

# IZJEMNO VISOKA/REKORDNA GLADINA PODZEMNE VODE V POMURJU SPOMLADI LETA 2013

## Extremely/Record High Groundwater Level in Pomurje in Spring 2013

Urška Pavlič\* UDK 556.143(497.411)"2013"

Povzetek Abstract

Ob začetku pomladi 2013 je na območju vodonosnikov ob Muri zaradi sočasnih dejavnikov napajanja podzemne vode prišlo do izrazitega dviga vodne gladine. Podzemna voda se je dvignila do površja na merilnem mestu v Odrancih, marsikje je bila izmerjena rekordno visoka gladina dolgoletnega niza meritev. Vzrok zastajanja vode na površini terena ni bil povsod visoka gladina podzemne vode, ponekod so bili glavni vzrok razmer nepretočnost melioracijskih jarkov, zastajanje snežnice na površju in poplave. Podobni dogodki z dvigom podzemne vode do površja so bili v Pomurju tudi že v preteklosti.

In early spring 2013, there was a substantial rise in water levels in the alluvial aquifers of Murska kotlina groundwater body due to simultaneous factors contributing to groundwater recharge. Groundwater level rose up to the surface on the measuring station in Odranci, and many record high levels in the long-term series of measurements were observed elsewhere. However, not all water retention over the terrain surface was caused by high groundwater levels; such conditions were also caused by the blockage of melioration ditches, retention of snowmelt water on the surface, and floods. Similar events related to the rise of the groundwater level up to the surface had occurred in the Pomurje region already in the past.

## Uvod

S Pravilnikom o določitvi vodnih teles podzemnih vod je bilo na podlagi Direktive Evropskega parlamenta in Sveta 2000/60/ES v Republiki Sloveniji razglašeni 21 vodnih teles podzemne vode, pri čemer so vodonosniki ob Muri zajeti v vodnem telesu podzemne vode Murska kotlina (Uradni list RS, št. 63/2005).

Prodno peščen zasip, ki ga je Mura nanašala na območje Pomurja v kvartarju, je obširen in dobro prepusten vodonosnik, ki oskrbuje s pitno vodo večino tamkajšnjih naselij. Območje med Muro in današnjim Goričkim je bilo v preteklosti skoraj v celoti zamočvirjeno in gozdnato, prepleteno s številnimi vodotoki, ki so jih v 18. stoletju začeli sistematično regulirati in tako posredno osuševati zemljišča za začetek kmetijstva.

Poplave v Murski kotlini niso nenavaden pojav, pogosto so povezane z gmotno škodo poseljenega ravninskega dela Pomurja in tamkajšnjih kmetijskih zemljišč. Vsi poplavni dogodki pred drugo svetovno vojno (leta 1928,

1936, 1938) in tudi po njej (1972, 2005) so pokazali, da je do katastrofalnih poplav prišlo ob visokih vodah Mure, obilnih padavinah na območju njenih pritokov (Ledava, Kobiljski potok, Bukovnica, Črnc) in zaradi zaježitve Mure ter vpliva Velike Krke na mejnem območju med Slovenijo, Madžarsko in Hrvaško (Novak, 2009).

Poleg poplav se lahko v vodnem telesu Murska kotlina nevarno visoko dvigne tudi podzemna voda, kar na že tako ranljivem poplavnem območju pomeni dodatno tveganje za škodo.

## Hidrogeološke lastnosti vodnega telesa podzemne vode Murska kotlina

Vodno telo podzemne vode Murska kotlina leži na območju slovenskega dela prodno peščenega zasipa reke Mure. Površina območja znaša 591 km<sup>2</sup> (Prestor, 2006), obsega pa nižino med Goričkim ter Lendavskimi in Slovenskimi goricami. Vodno telo na desnem bregu Mure razdelimo na vodonosne sisteme Apaškega polja na severu, Gornjeradgonskega polja in Mursko-

\* Ministrstvo za kmetijstvo in okolje, ARSO, Vojkova cesta 1 b, Ljubljana, ursa.pavlic@gov.si

-Ljutomerskega polja na jugu ter na vodonosni sistem Dolinsko-Ravenskega polja na levem bregu Mure.

Vodonosniki spadajo med dobro prepustne odprtega tipa s prosto gladino nihanja podzemne vode. Koeficienti prepustnosti se gibljejo od  $1,4 \times 10^{-5}$  m/s do  $1 \times 10^{-3}$  m/s (Petauer in sod., 2007). V podlagi vodonosnikov so različne plasti terciarne starosti, ki so za več redov velikosti za vodo manj prepustne od zgoraj ležečih kvartarnih vodonosnih sedimentov. Debelina vodonosnika Dolinsko-Ravenskega polja lahko preseže 60 metrov. Največja debelina tega vodonosnika je med Kapco, Mostjami in Kamovci ter na območju Beltincev (Supovec, 2014). Peščeno prodnati zasip prekriva različno debela plast gline, melja in peska, ki je ponekod skoraj ni več, drugje pa preseže dva metra. Ta, sicer tanek pokrov, je za vodo slabo do zelo slabo prepusten.

