

RAZGLEDI

ZGODOVINA IN REKONSTRUKCIJA MERITEV VODOSTAJEV NA PLANINSKEM POLJU

AVTORJI

Mateja Jelovčan

Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geologijo, Aškerčeva cesta 12, SI – 1000 Ljubljana, Slovenija
mateja.jelovcan@ntf.uni-lj.si

dr. Tanja Žigon

Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta, Oddelek za prevajalstvo, Aškerčeva cesta 2, SI – 1000 Ljubljana, Slovenija
tanja.zigon@ff.uni-lj.si, <https://orcid.org/0000-0002-3442-5790>

dr. Mihael Brenčič

Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geologijo, Aškerčeva cesta 12, SI – 1000 Ljubljana, Slovenija in Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, SI – 1000 Ljubljana, Slovenija
mihael.brencic@ntf.uni-lj.si, <https://orcid.org/0000-0002-3035-6417>

DOI: 10.3986/GV93103

UDK: 556.16.044(497.4Planinsko polje)18/20"

COBISS: 1.01

IZVLEČEK

Zgodovina in rekonstrukcija meritev vodostajev na Planinskem polju

Planinsko polje je eno bolj prepoznavnih in preučevanih kraških polj v Sloveniji. Čeprav so poplave na kraških poljih pogost pojav, so dolgi nizi podatkov in značilnosti, predvsem večjih, ekstremnih poplav, zelo redko dokumentirani. V prispevku je predstavljeno iskanje, preučevanje, zbiranje in rekonstruiranje arhivskih podatkov o vodostajih na vodomerni postaji Hasberg na Planinskem polju. Obstoječi niz podatkov, dostopen v Arhivu površinskih voda Agencije Republike Slovenije za okolje, smo dopolnili s podatki, pridobljenimi v Arhivu Republike Slovenije in v Osrednji humanistični knjižnici na Oddelku za geografijo Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani. Po pregledu vseh dostopnih virov podatkov, smo rekonstruirali 178 let dolg niz podatkov, ki se začne leta 1841 in konča leta 2018.

KLJUČNE BESEDE

hidrologija, kras, kraško polje, vodostaji, poplave, arhivski viri, vodomerna postaja Hasberg, Planinsko polje

ABSTRACT***History and reconstruction of water level measurements on the Planinsko polje***

The Planinsko polje is one of the most recognizable and studied karst poljes in Slovenia. Although flooding in karst poljes is a common occurrence, long time series and characteristics, especially of major and extreme floods, are very rarely documented. The article presents the search for and the study, collection and reconstruction of archival data on water levels at the Hasberg gauging station on the Planinsko polje. The existing data set available in the Surface Water Archive of the Slovenian Environment Agency was supplemented with data obtained in the Archives of the Republic of Slovenia and in the Central Humanities Library at the Department of Geography, Faculty of Arts, University of Ljubljana. After reviewing all accessible sources of data, we reconstructed a 178-year-long data set that begins in 1841 and ends in 2018.

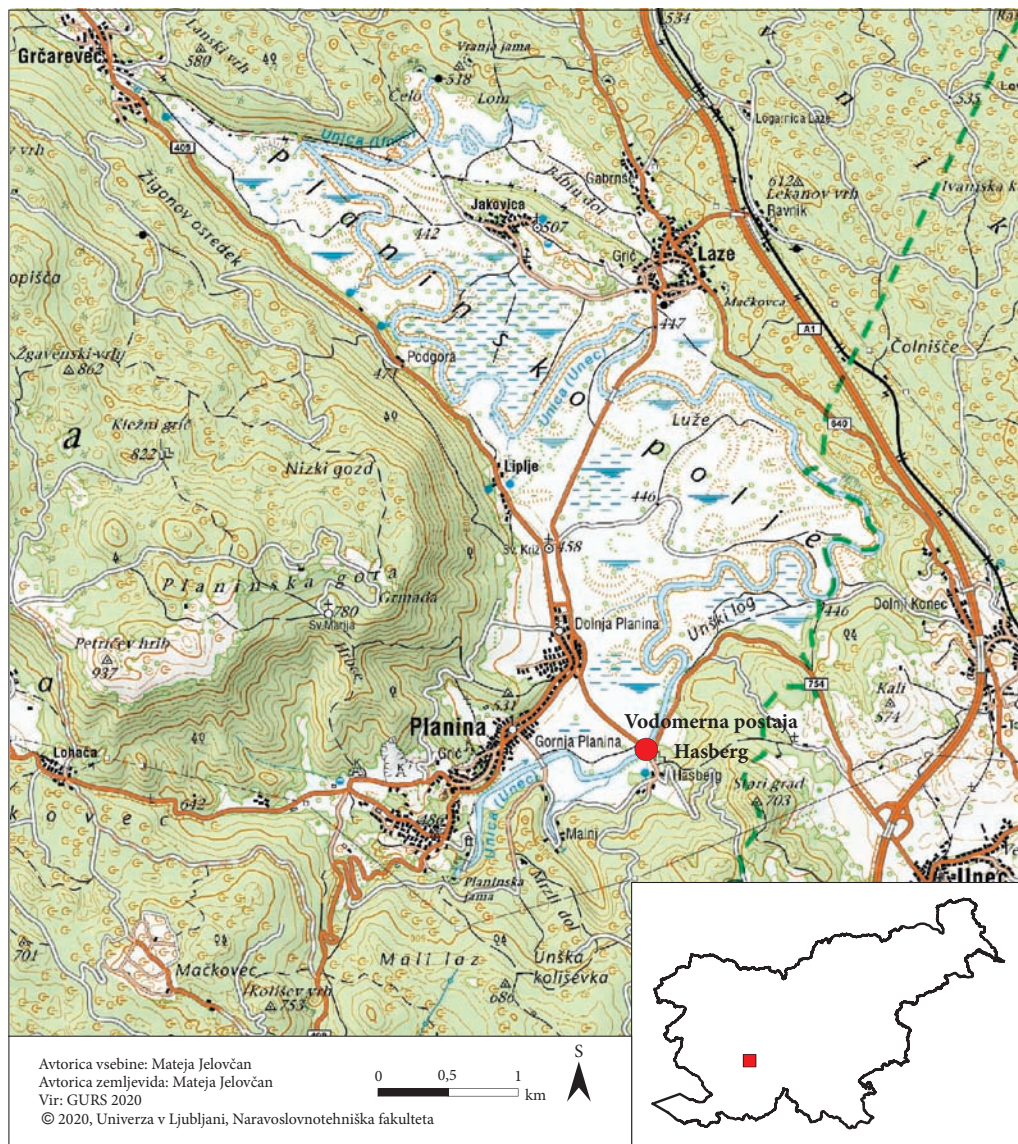
KEY WORDS

hydrology, karst, karstic polje, water levels, floods, archival sources, gauging station Hasberg, Planinsko polje

Uredništvo je prispevek prejelo 28. junija 2021.

