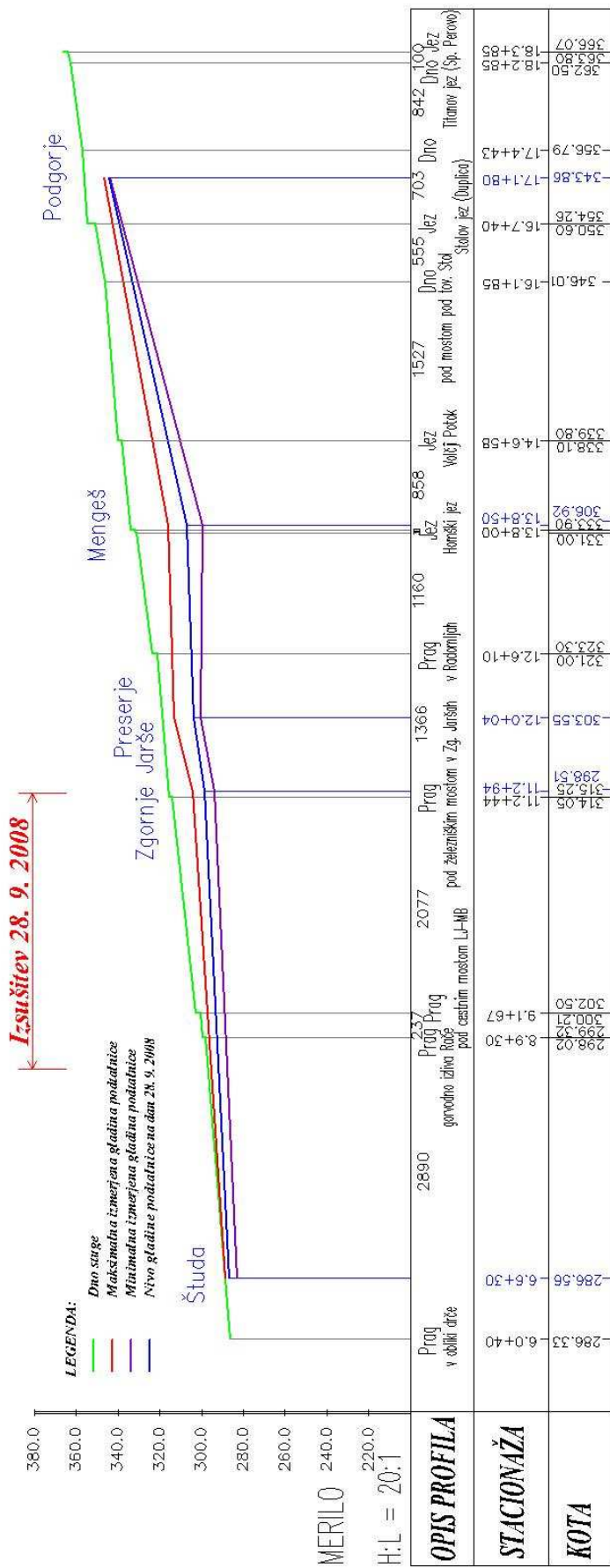
Primerjava gladin podtalnice in Kamniške Bistrice

Ker nas zanima predvsem dogajanje ob nizkih vodostajih, lahko aproksimiramo gladino nizkih voda s koto dna. Ko po široki strugi Kamniške Bistrice teče le nekaj 100 litrov vode na sekundo, je debelina vodne plasti na prelivih pragov in jezov (znane kote) namreč le nekaj centimetrov, kar pa je zanemarljivo.

Primerjava gladin je bila izvedena na vzdolžnem profilu Kamniške Bistrice med Domžalami in Kamnikom (Slika 6), kjer so prikazani dno struge (zelena črta), maksimalne (rdeča črta) in minimalne (vijolična črta) izmerjene gladine podtalnice v večletnem opazovanem časovnem obdobju ter nivo gladine podtalnice na dan 28. septembra 2008 (modra črta).