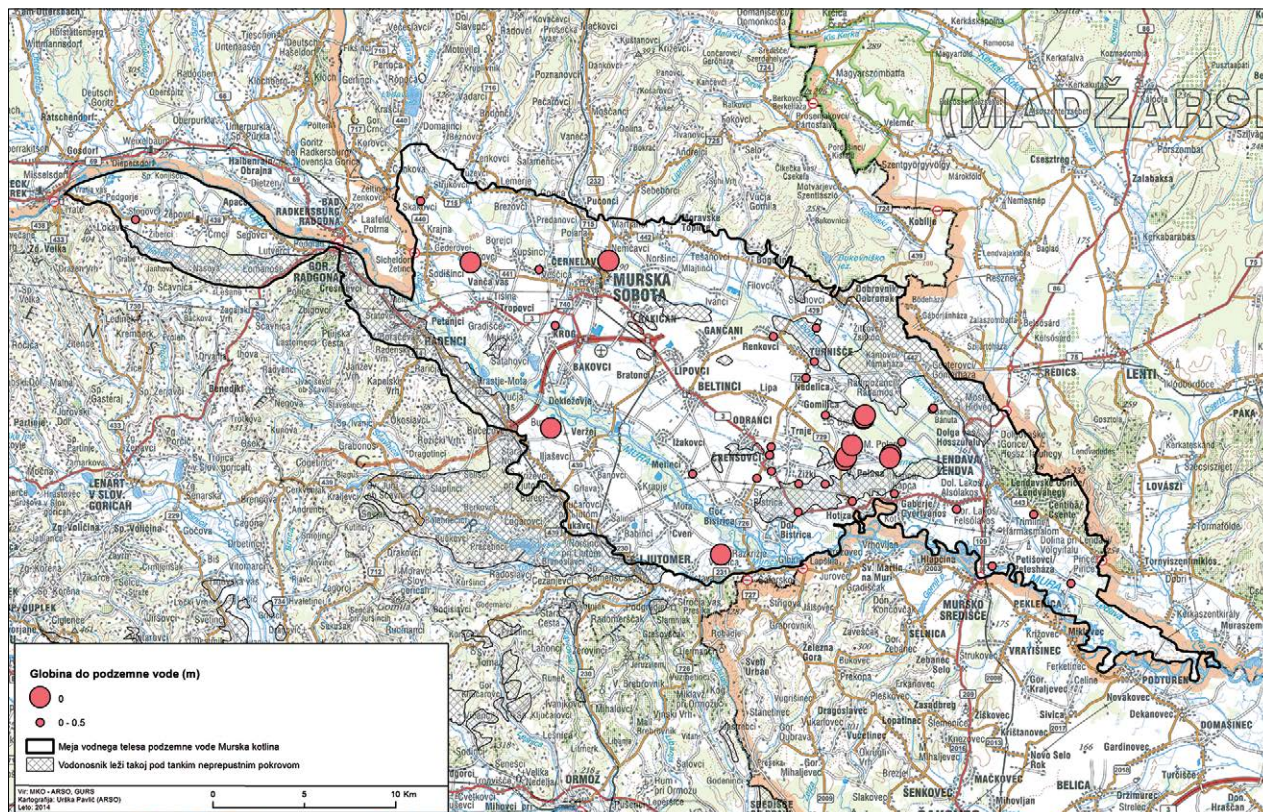
Vodonosniki se napajajo iz padavin, dotoka površinskih vod z območja Goriškega, Slovenskih in Lendavskih goric ter reke Mure. Izmenjava vodonosnika z reko Muro je dinamična. Velikost območij napajanja in drenaža ter količina izmenjave vode je odvisna od hidroloških razmer (Prestor, 2006). Mura drenira prodno peščen vodonosnik Prekmurskega polja med Petanjci in Bakovci, med Hrastjem in Babičevim mlinom pri Veržehu ter med Hotizo in Mursko šumo. Reka napaja vodonosnik Dolinsko-Ravenskega polja med Melinci in Dolenjo Bistrico. Ledava napaja vodonosnik med Skakovci in

Polano in drenira vodonosnik med Lendavo ter Pincami na levem bregu Ledave med reko in Lendavskimi goricami. Kučnica ima po vsej verjetnosti vse do vtoka v Muro funkcijo drenaže vodonosnika (Supovec, 2013).