1 Uvod

Planinsko polje (slika 1) je eno izmed kraških polj klasičnega krasa v Sloveniji, ki je del Dinarskega krasa (Stepišnik in sod. 2012). Zanj je značilno razmeroma ravno, pogosto poplavljeno dno (slika 2). S preučevanjem Planinskega polja so se ukvarjali številni raziskovalci. Novejše preglede dosedanjih raziskav podaja več avtorjev (Kovačič in Ravbar 2010; Stepišnik in sod. 2012; Blatnik in sod. 2017; Brenčič, Jelovčan in Vidmar 2018; Ravbar in sod. 2018). Prve do zdaj znane opise poplav na Planinskem polju je v 18. stoletju pripravil Franz Anton Steinberg (1684–1765) v delu *Gründliche Nachricht von dem in*



Slika 1: Planinsko polje.

dem Inner-Crain gelegenen Czirkknitzer See (Temeljito poročilo o na Notranjskem ležečem Cerkniskem jezeru, 1761). V 19. stoletju sta poplave opisovala češko-avstrijski speleolog Adolf Schmidl (1802–1863) v delu *Zur Höhlenkunde des Karstes* (O kraških podzemeljskih jamah, 1854) in avstrijski speleolog Franz Kraus (1834–1897) v delu *Höhlenkunde: Wege und Zweck der Erforschung unterirdischer Räume* (Jamarstvo: načini in namen raziskovanja podzemlja, 1894). Oba avtorja sta se naslanjala na zapiske planinskega župnika Antona Urbasa (1822–1899), ki se je ukvarjal tudi z jamarstvom. Obsežne raziskave širšega območja Planinskega polja je v drugi polovici 19. stoletja opravil naturalizirani češki krasoslovec Viljem Putick (1856–1929). Pri svojih analizah poplav se je naslanjal na zapiske planinskega župana Franca Kovšce (Žigon in Rančov 1997; Mihevc 2014). Podrobnejšo analizo poplav od 19. stoletja dalje je podal Gams (1979; 1980), ki se je v svoji analizi naslanjal na Puticka, *Krajevni leksikon Dravske banovine* in pripovedovanja domačinov. Največjo poplavo na Planinskem polju v letih 1851–1852 opisuje Janez Kebe (1996) v knjigi *Loška dolina z Babnim Poljem*, v kateri navaja zapiske planinskega kaplana Janeza Brenceta (1818–1870). Ne glede na obsežno starejšo literaturo o poplavah na Planinskem polju ostaja odprtih še veliko vprašanj. Do zdaj objavljeni starejši podatki so predvsem kvalitativne narave ter ne omogočajo natančnejših kvantitativnih in modelnih analiz.

Četudi so poplave na kraških poljih pogoste, so dolgi nizi podatkov o vodostajih na njih prava redkost. Tako kot drugi dolgi nizi hidroloških podatkov, so tudi daljši nizi podatkov o pojavljanju poplav na kraških poljih izredno pomembni. Če so nizi podatkov, ki so z meritvami začeli nastajati po drugi svetovni vojni, v Evropi dokaj pogosti, pa so zvezni nizi podatkov, ki bi bili daljši od 70 let izredno redki. Prava redkost pa so nizi hidroloških podatkov, ki presegajo trajanje več kot 150 let. Z dolgimi podatkovnimi nizi hidroloških podatkov lažje ocenjujemo dolgoročne trende in spremembe v vodnem krogu. Omogočajo nam vpogled tako v časovno odvisno dinamiko porazdelitve vode znotraj kraškega vodnosnika kot tudi analizo vplivov sprememb podnebja na vodni krog v krasu. Poleg tega so takšni podatki izredno pomembni za določitev obsega vodnega prostora in posledično za prilagoditev načrtovanja rabe prostora obsegu poplav.



Slika 2: Pogled s Planinske gore na jugovzhodni del Planinskega polja.

Iz literature je znano (Trontelj 2000), da so z meritvami poplavnih gladin na Planinskem polju začeli že sredi 19. stoletja, zato smo si zadali nalogo, da s pomočjo podrobnega pregleda dostopnih arhivskih virov obnovimo in rekonstruiramo čim daljši niz kvantitativnih opazovanj na tem območju. Namen prispevka je prikazati iskanje, preučevanje, zbiranje, obnovo in rekonstrukcijo 178 let dolgega niza dnevnikih podatkov (od leta 1841 do leta 2018) o vodostajih na Planinskem polju, ki so bili merjeni na vodomerni postaji Hasberg na reki Unici. Prispevek vključuje opis vodomerne postaje Hasberg, opis rekonstrukcije niza podatkov in zgodovine meritev vodostajev, primere prevodov poročil in preglednic z najstarejšimi podatki o vodostajih ter pregled rekonstruiranega niza podatkov.

2 Vodomerna postaja Hasberg

V preteklosti je na Planinskem polju in zlasti na reki Unici delovalo več vodomernih postaj. Danes je najpomembnejša in najdlje delujoča vodomerna postaja Hasberg. Pravičen zapis imena vodomerne postaje bi bil Haasberg (po istoimenskem gradu in hribu, ki se vzpenja nad njim), ker pa se v zapisih Agencije Republike Slovenije za okolje (v nadaljevanju ARSO), kot tudi v številnih starejših zapisih, ime vodomerne postaje vedno pojavlja zapisano kot Hasberg, torej le z enim »a«, je v primerih, ko se ime nanaša zgolj na vodomerno postajo, takšen zapis ohranjen tudi v prispevku.

Vodomerna postaja leži na južnem obrobju Planinskega polja, ob vznožju Starega gradu. Locirana je na desnem bregu reke Unice, v bližini razvalin gradu Haasberg, neposredno vzvodno ob »Grajskem mostu«. Pozicija vodomerne postaje je označena na sliki 1. Ničelna točka vodomerne postaje, to je točke,



TOMAŽ LAUKO

Slika 3: Pogled na grad Haasberg (Franz Kurz zum Thurn u. Goldenstein; hrani Narodni muzej Slovenije).

na katero so vezani vsi odčitki vodostajev, je 444,98 m. Lokacijo postaje določajo Gauss-Krügerjeve koordinate: GKX = 76294 m in GKY = 443185 m, kar ustreza geografskim koordinatam $Lat = 45,8285$ in $Lon = 14,2640$ (Knez in sod. 2016). Meritve vodostajev na vodomerni postaji Hasberg so bile tako v preteklosti kot tudi še danes vezane na opisano lokacijo. Sprva so se meritve izvajale ročno na vodomerni lati, ki je bila pritrjena na enega od lokov mostu. Iz arhivskih podatkov ni mogoče vedno natančno določiti položaja vodomerne late, vendar so bile razlike med položaji late majhne in so se v legi glede na današnjo razlikovale le za nekaj metrov (slika 3). Kdaj so se začele meritve izvajati z mehanskimi limnigrafi, na podlagi dostopnih podatkov ni mogoče natančno rekonstruirati.

Danes je vodomerna postaja Hasberg samodejna vodomerna postaja (slika 4) opremljena s tlačnimi senzori in je preko brezžične povezave povezana s centralno bazo podatkov v Ljubljani. Sestavni del vodomerne postaje je tudi merski profil, ki je na desni strani utrjen s kamnitim zidom in stopnicami, vzdolž katerih je postavljen vodomerna lata. Poleg najnižje vodomerne late sta višje postavljeni še dve lati, ki sta namenjeni opazovanju višjih poplavnih vodostajev (slika 5). Z vodomerno postajo Hasberg upravlja Agencija Republike Slovenije za okolje, ki izvaja tudi redne meritve pretokov za določitev pretodne krivulje.

Po do zdaj znanih podatkih je vzdolž reke Unice v preteklosti delovalo šest vodomernih postaj; poleg postaje Hasberg še postaji pod Planinsko jamo, postaja na mostu v Malne, mostu v Laze in Pod stenami. Od naštetih vodomernih postaj na Unici je vodomerna postaja Hasberg edina, ki še deluje ter ima tudi najdaljši niz podatkov o vodostajih in pretokih na širšem območju. Poleg postaje Hasberg na Unici danes deluje še postaja Malni na Malenščici, katere niz se v digitalnem Arhivu hidroloških podatkov začne leta 1961 in je bil v času priprave članka dostopen do konca leta 2018 (ARSO 2020).



MATEJA JELOVČAN



MATEJA JELOVČAN

Slika 4: Vodomerne postaje Hasberg leta 2020.

Slika 5: Vodomerne late v bližini vodomerne postaje Hasberg, stanje leta 2020.