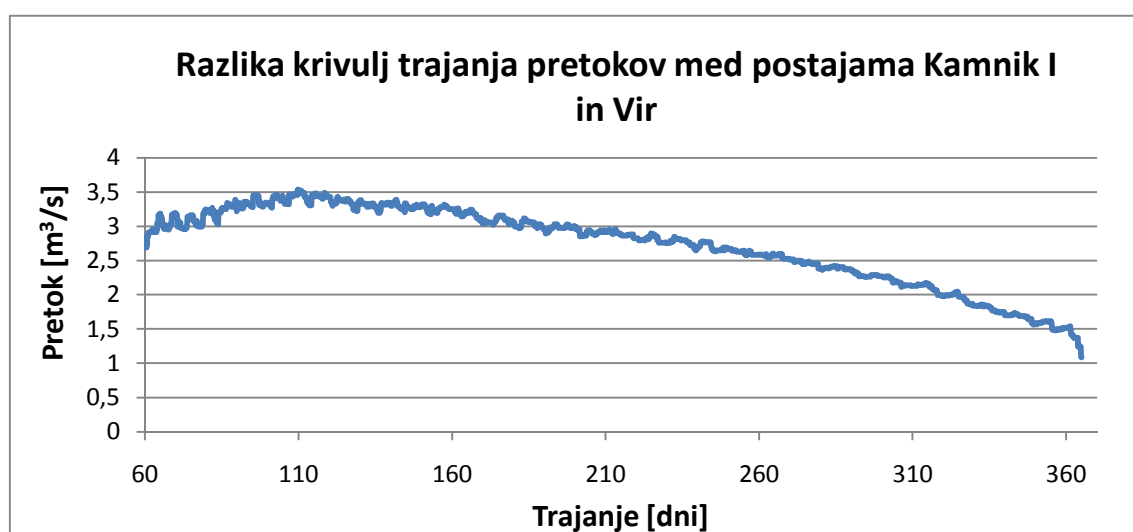
Opazimo lahko, da gladina podtalnice na celotnem opazovanem odseku med Domžalami in Kamnikom nikoli ne dosega nivoja dna struge. Šele pod Domžalami se podtalnica ob visokih vodostajih prične približevati nivoju struge in jo dolvodno najverjetneje začne tudi napajati. Iz tega lahko sklepamo, da nivo podtalnice med Kamnikom in Domžalami ne vpliva na količino vode v strugi Kamniške Bistrice. Na kritičnem odseku se je podtalnica približala dnu struge na največ 2 metra. Nizke in srednje gladine podtalnice pa so globoko pod dnom.

Dne 28. 9. 2008 so bile gladine podtalnice kljub zelo sušnemu septembru tistega leta večinoma le nekoliko pod povprečnimi vrednostmi, iz česar bi lahko sklepali na možnost povečanega napajanja iz struge Kamniške Bistrice.



Primerjava pretokov na vodomernih postajah Kamnik I in Vir na Kamniški Bistrici

Za identifikacijo problematike sem izvedel analizo obstoječih podatkov iz obeh vodomernih postaj na glavni strugi Kamniške Bistrice med Kamnikom in Domžalami. Prva postaja je locirana v Kamniku, druga na Viru pri Domžalah. Razlika pretokov teh dveh merilnih postaj v času nizkih pretokov podaja količino odvzema obeh mlinščic, vključno z izgubami vode zaradi infiltracije v podtalnico. Na območju med merilnima postajama v času nizkih vodostajev namreč ni pomembnejših pritokov. S primerjavo najnižjih dnevni letnih pretokov ugotovimo, da mlinščici tudi v času ekstremno nizkih vodostajev odvezemata preko $1\text{ m}^3/\text{s}$. Primerjava krivulj trajanja obeh vodomernih postaj pa kaže na relativno visok odvzem, preko $1,5\text{ m}^3/\text{s}$ kar 360 dni v povprečnem letu. V te količine je zajeta tudi infiltracija, ki vsekakor ni zanemarljiva.



Slika 7 - Razlika povprečnih krivulj trajanja pretokov (od leta 1991 do leta 2005) med merilnima postajama Kamnik I in Vir