## Visoka podzemna voda vodnega telesa podzemnih vod Murska kotlina v preteklosti

Iz pregleda meritev redne mreže državnega monitoringa podzemnih vod je razvidno, da se je podzemna voda na obravnavanem območju v preteklosti že dvignila do površja. Čeprav meritve gladin na posameznih lokacijah zaradi različnih časovnih obdobij opazovanj niso neposredno primerljive med seboj, lahko iz vpogleda ekstremno visokih gladin na različnih merilnih lokacijah ugotovimo, katera območja so bila v preteklosti že poplavljena zaradi visoke podzemne vode. Na sliki 2 je razvidno, da se je podzemna voda na Prekmurskem polju v preteklosti zvišala do površine terena na območju med Odranci in Lendavo ter v Rankovcih in Nemčavcih in na Murskem polju v Bunčanih in v Veščici.

Na Mursko-Ljutomerskem in Ravensko-Dolinskem polju je bil izrazit maksimum v dvigu gladine podzemne vode ugotovljen ob izjemni povodnji julija 1972, ki je



Slika 1: Nabor merilnih mest državnega monitoringa podzemnih vod, kjer je bil v preteklosti že zaznan izjemno visok dvig vodne gladine.

Figure 1: Measuring stations of national groundwater monitoring network, where extremely high groundwater levels had been measured in the past

nastopil ob sočasnosti intenzivnega napajanja z infiltracijo padavin, visoke Mure in visoke vodnatosti njenih pritokov. Zelo visoke gladine podzemne vode so bile med Odranci in Lendavo ugotovljene tudi novembra 1979. Na jugu Apaškega polja je bila na mreži državnega monitoringa podzemnih vod pogosto zaznana visoka gladina podzemne vode, ki je preplavila površino terena južno od Plitvičkega potoka, vendar pojav na tem območju izvzemam iz analize izjemnih dogodkov. Potok, kot odvodnik podzemne vode, namreč predstavlja hidravlično zaporo, ki južni del polja loči od preostalega vodonosnika in zato zelo pogosto poplavlja. Na tem južnem robu polja je nekaj manjših pojavov viseče podzemne vode, ki je ujeta med manj prepustne plasti in je ponekod pod pritiskom (Mikulič in sod., 2004).

## Razvoj poplavnih razmer v začetku pomladi 2013

### Meteorološka situacija

Zima je leta 2013 močno odstopala od dolgoletnega povprečja. Skupno je v Pomurju od 1. januarja do 8. aprila padlo 307 mm padavin, kar je za približno 1,4-krat več od dolgoletnega povprečja (Sušnik in sod., 2013). Za Pomurje je sicer značilen vpliv celinskega podnebja. Največ padavin v Murski Soboti običajno zaznajo v poletnih in jesenskih mesecih, najmanj pa v prvih treh mesecih leta.

Marca so padavine povsod presegle dolgoletno povprečje (Cegnar in Gorup, 2013a, Cegnar in Gorup, 2013b). V Lendavi je padlo 113 mm padavin, kar je 113 % padavin več kot znaša dolgoletno povprečje, podobno odstopanje od dolgoletnega povprečja je bilo ugotovljeno tudi v Velikih Dolencih z 90 mm mesečnih padavin. V Murski Soboti je padlo 87 mm padavin, kar je za tri četrtine več kot znaša običajna količina padavin za ta mesec. Tudi v prvi dekadi aprila je bilo padavin nadpovprečno veliko. Presežek dolgoletnih vrednosti je v Murski Soboti znašal skoraj eno polovico, v Velikih Dolencih pa eno petino normalnih vrednosti.

Pogosto je bilo sneženje, v nižinskem delu je bila druga polovica zime ena bolj zasneženih v dolgoletnem nizu opazovanj. V Murski Soboti in Lendavi je največja debelina snežne odeje marca znašala 20 cm, v Velikih Dolencih na Goričkem pa 21 cm. Na vseh treh merilnih mestih je bila največja debelina snega 27. marca, saj je bila za ta mesec značilna nadpovprečno hladna zadnja tretjina meseca. Začetek aprila se je nadaljevalo hladno vreme, nato pa se je temperatura postopoma dvigala; snega v Murski Soboti aprila ni bilo več. V Velikih Dolencih so v prvi dekadi aprila ugotovili največ 7 cm debelo snežno odejo, sneg so izmerili le v dveh dneh meseca. V drugi in tretji dekadi meseca na tej merilni postaji snega ni bilo več.