3 Metode dela

Raziskava se je sprva osredotočila na iskanje in pregledovanje arhivskih virov. Arhivske podatke o vodostajih na vodomerni postaji Hasberg smo zbrali v Arhivu Republike Slovenije, v Osrednji humanistični knjižnici na Oddelku za geografijo Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani in v Arhivu površinskih voda ARSO. Podatke smo iskali tudi preko osebne komunikacije in pisne korespondence s številnimi potencialnimi informatorji, strokovnjaki različnih strok (hidrologi, hidrotehniki, zgodovinarji, arhivarji), ki so nas pri delu usmerjali in nam svetovali, ter v drugih arhivih v Sloveniji in v Avstriji. Zbranim arhivskim virom v tiskani ali kopirani rokopisni obliki je sledila digitalizacija.

Za leti 1841 in 1843 so na voljo hidrogrami, iz katerih smo pridobili dnevne podatke o vodostajih. Vsak hidrogram smo uvozili v *AutoCAD* ter digitalizirali skalo višin vodostajev in narisano krivuljo. Točke, ki so bile ustvarjene z digitalizacijo skale in krivulje, smo nato s pomočjo programa *CadTools* izvozili v *Microsoft Office Excel*. Sledila je pretvorba digitalizirane skale v merskih enotah čevlji in palci v metre, na koncu pa še preračun vodostajev s pomočjo funkcij *INDEX* in *MATCH*. Ti funkciji sta omogočili povezavo točk iz digitalizirane krivulje vodostajev z vrednostmi na skali.

Vsi ostali številski podatki o vodostajih iz arhivskih tabel so bili prav tako prepisani v program *Microsoft Office Excel*. Originalni zapisi najstarejših podatkov so bili zapisani v čevljih (*Fuß* ali *Schuh*) ['] in palcih (Zoll) ["], zato smo jih pretvorili v SI sistem. Pri preračunavanju smo upoštevali naslednji povezavi: dunajski palec = 0,02634 m (Medmrežje 1) in dunajski čevelj = 0,31608 m (Medmrežje 2).

Za obdobje od leta 1929 do maja 1933 so v Arhivu površinskih voda ARSO na voljo samo podatki o pretokih, zato lahko s pomočjo pretočne krivulje in ustreznih izračunov preračunamo vodostaje. Preračunavanje vodostajev iz pretokov smo izvedli dvakrat. Najprej smo na podlagi poplavnega vodostaja 222 cm, ki ga navaja Gams (1979), iz pretokov izračunali vrednosti vodostajev in nato na podlagi vseh podatkov o vodostajih za obdobje 1884–2018 narisali kumulativno krivuljo po postopku, ki je opisan v nadaljevanju. Ta je pokazala, da se poplave začnejo pri nekoliko višjem vodostaju, kot navaja Gams (1979), to je pri 235 cm (Jelovčan in Brenčič v pripravi), zato smo izračun manjkajočih vodostajev ponovili.

Izračun vodostajev iz pretokov ter pretočnih krivulj smo povzeli po Boiten (2008); razviden je iz enačb od (1) do (7) in temelji na potenčni enačbi (1): $Q = a(h_w - h_0)^b$, kjer so: Q = pretok (m^3/s), a , b = empirična parametra (l), h_w = izmerjen vodostaj (m) in h_0 = vodostaj pri $Q = 0$ (m). Podatke o vodostajih in pretokih za leta 1926, 1927 in 1928 filtriramo tako, da ločimo vodostaje, ki so nižji od 222 cm (oziroma od 235 cm), od vodostajev, ki so višji ali enaki 222 cm (oziroma 235 cm). Nato obdelamo vsako skupino podatkov posebej, po spodaj opisanem postopku. Na koncu dobimo dve enačbi h_w (eno za vodostaje, nižje od 222 cm (oziroma 235 cm) in eno za vodostaje, višje ali enake 222 cm (oziroma 235 cm)), po katerih s pomočjo podanih pretokov izračunamo manjkajoče vodostaje.

V nadaljevanju narišemo graf vodostaj (h) v odvisnosti od pretoka (Q). Skozi narisane podatke s pomočjo nelinearnih regresijskih izračunov potegnemo krivuljo, ki se najbolj ujema s podatki. Podatki, ki odstopajo od te krivulje, se odstranijo. Nato iz krivulje izberemo dve vrednosti pretoka (Q_1 in Q_3) tako, da velja zveza (2): $Q_2^2 = Q_1 Q_3$. Za izbrane vrednosti Q določimo še odgovarjajoče vrednosti vodostajev (h_1 , h_2 in h_3). S pomočjo teh vrednosti nato izračunamo h_0 (h_0 = vodostaj pri $Q = 0$) po enačbi (3): $h_0 = \frac{h_1 h_3 - h_2^2}{h_1 + h_3 - 2h_2}$. Sledi izračun vrednosti $h_w - h_0$ (h_w = izmerjen vodostaj) in izris grafa ($h_w - h_0$) v odvisnosti od Q v logaritemskem merilu. Narisane točke na grafu ležijo na premici. Enačbo (1) logaritmično transformiramo in dobimo enačbo (4): $\log Q = \log a + b \log (h_w - h_0)$, kjer je $y = \log Q$, $a_0 = \log a$ in $x = \log (h_w - h_0)$. Za določitev konstant a in b je potreben izračun vsot $\sum y$, $\sum x$, $\sum xy$ in $\sum x^2$ ter sistema enačb (5):

$$\sum y = a_0 N + b \sum x$$

$$\sum xy = a_0 \sum x + b \sum x^2$$

Tako dobimo enačbo (6): $Q = a(h_w - h_0)^b$ za izračun pretoka Q , iz katere nato izrazimo h_w in dobimo enačbo (7): $h_w = \left[\frac{Q}{a}\right]^{\frac{1}{b}} + h_0$, kjer so: Q = pretok (m^3/s), a , b = parametra krivulje ($/$), h_w = izračunani vodostaj (m), h_0 = vodostaj pri $Q = 0$ (m) ter izračunamo manjkajoče vodostaje med letoma 1929 in 1933. Ugotoviti moramo še pretok, ki se pojavi pri vodostaju 222 cm, za prvi izračun in 235 cm za drugi, ponovljeni izračun. Za prvi izračun je ta pretok $68 \text{ m}^3/\text{s}$, za drugi pa $70,6 \text{ m}^3/\text{s}$.

Sledil je pregled celotnega niza podatkov za obdobje 1841–2018 tako, da smo celoten niz podali na grafu. S pomočjo tega smo v nadaljevanju iskali morebitne nepravilnosti v podatkih. Na podlagi pregleda niza podatkov smo ugotovili, da višine najstarejših podatkov odstopajo od ostalega niza podatkov. Izkazalo se je, da najstarejši podatki o vodostajih ležijo prenizko. Da bi lahko izvedli rekonstrukcijo najstarejših podatkov o vodostajih, smo v slovenščino prevedli poročila, ki se nahajajo poleg preglednic z najstarejšimi podatki o vodostajih, ter GPS meritve višin nekaterih točk na in ob robu polja. GNSS meritve so potekale tako, da je bazna postaja dvofrekvenčnega sprejemnika *Sokkia GRX2* stala na poligonski točki z Gauss-Krügerjevimi koordinatami: GKX = 76329,84 m in GKY = 442764,99 m, z mobilno postajo pa so se opravljale meritve izbranih točk na polju. Položaj baze je bil izračunan s postprocesiranjem v statičnem načinu z uporabo permanentnih postaj SIGNAL Ilirska Bistrica, Idrija, Trebnje in Ljubljana. Položaj izbranih točk pa je bil določen z RTK (*real-time kinematic*) metodo s časom opazovanja od 30 do 90 sekund. Natančnost meritev v velikostnem redu 1 do 2 cm je bila določena s ponavljanjem. Pri rekonstrukciji najstarejših podatkov smo uporabili izmerjene višine štirih točk na Planinskem polju, ki so bile najbolj reprezentativne oziroma so se najbolj povezovala z opisi iz prevedenih poročil.