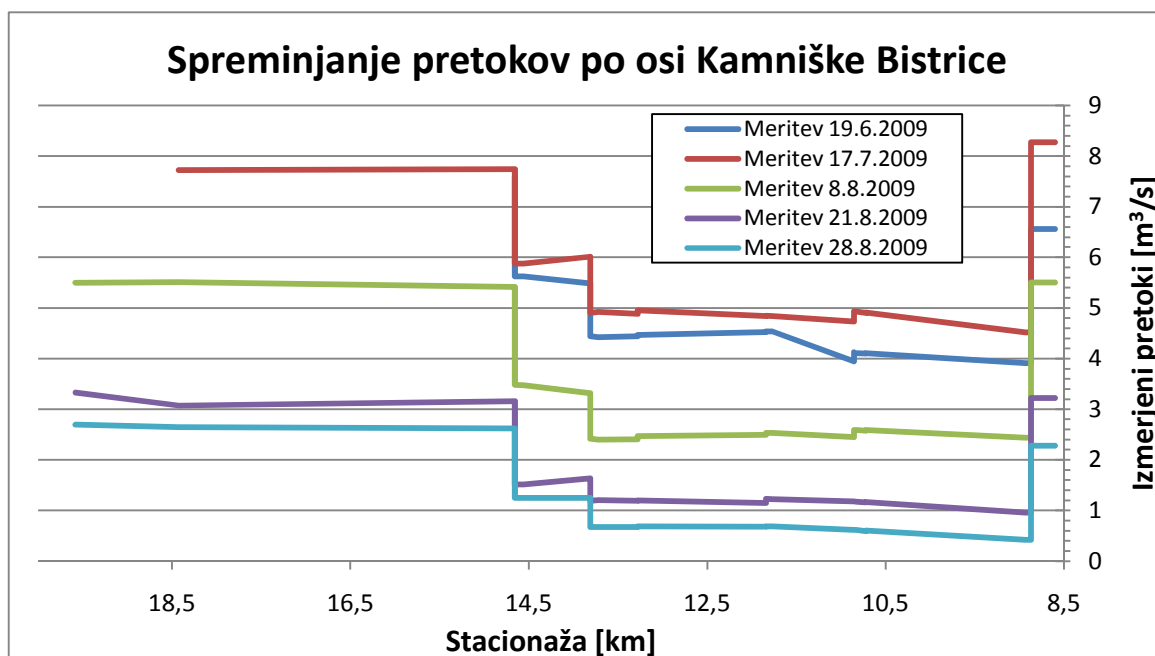
Meritve pretokov

Za bolj točno analizo nizkih pretokov oziroma vodno bilanco v strugi Kamniške Bistrice obstoječa stalna mreža merjenja pretokov ne zadostuje, zato je bilo potrebno izvesti dodatne meritve. Pretoki so bili merjeni s pomočjo Dopplerjevega profilnega merilca pretočnih hitrosti. Ker so vse meritve izvedene le v krajšem časovnem obdobju leta 2009 (junij, julij in avgust), tudi ti podatki ne prikazujejo popolne slike, vendar se vseeno lahko z rezultati teh meritev ustvari pregled dogajanja in problematike.

Izvedenih je bilo več meritev pretokov Kamniške Bistrice in mlinščic (Radomeljske in Homške) na odseku med Kamnikom in Domžalami. Meritve so bile izvedene na vseh večjih vtokih oziroma iztokih (lokalna sprememba pretoka na Sliki 9) ter na vmesnih lokacijah. Tako je bila dobljena pregledna bilanca pretokov in razlik v pretokih na posameznem odseku glavne struge in obeh mlinščic. Največja gostota meritev je bila na problematičnem odseku med jezom Volčji potok in sotočjem Kamniške Bistrice z Račo.



Slika 8 - Meritev pretokov na Homški mlinščici (levo) in meritev pretokov na Kamniški Bistrici (desno) (foto: Lunka, 6. 2009)



Slika 9 - Spreminjanje merjenih pretokov po osi struge Kamniška Bistrice

Na strugi Kamniške Bistrice je bilo izvedenih 5 nizov meritev v več zaporednih profilih. Slika 11 prikazuje spreminjanje pretokov vzdolž osi struge. Pritoki oziroma odvzemi so prikazani kot trenutne spremembe pretoka. Opaziti je stalen odvzem obeh mlinščic, in sicer ne glede na pretoke v glavni strugi. Odseki, kjer pretoki zvezno padajo, predstavljajo izgube pretoka zaradi infiltracije v podtalnico. Pri vseh meritvah je opaziti upadanje pretoka, lokalne anomalije pa so posledica manevriranja z zapornicami v času meritev. Če se osredotočimo predvsem na zadnji dve meritvi, ki sta bili izvedeni v času nizkih pretokov in sta zato bolj pomembni za to raziskavo, lahko razdelimo merjen odsek struge glede na infiltracijo na tri odseke. Na prvem odseku, od merilne postaje v Kamniku do jezua Volčji Potok, ni bilo opaziti pomembnejših sprememb pretoka. Drugi odsek je del glavne struge med jezom Volčji Potok in tovarno kartona v Količevem. Na tem delu je bilo sicer zaznati manjše izgube pretoka. Ključne izgube pa so bile izmerjene na tretjem odseku, torej od

Količevega do sotočja z Račo. Tu se v času nizkih pretokov izgublja preko 270 l/s oziroma kar 40 % pretoka. Ob zadnji meritvi je znašal pretok nad sotočjem z Račo zgolj 420 l/s.