### Površinske vode

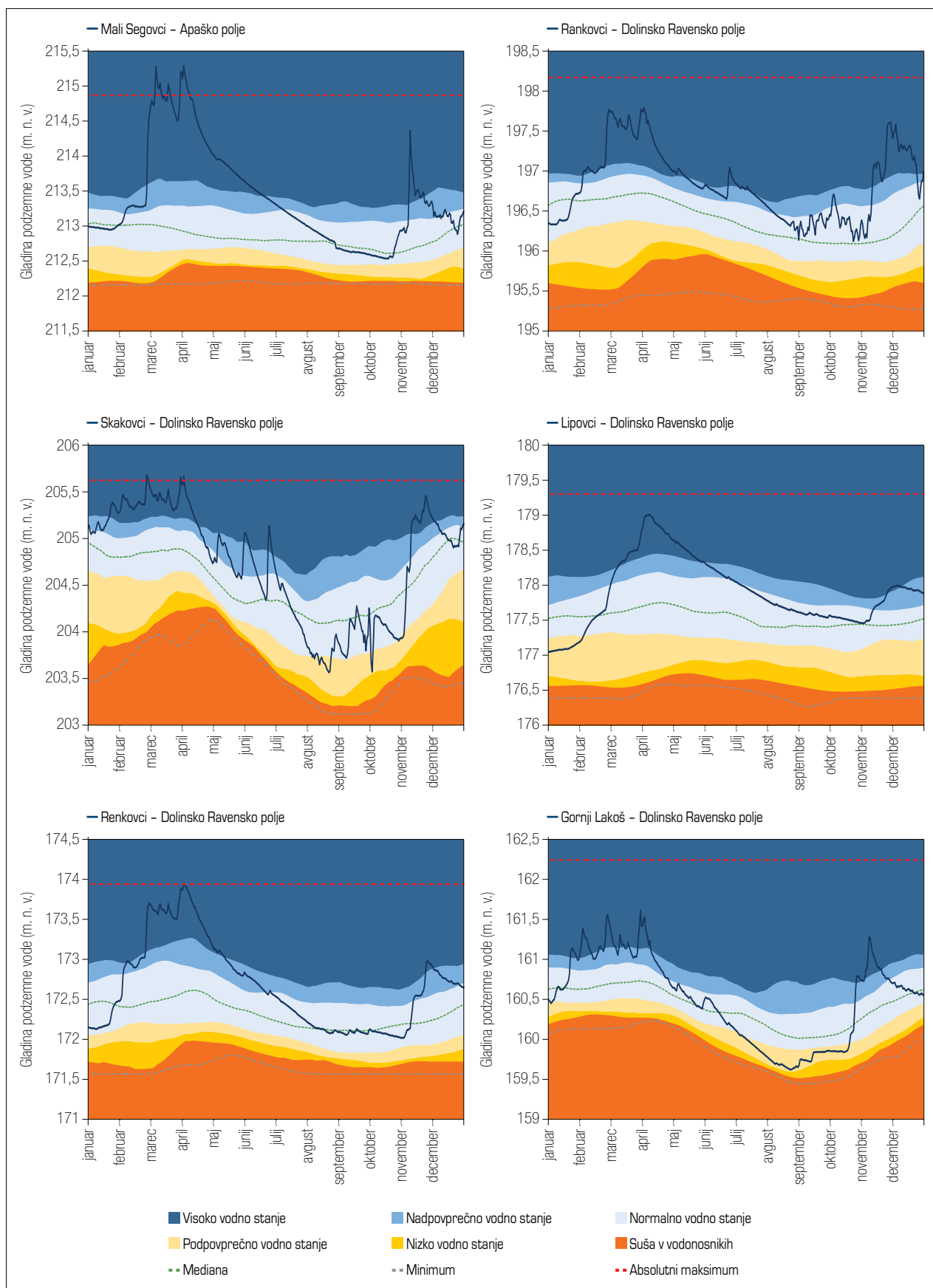
Pri manjših vodotokih Pomurja, ki imajo pretežno del porečja v Sloveniji, se pretočni režim močno razlikuje od reke Mure. Na pretok Mure ima največji vpliv taljenje snega in ledu v Alpah, na njene dotoke pa lokalne in regionalne dežne padavine ter izhlapevanje. Vpliv lokalnega podnebja in reliefa na pretoke Mure je minimalen. Od novembra do februarja je Mura običajno zaradi zadrževanja snega v visokogorju najmanj vodnata, pri njenih dotokih pa marca navadno spremljamo primarni višek vode, ki je posledica dežnih padavin in taljenja snega po gričevju in nižinah (Frantar, 2009).