4 Rekonstrukcija niza podatkov

V javno dostopni digitalni bazi podatkov *Arhiv površinskih voda*, s katero upravlja ARSO, so na voljo dnevni podatki o vodostajih na vodomerni postaji Hasberg za obdobji od 1926 do 1928 in od leta 1954 dalje (ARSO 2020).

Pretežni del pregleda obsežnega arhivskega gradiva je bil opravljen v Arhivu Republike Slovenije (ARS). Podatki so ohranjeni v obliki rokopisnih ali tipkanih preglednic, v nekaterih primerih pa v obliki limnografskih diagramov. Fondi ARS, iz katerih smo črpali podatke, so naslednji:

- hidrograma za leti 1841 in 1843 ter preglednice z vsakodnevnimi podatki o vodostajih za obdobje od 1844 do 1849 so shranjeni v škatlah 232, 230 in 100 v fondu Deželne gradbene direkcije v Ljubljani s signaturo SI AS 50;
- preglednice s podatki za obdobje od 1855 do 1861, 1878, od 1884 do 1894, od 1933 do 1940 so iz škatel 204 in 205 v fondu Hidrometeorološki zavod Slovenije – Hidrologija s signaturo SI AS 1137;
- preglednice s podatki za obdobje od 1895 do 1913 so bile objavljene v publikacijah *Jahrbuch des k.k. hydrographischen Zentralbureaus; das Save-Gebiet*, ki so shranjene v škatlah 5, 6 in 7 fonda Zbirka vodnih knjig s signaturo SI AS 124;
- preglednice s podatki za obdobje od 1914 do 1919 smo pridobili iz *Vodomerskih poročil*, shranjenih v škatlah 19 in 20 fonda Zbirke vodnih knjig s signaturo SI AS 124.

Poleg arhivskih virov iz ARS smo v Osrednji humanistični knjižnici na Oddelku za geografijo Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani pregledali publikacije *Hidrološki godišnjaki Jugoslavije*, iz katerih so povzeti podatki za obdobje od leta 1941 do 1953.

Podatke smo skušali pridobiti tudi v arhivu Oddelka za hidrografijo pri avstrijskem Ministrstvu za trajnostni razvoj in turizem (*Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus*) vendar dodatnih podatkov nismo našli. V času nacionalsocializma so bili namreč mnogi dokumenti odpeljani v Berlin in se žal ne ve, kaj se je z njimi zgodilo, tj. v kateri arhiv so bili odpeljani oziroma ali so bili morda uničeni. Prav tako ni podatkov, da bi jih po vojni vrnil v Avstrijo. Vsi hidrografski letopisi od sredine devetdesetih let 19. stoletja do leta 1913, ki jih hranijo na Dunaju, so dostopni tudi v Arhivu Republike

Slovenije. Za obdobje po koncu prve svetovne vojne, torej od 1919 do 1925 pa v avstrijskih arhivih ni več podatkov za merilno mesto v Planini, saj le-to ni več sodilo v avstrijski državni okvir.

Celoten dosednji niz podatkov, ki je obsegal obdobje od 1926 do 1928 ter obdobje od 1954 do 2018, smo podaljšali. V dosednji bazi podatkov je bilo na voljo 24.837 podatkov o dnevni meritvah vodostajev na vodomerni postaji Hasberg, v prvem obdobju 1096 in v drugem 23.741. Od leta 1926 do 2018 je bil delež dni s podatki 73 %.

Prvi podatek v novem rekonstruiranem nizu podatkov ima datum 1. januar 1841 in je -13 cm. To je po nam znanih virih do sedaj prvi in najstarejši natančen mersko podprt hidrološki podatek z območja današnje Slovenije. Novi rekonstruirani obdobji, za katere predhodno ni bilo na voljo kvantitativnih – merskih podatkov, sta dve. Prvo obdobje je od 1841 do 1925 in drugo obdobje je od 1929 do 1953. Na novo smo rekonstruirali 25.739 podatkov, v prvem obdobju 16.608 in v drugem 9131 podatkov.

Večina arhivskih podatkov v novem rekonstruiranem nizu so bile številčne vrednosti (90,9 %), podatki za leti 1841 in 1843 so bili pridobljeni iz hidrogramov (2,8 %), podatki od leta 1929 do maja 1933 pa so bili preračunani iz pretokov (6,3 %).

Na podlagi izvedene rekonstrukcije je v celotnem nizu vodostajev, torej od 1841 do 2018, 50.576 podatkov. Število pridobljenih podatkov se je v primerjavi s predhodnimi povečalo za 103,6 %. Rekonstrukcija in dopolnitev niza je podaljšala dosednji niz podatkov iz 68 let na 178 let, torej za 110 let. Čeprav se v rekonstruiranem nizu podatkov pojavijo tri daljša obdobja: 1849–1855, 1862–1883 in 1919–1925 ter več krajših nekajdnevni ali nekajmesečni obdobji z manjkajočimi podatki, se je delež pokritosti celotnega 178-letnega obdobja povečal in je 78 %.

4.1 Zgodovina meritev

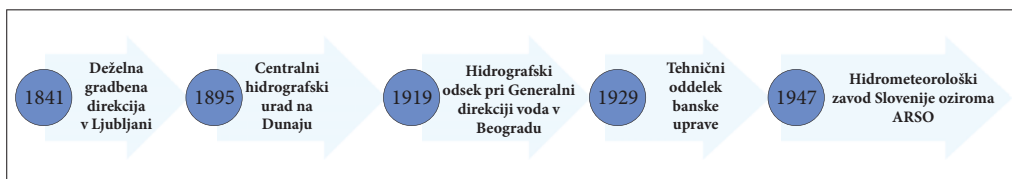
V času Habsburške monarhije, na prehodu iz 18. v 19. stoletje, so se na območju današnje Slovenije prve hidrološke meritve začele kot občasna opazovanja površinskih vod. O tem pričajo arhivski zapisi, zlasti z območij, ki so bila ekonomsko pomembnejša (na primer rudnik živega srebra Idrija), ali pa območij, ki so pritegovala pozornost naravoslovnih popotnikov (na primer Cerkniško jezero). Ta opazovanja so ohranjena opisno in le v obliki posameznih podatkov, pričajo pa predvsem o ekstremnih ali katastrofalnih visokih vodah (Gruber 1781; Hacquet 1778–1789). Vendar pa informacije, ki jih najdemo v teh delih, s stališča hidrologije še niso bile preučene. Zaradi intenzivnejšega industrijskega in urbanističnega razvoja se je v prvi polovici 19. stoletja vedno bolj kazala potreba po razpolaganju s sistematičnimi in kvantitativnimi podatki o vodotokih. Med takšne posege v prostor gotovo sodi gradnja južne železnice med Dunajem in Trstom, ki je potekala preko klasičnega krasa, ter vedno večje potrebe po regulacijah, melioracijah večjih vodnih zemljišč in po izkoriščanju vodnih virov ter drugih hidrotehničnih delih. Tako je bil le še korak do začetka organizacije sistematizirane vodomerne službe. Že leta 1850 je na nekdanjem Kranjskem in Spodnjem Štajerskem začelo delovati prvih deset stalnih vodomernih postaj, med katerimi je bila tudi vodomerna postaja Hasberg na reki Unici v Planini. Poleg nje so med starejšimi še vodomerne postaje Vrhnika na reki Ljubljanici, Litija na reki Savi, Št. Peter na reki Savinji, postaje Maribor in Ptuj na reki Dravi, Slovenj Gradec na reki Mislinji ter Gornja Radgona na reki Muri (Trontelj 2000). Za našete vodomerne postaje, po nam znanih podatkih, rekonstrukcije starejših nizov podatkov še niso bile opravljene.