Podobno kot na strugi Kamiške Bistrice so bili pretoki merjeni tudi na obeh mlinščicah, in sicer v štirih serijah. Na Radomeljski mlinščici je opaziti izrazit upad pretoka na prvem kilometru struge, kjer teče preko travnikov. Naprej dolvodno je infiltriranja manj. Na Homški mlinščici pa se voda enakomerno infiltrira. Na vsaki strugi se izgublja približno 200 l/s.

Meritve infiltracije

V strugi Kamniške Bistrice je bila neposredno merjena tudi infiltracija na odseku med Volčjim Potokom in sotočjem z Račo. Meritve so bile izvedene po dveh metodah.

Najprej z lesenim škatlastim okvirjem na treh prodiščih. Metoda merjenja in preračuna koeficienta filtracije je bila povzeta po metodi merjenja infiltracije z enojnim kovinskim obročem z nekaj modifikacijami. Izračunan koeficient filtracije na prvem prodišču zaradi slabih pogojev nekoliko odstopa, na dolvodih dveh prodiščih pa je precej podoben in znaša $1,8 * 10^{-2}$ cm/s.

Za merjenje infiltracije v strugi je bil uporabljen mini disk infiltrometer. Ta metoda je sicer zelo pristranska, saj je rezultat odvisen od mikro lokacije postavitve infiltrometra. Z večjim številom meritev lahko dobimo natančnejšo vrednost koeficienta filtracije. Meritve so bile izvedene na devetih lokacijah vzdolž struge na odseku med Volčjim Potokom in Domžalami. Zanimiva je večja infiltracija pri sedmi meritvi. Ta je bila izmerjena v bližini tovarne kartona v Količevem, torej na lokaciji, kjer so 28. septembra 2008 poniknile še zadnje količine vode. Toda obstaja verjetnost, da je povečana izmerjena infiltracija zgolj posledica lokalnih razmer na mestu merjenja. Povprečni koeficient filtracije vseh devet meritev je zelo blizu tistemu, izmerjenemu z lesenim škatlastim okvirom.



Slika 10 - Polnjenje zakopanega škatlastega okvirja (levo) in meritev infiltracije (desno)
(foto: Lunka, 1. 8. 2009)

Ugotovitve

Na podlagi izvedenih meritev lahko sklepamo na naslednje ugotovitve:

- Na odseku glavne struge Kamniške Bistrice med Kamnikom in jezom Volčji Potok ni bilo zaznati omembe vrednih sprememb v pretoku.
- Radomeljska mlinščica ob visokih in srednjih vodostajih Kamniške Bistrice odvzema konstantno le nekaj manj kot $2 \text{ m}^3/\text{s}$, s čimer so kršena določila v koncesijski pogodbi, kjer je omejen maksimalni odvzem na $1,8 \text{ m}^3/\text{s}$.
- V nizkih in zelo nizkih vodostajih Kamniške Bistrice se odvzem za Radomeljsko mlinščico bistveno ne zmanjša, kar pomeni, da v nizkih vodostajih odvzem presega količine preostale vode v glavni strugi.
- Zapornica za odvzem vode za Homško mlinščico se ob nizkih vodostajih pripira, a ne striktno po količinah vode v glavni strugi. Pretok tudi ob povišanih vodostajih ne presega določil o maksimalnem odvzemu ($1,3 \text{ m}^3/\text{s}$).
- Ob nizkih vodostajih obe mlinščici skupaj odvzemata tudi do 80 odstotkov ($2 \text{ m}^3/\text{s}$) vode iz struge Kamniške Bistrice.
- Na odseku Kamniške Bistrice med jezom Volčji Potok in tovarno kartona v Količevem je bilo pri posameznih meritvah opaziti upad pretoka, ki pa je bil ob nizkih pretokih zanemarljiv.
- Ključne izgube v strugi Kamniške Bistrice so bile ob nizkih pretokih zabeležene na odseku med tovarno kartona v Količevem in pritokom Rače pri Domžalah. Na tem odseku se je izgubljalo preko 270 l/s oziroma več kot 40 odstotkov dotekajočega pritoka.
- Ob zadnji meritvi je pretok Kamniške Bistrice nad sotočjem z Račo znašal le 420 l/s oziroma manj kot 16 odstotkov tistega, ki je bil izmerjen v Kamniku.
- Iztekanje vode v podtalnico je prisotno tudi na obeh mlinščicah, in sicer se v sušnem obdobju v povprečju izgublja med 2 in 3 odstotke pretoka na vsakem kilometru struge oziroma približno 35 l/s na Radomeljski mlinščici in približno 20 l/s na vzdolžni kilometer struge na Homški mlinščici.