Januarja in februarja 2013 so na severovzhodu države prevladovali visoki srednji pretoki vodotokov, marca pa na območju celotne Slovenije. Na posameznih vodomernih postajah v Pomurju in Podravju je bila v prvem tromesečju letošnjega leta ugotovljena rekordna vodnatost v merilnem obdobju. V drugi polovici marca so močno narasli reke in manjši vodotoki na območju Goriškega, Prekmurja, Pomurja, Slovenskih Goric in Dravskega polja. Reke na teh območjih so dosegle velike letne pretoke, a so večinoma ostale v svojih strugah, poplavalili so le manjši vodotoki. Največje območje s stoječo vodo na kmetijskih zemljiščih je bilo pri Lendavi ob Ledavi, v katero se stekajo Kobiljski potok, Ledava in Martjanski potok (Sušnik in sod., 2013).

### Podzemne vode

Na Centru za obveščanje Republike Slovenije (CORS) so od 1. marca do 30. aprila 2013 v občinah, ki delno ali v celoti segajo na območje vodnega telesa podzemne vode Murska kotlina, 133-krat posredovali zaradi različnih vrst vdora vode, ki bi lahko povzročila gmotno ali druge vrste škodo na tem območju. Od omenjenega števila intervencij je bilo v tem času 49 dogodkov povezanih s poplavami meteorne vode, šest dogodkov s poplavami ob vodotokih in 78 dogodkov s poplavami zaradi dviga podzemne vode oziroma kanalizacijskih vod (Internet 1). Največ tovrstnih dogodkov je bilo izvedenih od 31. marca do 6. aprila z maksimumom 3. aprila, ko so na Upravi Republike Slovenije za zaščito in reševanje (URSZR) posredovali v 25 primerih, od tega 18-krat zaradi dviga podzemne vode oziroma kanalizacijskih vod. Od skupno 133 intervencij so na URSZR v 41 primerih posredovali v občini Murska Sobota, v 20 v občini Beltinci, v 16 v občini Turnišče, 14-krat v občinah Lendava in Ljutomer ter 12-krat v občini Apače.

Gladine podzemne vode so se ob začetku koledarskega leta 2013 gibale v območju normalnih vodnih količin za ta letni čas (slika 2). Že v drugi polovici januarja so se vodonosniki začeli intenzivno obnavljati, zviševanje gladine vode smo spremljali vse do marca oziroma aprila. Vzrok naraščanja gladine podzemne vode so bile obilne padavine na severovzhodu države v prvem tromesečju leta, februarja je bila običajna količina mesečnih padavin v Murski



Slika 2: Nihanje gladine podzemne vode na izbranih merilnih mestih vodnega telesa podzemne vode Murska kotlina leta 2013 v primerjavi z mejnimi percentilnimi vrednostmi in najvišjo izmerjeno gladino dolgoletnega niza opazovanj  
 Figure 2: Groundwater level oscillation in 2013 on selected measuring stations of the Murska kotlina groundwater body in comparison with threshold percentile values and the highest measured groundwater level in long-term observation

Soboti presežena kar za trikrat. Ob koncu marca in v začetku aprila podzemna voda iz aluvialnih vodonosnikov ni mogla prosto odtekat zaradi visokih vodostajev rek in potokov, ki so na iztočnih delih vodonosnikov občasno zajezili podzemno vodo, poleg neposrednega napajanja z infiltracijo padavin pa se je v tem času talil tudi sneg, ki se je do zadnje dekade marca, včasih pa do prve dekade aprila, zadrževal na površini vodonosnikov in v zalednih gričevjih Goričkega, Slovenskih in Lendavskih goric. Najvišje gladine podzemne vode v posameznih vodonosnikih niso nastopile sočasno, saj je režim nihanja na različnih območjih vodonosnika različen.

Od 4. do 5. aprila smo na Agenciji RS za okolje zaradi pridobitve natančnega posnetka visoke gladine podzemne vode izvedli serijo kontrolnih meritev na območju vodnega telesa podzemne vode Murske kotline. Za analizo poplavnega dogodka smo uporabili tudi nekaj

zveznih meritev vodne gladine državnega hidrološkega monitoringa.

Na Apaškem polju se je gladina podzemne vode 5. aprila dvignila najbližje površini terena v Plitvici na južnem delu vodonosnika (0,72 m) in v Malih Segovcih na jugovzhodnem delu polja (0,98 m) (slika 4). Na merilni postaji v Malih Segovcih je bila izjemno visoka višina podzemne vode najprej zaznana 7. marca, visoka konica pa se je ponovila 3. aprila 2013. V Žepovcih v osrednjem delu Apaškega polja je bila najvišja gladina izmerjena 4. aprila, v Črncih pa je bila prva visokovodna konica izmerjena 12. marca, sledilo pa je daljše obdobje visokovodnega nihanja vodne gladine, ki je dosegla svoj maksimum šele 10. maja 2013. Rekordno visoka gladina podzemne vode je bila presežena na merilnem mestu v Malih Segovcih 7. marca in 3. aprila (slika 2), visoke vode tega vodonosnika so predvsem na kmetijskih površinah in novejših