Prav za vodomerno postajo Hasberg so ohranjeni še starejši zapisi meritev vodostajev, začenši z letom 1841. Zapisi teh meritev so ohranjeni v različnih oblikah. Najstarejši podatki iz let 1841 in 1843 so ohranjeni v obliki hidrogramov, ostali podatki so zapisani v preglednicah. V obdobju pred letom 1850 so vodostaje zapisovali tudi trikrat dnevno: zjutraj, opoldne in zvečer. Na podlagi ohranjenih meritev, ki zajemajo daljše časovne intervale ter beležijo vse vodostaje in ne samo posameznih podatkov v času visokih vod, lahko sklepamo, da so bile meritve na vodomerni postaji Hasberg organizirane in beležene redno že pred letom 1850. Podatke o vodostajih na vodomerni postaji Hasberg so skozi zgodovino zbirale različne službe, kot je prikazano na sliki 6.

Najprej so podatke o vodostajih v obliki mesečnih poročil pošiljali na Deželno gradbeno direkcijo v Ljubljano. Deželna gradbena direkcija je te podatke zbirala vse do leta 1894. Primesa teh zapisov sta razvidna iz slike 7, ki prikazuje podatke za oktober 1846, in slike 8, kjer so zbrani podatki za junij 1860.

Po posameznih deželah in po pripadajočih porečjih so zbirali podatke o vodostajih od leta 1895 do 1919 in jih nato posredovali na Centralni hidrografski urad na Dunaju, ki je vsako leto objavljala centralne hidrografske letopise in druge publikacije. Primer hidrografskega letopisa je prikazan na sliki 9. Na sliki 10 pa je prikazan primer objavljenih meritev za leto 1897. Podobna oblika zapisa hidrografskih podatkov se je ohranila vse do leta 2009, ko je bil v Republiki Sloveniji objavljen zadnji hidrološki letopis.

Po letu 1918, to je od razpada Avstro-Ogrske, pa do leta 1929 je vodomerno službo organiziral in izvajal Hidrografski odsek pri Generalni direkciji voda v Beogradu. Po razdelitvi Jugoslavije na banovine leta 1929 je hidrografska službo prevzelo Ministrstvo za gradnje. Obravnavano območje – Planinsko



Slika 6: Prikaz zbiranja in vodenja podatkov po različnih službah skozi obravnavano obdobje.

A handwritten table with columns for dates (1-31) and three columns of numerical data. The text is written in cursive. At the bottom, there is a signature and the name 'Planina'.

Slika 7: Primer tabele podatkov za oktober 1846 (SI AS 50, š. 230).

A printed table titled 'Wasserstand' (Water Level). It includes a header with 'Wasserstand' and 'des Tages' (of the day). The table has columns for 'Ort' (Location) and 'Uhr' (Hour). The data is organized in a grid with rows numbered 1 to 31. At the bottom, there is a signature and the name 'Planina'.

Slika 8: Primer tabele podatkov za junij 1860 (SI AS 1137, š. 204).

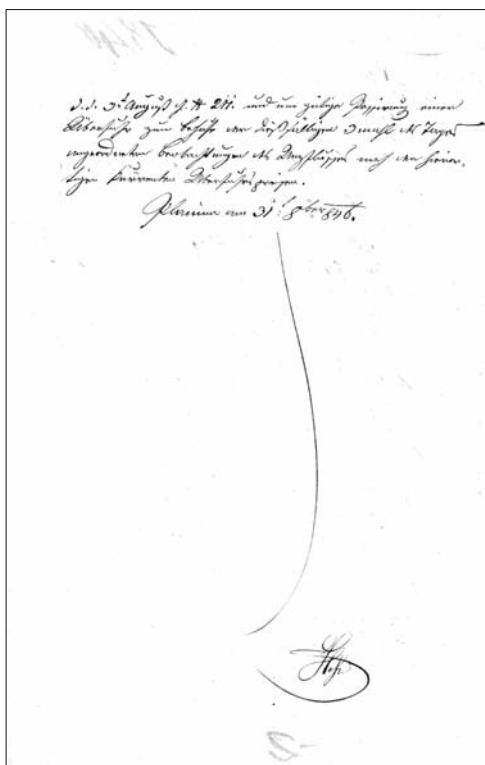
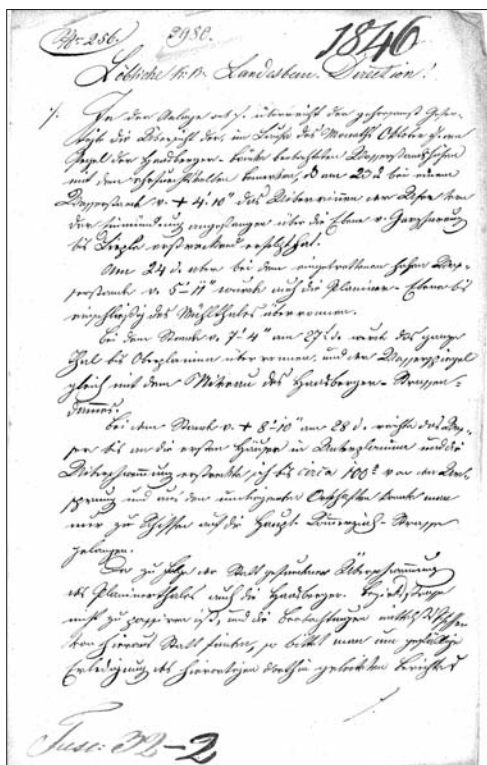
polje – je pripadalo Dravski banovini. V okviru te je za vodomerno službo skrbel Tehnični oddelek banske uprave, ki je zbiral podatke in jih pošiljal v Beograd. Najprej so meritve vodostajev vodili po listih za vsak mesec ločeno (na sliki 11 je prikazan primer poročila o meritvah za december 1938), od leta 1941 naprej pa so bili podatki urejeni, zbrani in objavljeni v *Hidroloških godišnjakih*. Z zbiranjem podatkov je leta 1947 začel tudi Hidrometeorološki zavod Slovenije, ki se je leta 2001 preoblikoval in preimenoval v Agencijo Republike Slovenije za okolje (ARSO). Slednja izvaja in skrbi za meritve še danes.

4.2 Prevodi poročil in preglednic z najstarejšimi podatki

Zlasti najstarejši podatkovni arhivski viri poleg številčnih podatkov o vodostaju vsebujejo še veliko dodatnih informacij. To so predvsem opisi stanja okolice vodomerne postaje in podatki o tem, od kje je segla poplavna voda in kdaj je bilo poplavljen celotno Planinsko polje. Vsebujejo tudi podatke o vremenu ob izrednih hidroloških dogodkih. Poleg tega nam ti podatki odslkavajo še, kako so potekale prve hidrometrične meritve in s kakšnimi težavami so se srečevali ljudje, ki so opravljali meritve. Kot takšni so pomemben vir za zgodovino hidrologije na območju današnje Slovenije in tudi v širšem prostoru, tako s stališča preučevanja razvoja hidrologije in krasoslovja, kot tudi s stališča zgodovinskih domoznanskih študij.

Zaradi velikega pomena in zgodovinske sporočilnosti podajamo faksimile nekaterih poročil (slike 12, 13 in 14), sledijo pa jim prevodi in povzetki posameznih zapisov.