Meritve infiltracije v strugi Kamniške Bistrice so pokazale rahlo zmanjšanje infiltriranja na območju Homca in Radomelj, toda razlika ni bistvena, zato lahko sklepamo, da vzrok v povečanem pronicanju vode v podtalnico na odseku med tovarno kartona v Količevem in pritokom Rače ni zgolj v sestavi tal.

Obstajata vsaj dva vzroka za povečano infiltracijo na tem območju. V času nizkih vodostajev je dno struge v večini zamuljeno in manj propustno, zato je velika verjetnost, da se voda pospešeno infiltrira v podtalje na območju podslapij stopenjskih pragov, kjer se mulj ne useda. Posledično k povečanju infiltracije prispeva tudi vsak preboj krovne plasti (čiščenje nanosov), ki pa ponavadi obsega le krajši odsek struge in zato ni ključnega pomena.

Drugi verjetni vzrok pa je tudi regulirana, ravna in zelo široka struga. Voda je tudi v času nizkih pretokov razporejena preko celotnega profila in ima tako veliko površino infiltriranja.

Predlagane rešitve

Za zagotavljanje ekološko sprejemljivega pretoka na celotni strugi Kamniške Bistrice med Kamnikom in Domžalami je potrebno uvesti ukrepe, s katerimi se bo omejevalo prevelik odvzem vode za obe mlinščici. Potrebno je upoštevati tudi minimalno 270 l/s izgub na območju dolvodno obeh zajemov. Uradno je potrebno določiti upravljavca zapornic, ki z njimi upravljal v skladu z določili. Opravljati je potrebno stalni nadzor nad odvzemi obeh mlinščic v času nižjih vodostajev in fizično preprečiti odpiranje zapornic. V primeru kršenja določil je potrebno ustrezno kazensko ukrepati. Smiselno bi bilo postaviti sistem za obveščanje o ekstremno nizkih pretokih Kamniške Bistrice na delu tik nad sotočjem z Račo. V tem primeru bi lahko preprečili dogodke popolne presušitve struge z zapiranjem zapornic na obeh odvzemih. Z manjšimi gradbenimi posegi je možno tudi fizično preprečiti prevelik odvzem vode v času ekstremno nizkih vodostajev, a je vprašljiva racionalnost takega posega. Potrebno je upoštevati tudi ohranitev vodnega biotopa, ki se je ustvaril v mlinščicah skozi stoletja, zato je nujno določiti tudi ekološko sprejemljiv pretok na mlinščicah. Prioritetno ostaja zagotavljanje ekološko sprejemljivega pretoka na glavni naravni strugi Kamniške Bistrice, pretoka v mlinščicah pa je potrebno temu podrediti. V primeru potrebe po izsušitvi ene ali obeh mlinščic je potrebno izvesti izlov rib in drugega življa, če je to mogoče.

Za določitev natančnejših izgub in odvzetih količin iz struge Kamniške Bistrice je že postavljena mreža stalnega spremljanja pretokov, ki bo delovala v daljšem časovnem obdobju. Pretoke se spremlja tako na glavni strugi kot na obeh mlinščicah. Z meritvami se bo pridobil popoln pregled odvzetih količin v posameznem obdobju in različnih vodostajih. Prav tako bo možno ustvariti natančnejšo sliko o izgubah vode na posameznem odseku struge.

Literatura

Bogataj, J. (2009) Problematika nizkih pretokov Kamniške Bistrice med Kamnikom in Domžalami (The Issue of Low Flows of the Kamniška Bistrica River Between Kamnik and Domžale). Unpublished Graduation Thesis, Univerza v Ljubljani, FGG, 123 p. (in Slovenian).