Slika 3:  
Poplavljeni klet v Apačah na Apaškem polju (zgoraj) in prepust potoka Dobel na Dolinsko-Ravenskem polju (spodaj) 4. aprila 2013

Figure 3:  
Flooded basement in Apače in the Apače Plain (above), and Dobel Creek culvert in the Dolinsko and Ravensko Plains (bottom) on 4<sup>th</sup> April 2013

podkletenih infrastrukturnih objektih povzročile precej grotne škode (slika 3 levo). Zastajajočo vodo na površini Apaškega polja pripisujemo predvsem premajhnemu odvajanju vode iz nekaterih melioracijskih jarkov.

Na Dolinsko-Ravenskem polju smo na merilnem mestu v Odrancih ugotovili dvig podzemne vode do površine terena. Vodna gladina je dosegla površje 31. marca in se spustila podenj 4. aprila. Na tem merilnem mestu se kažejo različni vplivi napajanja, prosti odtok podzemne vode pa je bil na tej lokaciji v času poplav onemogočen zaradi zajezitve podzemne vode z vodotoki, ki mejijo na vodonosnik.

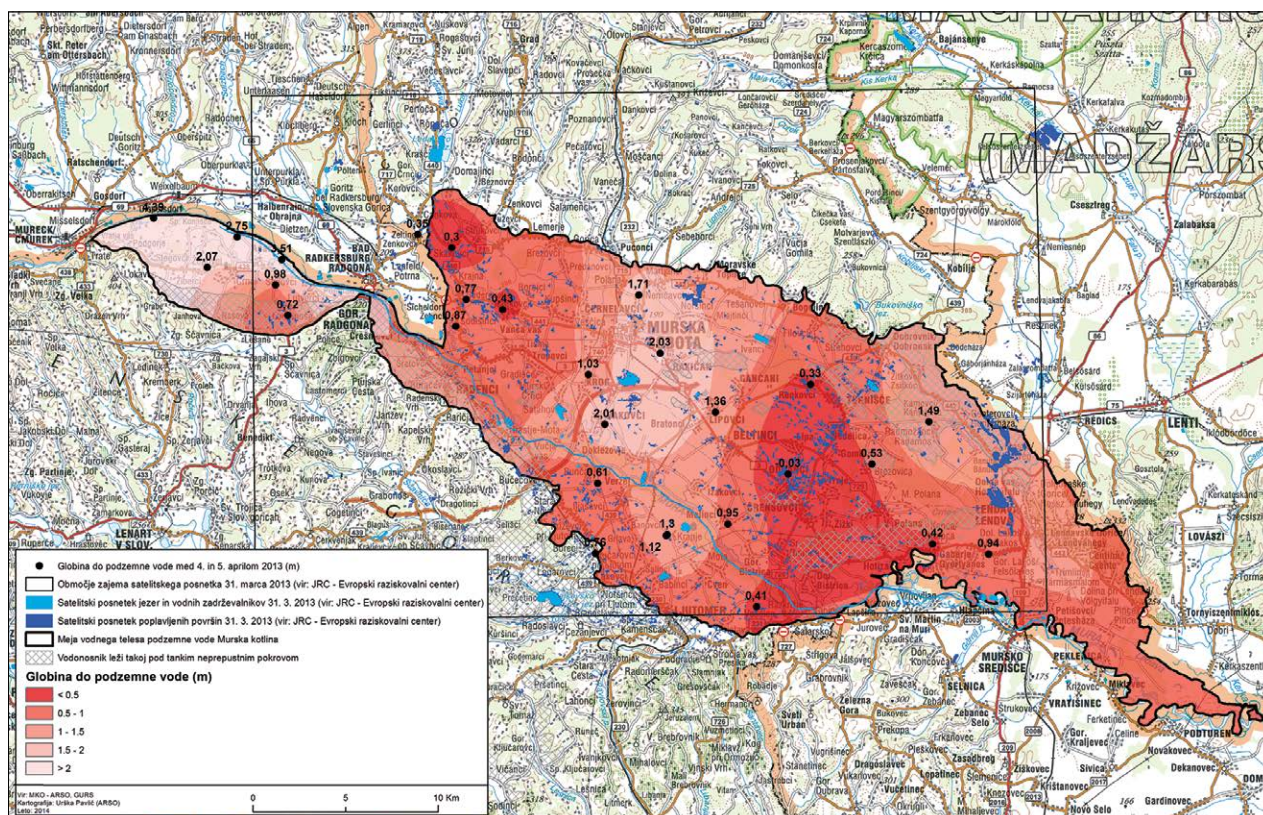
Posnetek visokovodnega stanja od 4. do 5. aprila je razkril, da se je gladina podzemne vode izrazito približala površini terena tudi na severozahodnem delu vodonosnika na levem bregu Mure, v Skakovcih je segala 30, v Rankovcih pa 43 cm pod površino terena (slika 4). Podobne razmere smo spremljali tudi na severovzhodnem delu polja, na merilni postaji v Renkovcih se je podzemna voda dvignila 33 cm, v Brezovici pa 53 cm pod površino terena. V tem času se gladina podzemne vode ni spustila več kot en meter pod površje še v Murskih Petrovcih (87 cm), Melincih (95 cm), Gornjem Lakošu (94 cm) in Benici (68 cm). Na severozahodnem robu Dolinsko-Ravenskega polja so bile prve visokovodne razmere zaznane že v zadnjih dneh februarja (slika 2), dvig gladine podzemne vode časovno sovпада z izrazitim