Dne 31. oktobra 1846 je poročevalec iz Planine Deželni gradbeni direkciji pisal (slika 12): »Pokorno podpisani v prilogi pošiljam preglednico, v kateri je zabeležen vodostaj na haasberškem mostu v mesecu



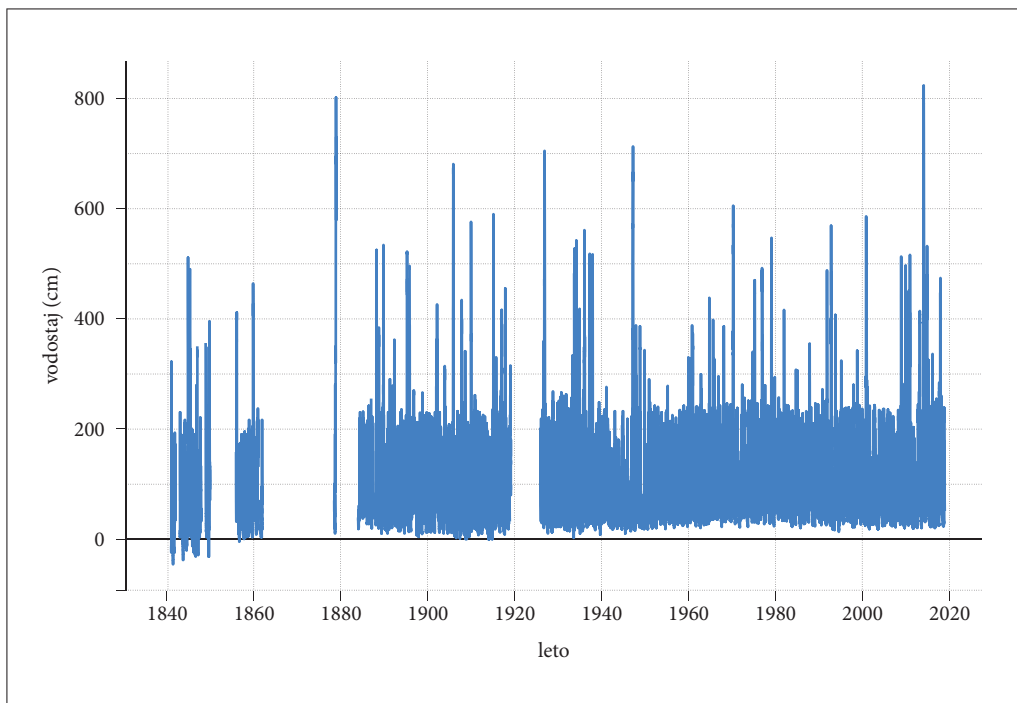
Slika 12: Poročilo za oktober 1846 (SI AS 50, šk. 230).

Preglednica 1: Podatki o točkah izmerjenih na Planinskem polju.

oznaka točke	GKX (m)	GKY (m)	nadmorska višina (m)
1	76326,49	443169,31	449,78
2	76352,42	443104,96	447,13
3	76865,85	442666,17	447,33
4	76830,13	442563,96	450,42

V letu 1844 so bili opisani trije značilni vodostaji. Za izhodišče smo vzeli navedbo: »Pri 13' 2" je bila poplavljena vsa Planinska dolina [...]«, kar bi glede na današnje poplave pomenilo koto z nadmorsko višino 450,20 m, pri kateri voda sega do stare ceste v Spodnji Planini. Na podlagi tega smo izračunali ničelno koto 446,04 m. To ničelno koto smo nato preverili z ostalima dvema podatkom: »Pri vodostaju 6' in 5" je voda prestopila bregove [...] pri 16' 2" je voda segala 2' čez pragove hiš na stari cesti v Spodnji Planini«. Iz prvega podatka dobimo koto 448,07 m, kar je preveč v primerjavi z današnjim poplavnim nivojem 447,33 m. Po drugem podatku pa dobimo koto 451,15 m. Če vemo, da je najnižji prag hiše ob stari cesti na koti 450,42 m, je bila kota vode ob zgoraj opisani poplavi 451,02 m. V tem primeru izračun potrjuje ničelno koto.

Za leto 1846 pa sta bila uporabna dva značilna vodostaja. Izhodišče za rekonstrukcijo podatkov v tem letu so predstavljale navedbe še živečih domačinov, da je bil cestni nasip čez polje do haasberskega mostu prvotno veliko nižji od današnjega. Višina cestnega nasipa naj bi bila danes višja za okoli 2 metra. S pomočjo izmerjenih višin točk na travniku pred mostom in cestišča na mostu smo ugotovili, da je cestni nasip danes visok 2,64 m. Na podlagi teh dejstev smo predpostavili, da je bil cestni nasip nekoč visok okoli 60 cm,



Slika 15: Vodostaji na vodomerni postaji Hasberg, obdobje 1841–2018.

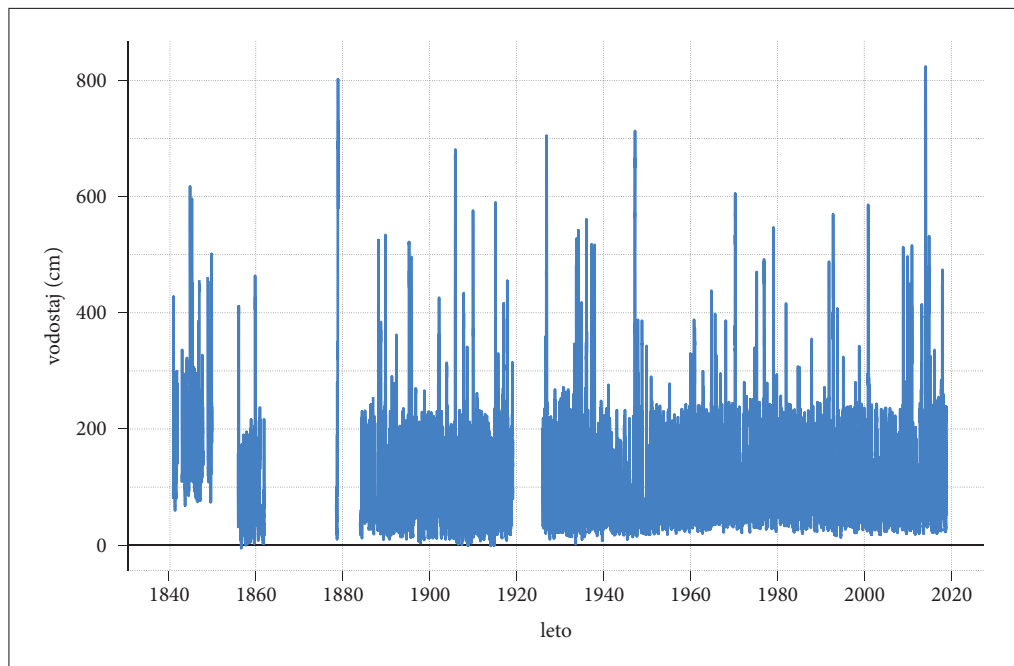
kar pomeni, da je imel koto 447,73 m. V nadaljevanju smo s pomočjo podatka za oktober 1846, da je bila »pri vodostaju 7' 4" 27. dne v mesecu poplavljen vsa dolina do Gornje Planine, gladina vode pa je segala do višine haasberškega cestnega nasipa«, izračunali, da je ničelna kota 445,31 m.

Korektnost ugotovljene ničelne kote 445,31 m je potrdil še eden od podatkov iz oktobra 1846, in sicer: »Pri vodostaju 8' 10" 28. dne v mesecu je voda že segala do prvih hiš v Spodnji Planini [...]«. Izmerjena višina polja v bližini najnižje hiše v Spodnji Planini, označena s točko 3 na sliki 16, je 447,33 m. Ta višina je nižja od kote poplave 448,10 m, kar potrjuje zgornjo navedbo iz oktobra 1846.

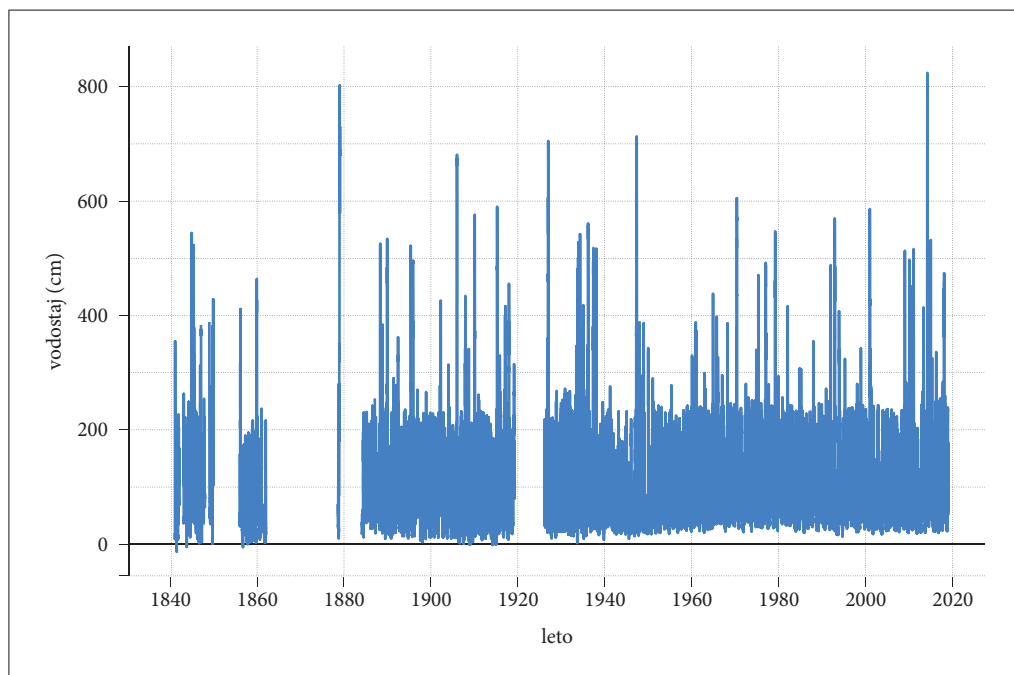
Katera ničelna kota je boljša, ponazorita grafa vodostajev na slikah 17 in 18. Primerjava obeh nizov podatkov pokaže, da se v primeru prve ničelne kote (446,04 m) najstarejši podatki vodostajev



Slika 16: Točke, uporabljene pri izračunih.



Slika 17: Rekonstruirani vodostaji vezani na ničelno koto z nadmorsko višino 446,04 m.



Slika 18: Rekonstruirani vodostaji vezani na ničelno koto z nadmorsko višino 445,31 m.

pomaknejo previsoko glede na ostale. V primeru druge ničelne kote (445,31 m) pa je celoten niz ustrezno poravnan.

Če upoštevamo višino 235 cm, pri kateri se začne poplava, je bilo v obravnavanem obdobju 2860 dni, ko je bilo Planinsko polje poplavljeno. Če 2860 dni razdelimo na leta, ugotovimo, da je bilo polje v celotnem obdobju zalito 7,8 let, kar predstavlja 4,4 % celotnega 178-letnega obdobja.

5 Sklep

V prispevku je predstavljena rekonstrukcija 178 let dolgega niza podatkov o vodostajih na vodomerni postaji Hasberg. Prvi pridobljeni podatki segajo v leto 1841, celoten niz podatkov pa se konča leta 2018. Obnovitev podatkov je obsegala pregled vseh razpoložljivih arhivskih virov in literature, z namenom dopolnitve obstoječega niza podatkov iz Arhiva površinskih voda Agencije Republike Slovenije za okolje. Najstarejši arhivski podatki, od leta 1841 do 1940, so bili v obliki preglednic in grafov pridobljeni v Arhivu Republike Slovenije iz različnih fondov. Podatki od leta 1941 do 1953 pa so bili pridobljeni iz *Hidroloških godišnjakov Jugoslavije* v Osrednji humanistični knjižnici na Oddelku za geografijo Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani.

Prve hidrološke meritve so se na območju današnje Slovenije začele v času Habsburške monarhije. Leta 1850 je začelo delovati prvih deset stalnih vodomernih postaj, med katerimi je tudi vodomerna postaja Hasberg. Skozi zgodovino so podatke o vodostajih zbirale različne službe, od Deželne gradbene direkcije v Ljubljani, Centralnega hidrografskega urada na Dunaju, Generalne direkcije voda v Beogradu do tehničnega oddelka Dravske banovine. Od leta 1947 pa podatke zbira Hidrometeorološki zavod Slovenije oziroma Agencija Republike Slovenije za okolje.

Na podlagi pregleda niza podatkov je bilo ugotovljeno, da so najbolj pogoste poplave z majhnimi poplavnimi vodostaji, vmes pa se na nekaj let pojavijo večje poplave. Tak primer je bila na primer spomladanska poplava leta 2014, kjer je na izredno visok vodostaj poleg velike količine padavin v zaledju in »kraške zajezitve« vplivalo tudi taljenje snega in žledu.

Rekonstruirani niz podatkov je s svojo dolžino edinstven v slovenskem in širšem prostoru. Predstavlja pomemben prispevek in pomoč pri raziskovanju, preučevanju in poznavanju visokih voda na kraških poljih. Prav tako nudi podlago za natančno statistično analizo podatkov, ki lahko vključuje analize trendov ter verjetnostne in frekvenčne analize, obenem pa nam omogoča vpogled v zgodovino in razvoj meritev. Razkrije nam ves vložen trud, iznajdljivost, natančnost in predanost naših prednikov, ki so, kljub številnim preprekam in tehnični nerazvitosti, za seboj pustili unikaten »biser« podatkov, ki je predstavljen v tem prispevku.

Zahvala: Avtorji se za pomoč in dovoljenje za objavo reprodukcij arhivskega gradiva zahvaljujemo Arhivu Republike Slovenije. Za pomoč pri iskanju podatkov se zahvaljujemo dr. Gabriele Müller z Oddelka za hidrografijo pri avstrijskem Ministrstvu za trajnostni razvoj in turizem. Za izvedbo GPS meritev pa se zahvaljujemo tudi prof. dr. Marku Vrabcu z Oddelka za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

6 Viri in literatura

- ARS (Arhiv Republike Slovenije), SI AS 50, šk. 100, 230, 232, Deželna gradbena direkcija v Ljubljani.
ARS, SI AS 1137, šk. 204, 205, Hidrometeorološki zavod Slovenije – Hidrologija.
ARS, SI AS 124, šk. 5, 6, 7, 19, 20, Zbirka vodnih knjig.
ARSO – Agencija Republike Slovenije za okolje, Arhiv površinskih voda. Ljubljana, 2020. Medmrežje:
http://vode.arso.gov.si/hidarhiv/pov_arhiv_tab.php (1. 10. 2020).