dvigom vodostajev Mure in Ledave. V osrednjem delu polja je bila najvišja gladina podzemne vode dosežena 8. aprila 2013. V iztočnem delu vodonosnika v Velikem Lakošu je bilo od marca do aprila več visokovodnih konic z maksimumom 31. marca. Rekordno višino podzemne vode smo v poplavnem dogodku ob začetku pomladi 2013 izmerili na merilnih postajah v Skakovcih (začetek meritev leta 1990), Nemčavcih (začetek meritev leta 1998), Bakovcih (začetek meritev leta 1981), Renkovcih (začetek meritev leta 1953) in Radmožancih (začetek meritev leta 1979).

Na Mursko-Ljutomerskem polju se je podzemna voda ob začetku pomladi 2013 dvignila najbližje površini terena na merilnih mestih v Veščici (41 cm), Bunčanih (61 cm) in Ključarovcih (76 cm). V Veščici na iztočnem jugovzhodnem delu vodonosnika je bilo od 27. februarja do 8. aprila več visokovodnih konic, maksimalna višina podzemne vode je bila na tem merilnem mestu dosežena 31. marca. V Zgornjih Krapjah je bila dosežena ena izrazitejša visokovodna konica z maksimumom 4. aprila.

### Posnetek gladine podzemne vode in primerjava s satelitskim posnetkom

Posnetek stanja gladine podzemne vode od 4. do 5. aprila smo primerjali s satelitskim posnetkom Prekmurskega in Murskega polja 31. marca 2013 (slika 4), da bi ugotovili



Slika 4: Karta globine do podzemne vode, zasnovana na podlagi meritev gladin podzemne vode, od 4. do 5. aprila 2013, v primerjavi s satelitskim posnetkom poplavljenih površin 31. marca 2013

Figure 4: Depth to the groundwater based on groundwater level measurements between 4<sup>th</sup> and 5<sup>th</sup> April 2013 in comparison with a satellite image of flooded areas on 31st March 2013

vili, ali je do poplav prišlo zaradi dviga podzemne vode ali je vzrok zastajanja vode na površini drugje. Na sliki 4 so s temno modro barvo prikazana območja zastajanja vode na površini terena, pridobljena s satelitskega posnetka, gradacija rdeče barve pa ponazarja interpolirano globino do podzemne vode, ki je bila izračunana iz točkovnih meritev gladine podzemne vode.

Ker je bil dvig podzemne vode do površine terena v poplavnem dogodku od marca do aprila 2013 izmerjen le na merilnem mestu v Odrancih v vodonosniku Dolinsko-Ravenskega polja, lahko za širše območje te merilne lokacije z gotovostjo trdimo, da je do razlivanja vode po površini terena prišlo zaradi dviga podzemne vode, kar pa ne velja tudi za preostala poplavljen območja. Druga zadrževanja vode na površini vodnega telesa podzemne vode Murska kotlina lahko pripišemo taljenju snega, visokim zalednim vodam, ki so včasih za krajši čas prestopile svoje struge, in premajhni pretočnosti melioracijskih jarkov.

Med terenskim ogledom 4. aprila so tako Mura kot zaledni potoki upadali, saj so vrh dosegli zadnji dan marca. Potoka Dobel in Črnc sta občasno poplavljala tudi zaradi zamašenih prepustov vode (slika 3 desno). Vodostaj Kučnice na skrajnem severozahodu Dolinsko-Ravenskega polja je bil nižji od gladine podzemne vode v neposredni bližini vodotoka, potok je v tem času torej deloval kot odvodnik podzemne vode. Podobno kot Kučnica je verjetno v zgornjem toku podzemno vodo v tem času drenirala tudi Ledava, v spodnjem toku pa je bila povezava med tem vodotokom in podzemno vodo zaradi toka Ledave po umetnem nasipu onemogočena.