- Blatnik, M., Frantar, P., Kosec, D., Gabrovšek, F. 2017: Measurements of the outflow along the eastern border of Planinsko polje, Slovenia. *Acta Carsologica* 46-1. DOI: <https://doi.org/10.3986/ac.v46i1.4774>
- Boiten, W. 2008: *Hydrometry: A Comprehensive Introduction to the Measurement of Flow in Open Channels*. London.
- Brenčič, M., Jelovčan, M., Vidmar, I. 2018: 170 years long continuous record of Planinsko polje (Central Slovenia) flooding – preliminary analysis of data series. Symposium KARST 2018: Expect the Unexpected. Trebinje.
- Gams, I. 1979: Raziskovanje poplavnih območij v Sloveniji – poplave na Planinskem polju. Raziskovalna naloga, Slovenska akademija znanosti in umetnosti. Ljubljana.
- Gams, I. 1980: Poplave na Planinskem polju. *Geografski zbornik* 20.
- Gruber, T. 1781: Briefe hydrographischen und physikalischen Inhalts aus Krain. Dunaj.
- Hacquet, B. 1778–1789: *Oryctographia Carniolica: Physikalische Erdbeschreibung des Herzogthums Krain, Istrien, und zum Theil der benachbarten Länder*. Leipzig.
- Hidrološki godišnjak Jugoslavije. Savezni hidrometeorološki zavod. Beograd, 1941–1953.
- Jelovčan, M., Brenčič, M.: Analysis of flood levels on Planinsko polje. V pripravi.
- Kebe, J. 1996: Loška dolina z Babnim Poljem: zgodovina župnij Stari trg pri Ložu in Babno Polje. Ljubljana.
- Knez, J., Groselj, D., Trček, R., Kobold, M. 2016: Program hidrološkega monitoringa površinskih voda za obdobje 2016–2020. Agencija Republike Slovenije za okolje. Ljubljana.
- Kovačič, G., Ravbar, N. 2010: Extreme hydrological events in karst areas of Slovenia, the case of the Unica River basin. *Geodinamica Acta* 23, 1-3. DOI: <https://doi.org/10.3166/ga.23.89-100>
- Kraus, F. 1894: *Höhlenkunde: Wege und Zweck der Erforschung unterirdischer Räume*. Dunaj.
- Mihevč, A. 2014: Kratka razlaga poplav in mnenje o smiselnosti čiščenja plavja med poplavo na Planinskem polju. Medmrežje: http://zgs.zrc-sazu.si/Portals/8/hidrogeografija/Planinsko_polje_mnenje_khg.pdf (9. 7. 2021).
- Medmrežje 1: <https://sl.wikipedia.org/wiki/Palec> (13. 10. 2020).
- Medmrežje 2: [https://sl.wikipedia.org/wiki/%C4%8Clevelj_\(dol%C5%BEinska_mera\)](https://sl.wikipedia.org/wiki/%C4%8Clevelj_(dol%C5%BEinska_mera)) (13. 10. 2020).
- Ravbar, N., Petrič, M., Kogovšek, B., Blatnik, M., Mayaud, C. 2018: High waters study of a classical karst polje – an example of the Planinsko polje, SW Slovenia. Symposium KARST 2018: Expect the Unexpected. Trebinje.
- Schmidl, A. 1854: *Zur Höhlenkunde des Karstes*. Dunaj.
- Steinberg, F. A. 1761: *Gründliche Nachricht von dem in dem Inner-Crain gelegenen Czirknitzer See*. Ljubljana.
- Stepišnik, U., Ferk, M., Gostinčar, P., Černuta, L. 2012: Holocene high floods on the Planina Polje, Classical Dinaric Karst, Slovenia. *Acta Carsologica* 41-1. DOI: <https://doi.org/10.3986/ac.v41i1.44>
- Trontelj, M. 2000: 150 let meteorologije na Slovenskem: ob 150-letnici meteorološke postaje v Ljubljani. Ljubljana.
- Žigon, T., Rančov, S. 1997: *Planinsko polje*. Ljubljana.

7 Summary: History and reconstruction of water level measurements on the Planinsko polje

(translated by the authors)

Karst poljes are frequently flooded, and long data sets on water levels on the poljes are, despite their great importance, very rare. With the help of long data sets, we assess long-term trends and changes in the water cycle and determine the extent of spatial distribution of water.

It is known from the literature that water-level measurements on Planinsko polje began as early as the middle of the 19th century, and data were collected over time by various services. The paper presents the search for and the study, collection and reconstruction of a 178-year-long set of daily data

(from 1841 to 2018) on water levels at the Hasberg gauging station on the Unica River on the Planinsko polje.

Archival data on water levels at the Hasberg gauging station were obtained from the Archives of the Republic of Slovenia, the Central Humanities Library at the Department of Geography, Faculty of Arts, University of Ljubljana and the Surface Water Archive of the Slovenian Environment Agency. The publicly available digital database *Surface Water Archive* managed by the Slovenian Environment Agency provides daily data on water levels at the Hasberg gauging station for the periods from 1926 to 1928 and from 1954 onward. Data for the years 1841, 1843–1849, 1855–1861, 1878, 1884–1913, 1914–1919 and 1933–1940 were obtained in the Archives of the Republic of Slovenia, in various fonds and within them in individual boxes. In the Central Humanities Library at the Department of Geography, Faculty of Arts, University of Ljubljana, the publications *Hydrological Yearbooks of Yugoslavia* were reviewed, yielding data for the period from 1941 to 1953.

The entire previous data set, which covered the period from 1926 to 1928 and the period from 1954 to 2018, was extended. Previously, 24,837 daily water-level measurements at the Hasberg gauging station were available in the database. The reconstructed data comprised two periods, from 1841 to 1925 and from 1929 to 1953. There are 25,739 data points in the reconstructed set of water levels for the Hasberg gauging station. Most of the data in the reconstructed set were numerical values, but data for 1841 and 1843 were obtained from hydrograms, and data from 1929 to May 1933 were recalculated from flows. Based on the reconstruction, there are 50,576 data points in the supplemented set of water levels from 1841 to 2018. The total amount of data has thus approximately doubled; it has increased by 103.6% compared to the previously known data set. Reconstruction and supplementation of the set extended the current data set from 68 years to 178 years, i.e. by 110 years. Although the reconstructed data set has three lengthy periods with missing data (1849–1855, 1862–1883 and 1919–1925), as well as several shorter gaps of a few days or months, the coverage has increased to 78% of the entire 178-year period, compared to 73% in the previously known 68-year data set.

During the Habsburg Monarchy, at the turn of the 18th and 19th centuries, the first hydrological measurements in the area of present-day Slovenia began as occasional observations of surface waters. Due to more intensive industrial and urban development, the need for systematic and quantitative data on watercourses became increasingly apparent in the first half of the 19th century. As early as 1850, the first ten permanent gauging stations began to operate in the former Carniola and Lower Styria, including the Hasberg gauging station on the Unica River on Planinsko polje. Older records of water-level measurements, starting in 1841, have also been preserved for the Hasberg gauging station. Records of these measurements have been preserved in various forms (hydrograms and tables). Data on water levels at the Hasberg gauging station have been collected by various services over time: until 1894 by the Provincial Construction Directorate in Ljubljana, and from 1895 to 1919 by the Central Hydrographic Office in Vienna. From 1918 to 1929, the hydrological service was organized and carried out by the Hydrographic Department at the General Directorate of Waters in Belgrade. In 1929, the hydrographic service was taken over by the Ministry of Construction, within which the hydrological service was taken care of by the Technical Department, which collected data and sent it to Belgrade. The Hydrometeorological Institute of Slovenia, which was renamed the Slovenian Environment Agency in 2001, also started collecting data in 1947. The latter still performs measurements today.

The oldest archival data sources contain much additional information besides numerical data on the water level, such as descriptions of the condition of the surroundings of the gauging station and data on how far the flood water reached. They also contain weather data. In addition, these data also reflect how the first measurements took place and what problems were encountered during the measurement. The article provides facsimiles and translations of individual records.

The reconstructed data set on water levels at the Hasberg gauging station begins in 1841 and ends in 2018. A review of the data set shows that the shape of the graph in the mid- and late 19th century does not differ from the shape in the 20th and early 21st centuries. Floods with low flood levels are

most common, with major floods occurring every few years. The water-level data from this period are aligned to the same level, unlike the oldest data from the period 1841–1855. The oldest data is as a whole shifted lower than the rest, which can be explained by the measurements being tied to a different reference datum. In order to reconstruct the oldest data from the period 1841–1855 and align them with today's data, in addition to translating reports we also performed precise GPS measurements of the elevations of some points in the field.

The height at which flooding sets in is 235 cm with respect to the datum of the staff gauge. The datum is 444.98 m asl. In the period under review, the Planinsko polje was flooded for 2,860 days, which represents 4.4% of the entire 178-year period.

The reconstructed data set is unique in its length in Slovenia and the wider area. It represents an important contribution to our knowledge of high waters in karst poljes and a resource for further research.