## Sklepne misli

Iz preteklih izkušenj je znano, da je Pomurje poplavno ranljivo območje, saj je ravninsko, preči ga Mura, vanj pa se z znatnim hidravličnim padcem steka tudi več lokalnih vodotokov z Goričkega, Slovenskih in Lendavskih goric. Poleg površinskih vod smo bili v preteklosti že priče poplavam, ki jih je povzročil dvig podzemne vode v teh prostorsko razširjenih in razmeroma plitvih vodonosnikih.

Pomladni poplavni dogodek leta 2013 je bil izjemen. Poleg visoke vodnatosti Mure in njenih pritokov se je v tem času izrazito dvignila tudi podzemna voda, ki je na državni hidrološki monitorinški mreži ponekod preseгла rekordne vrednosti dolgoletnega niza meritev, v Odrancih na Dolinsko-Ravenskem polju pa je celo dosegla površino terena. Kljub izjemni povodnji, ki je povzročila precej materialne škode, pa je voda na površini terena zastajala tudi zaradi neučinkovite pretočnosti nekaterih melioracijskih jarkov in taljenja snega.

Kot že velikokrat prej se je ob poplavah v Pomurju pokazala pomembnost sistematičnih in dolgoročnih

meritev podzemnih vod, ki potekajo v okviru programa državne hidrološke mreže Agencije RS za okolje. Poleg kakovosti in dolžine nizov podatkov je v današnjem času vse bolj pomembna tudi hitra dostopnost do podatkov. Na Agenciji RS za okolje se zato predvsem v okviru izvajanja projekta Nadgradnja sistema za spremljanje in analiziranje stanja vodnega okolja v Sloveniji, financirane z evropskimi sredstvi, izvaja posodobitev merilne opreme z ažurnim prenosom podatkov ter vzpostavljajo analitično prognoistična orodja, s katerimi bomo lahko predvsem v izjemnih hidroloških dogodkih v čim krajšem času obveščali in analizirali tovrstne hidrološke razmere, ki se v zadnjem času v Sloveniji vedno pogosteje pojavljajo.

## Viri in literatura

1. Cegnar, T., Gorup, T., 2013. Podnebne razmere v aprilu 2013. V: Naše okolje; Bilten Agencije RS za okolje, april 2013, letnik XX, 2–23.
2. Cegnar, T., Gorup, T., 2013. Podnebne razmere v marcu 2013. V: Naše okolje; Bilten Agencije RS za okolje, marec 2013, letnik XX, 3–24.
3. Frantar, P., 2009. Značilnosti vodnega cikla v Pomurju. V: 20. zborovanje slovenskih geografov; Pomurje - Trajnostni regionalni razvoj ob reki Muri, Zbornik referatov, Ljutomer – Murska Sobota, 71–83.
4. Internet 1: <http://spin.sos112.si/SPIN2/Javno> [15. 4. 2014].
5. Mikulič, Z., Savič, V., Kosec, C., Gale, U., 2004. Režim podzemnih voda ob mejni Muri. V: 15. Mišičev vodarski dan, Zbornik referatov, VGP Maribor.
6. Novak, J., 2009. Poplavna zaščita in ukrepi ob nastopu visokih voda v porečju Mure. V: 20. zborovanje slovenskih geografov; Pomurje - Trajnostni regionalni razvoj ob reki Muri, Zbornik referatov, Ljutomer – Murska Sobota, 106–126.
7. Petauer, D., Sadnikar, J., Juren, A., 2007. Ureditev celovite oskrbe prebivalstva s pitno vodo in varovanje vodnih virov Pomurja – Mursko polje, GEOKO d.o.o., Ljubljana.
8. Prestor, J., 2006. Nacionalna baza hidrogeoloških podatkov za opredelitev teles podzemne vode RS, Geološki zavod Slovenije, Ljubljana.
9. Supovec, I., 2014. BOBER – Boljša opazovanja za Boljše Ekološke Rešitve. Izdelava modelskih orodij za spremljanje suše, ocenjevanje stanja podzemnih voda in prognoziranje dinamike morja. Ekspertno numerični sistem za podpora odločanju na aluvialnih telesih podzemnih voda Slovenije. Izvedba nadgradnje numeričnega toka podzemne vode za Mursko in Prekmursko polje za ekspertno numerični sistem, Poročilo P4B, Ljubljana.
10. Sušnik, A., Gregorič, G., Petan, S., Pavlič, U., Uhan, J., 2013. Hidrometeorološke razmere v Sloveniji 12. 4. 2013, Dopis Agencije RS za okolje številka 35901-10/2013 12. 4. 2013, Republika Slovenija, Ministrstvo za kmetijstvo in okolje.