

UDK 556.3(497.12)=863

Hidrogeološke razmere na Dravskem polju

Hydrogeology of the Drava field

Ljubo Žlebnik

Geološki zavod, 61000 Ljubljana, Parmova 33

Kratka vsebina

Prodni vodonosnik na Dravskem polju ni enoten, kot so mislili doslej. Razlike v načinu napajanja podtalne vode so namreč tolikšne, da se deli na tri hidrogeološke enote. Prva obsega severozahodni del polja, ki je v glavnem urbaniziran. Zato podtalna voda na tem območju ne pride v poštev za zajetje. Druga hidrogeološka enota obsega del Dravskega polja med Bohovo in Dogošami na severu ter Hotinjo vasjo, Dravskim Dvorom in Staršami na jugu. Poleg tega zajema hribovito zaledje Pivolskega, Hočkega in Polanskega potoka. Podtalna voda se napaja s ponikovanjem pohorskih potokov in infiltracijo padavin. Drenira se v Miklavško studenčnico in neposredno v Dravo. Tretja, največja hidrogeološka enota, obsega hribovito zaledje Rančkega potoka ter osrednji del dravske ravnine od obrobja Pohorja na zahodu, do Drave na severozahodu in Reke, oziroma Polskave na jugu. Podtalna voda odteka od obrobja Pohorja proti odvodnemu kanalu HE Zlatoličje in v Hajdinsko ter Pobreško studenčnico.

Abstract

Drava field can not be considered as an uniform aquifer. There three hydrogeological units are to be distinguished from the view point of definite areas of recharge and discharge. The first unit is restricted to the northwestern margin of the field and is urban in character. Its ground water is not available for the water supply. The second unit covers the field between Bohova and Dogošé in the north, and between Hotinja vas-Dravski Dvor-Starše in the south. Its ground water is replenished by the lost streams having their sources under Pohorje, and by the atmospheric precipitations. It is discharged to the spring of Miklavž and directly to the river Drava. The third unit comprises the greatest central part of the field and the hilly catchment area of the Ranče creek. The ground water discharges from the foot of Pohorje to the spillway channel of the Zlatoličje power plant, as well as to the Hajdina and Pobrežje springs.

Vsebina

Dosedanje raziskave	152
Morfološki opis	153
Hidrografski opis	154
Padavine	154
Izhlapljanje na Dravskem polju	154
Pregledni geološki opis	155
Predkvartarna podlaga na Dravskem polju	156
Kvartarne naplavine	156
Pregledni hidrogeološki opis	157
Možnosti zajetja podtalne vode na Dravskem polju	159
Kvaliteta podtalne vode na Dravskem polju	161
Nadaljnje raziskave	162
Literatura	164

Dosedanje raziskave

Obrobje Dravskega polja je geološko in hidrogeološko dokaj dobro raziskano, manj pa osrednji del. Dosedanje raziskave so bile omejene na območje Maribora (Tezno, Pobrežje, Betnava, Bohova) in na severovzhodno obrobje vzdolž Drave, kjer je postavljena kanalska vodna elektrarna Zlatoličje. Še preden so pričeli graditi Zlatoličje, so raziskali projektne različice rečnih in kanalskih stopenj HE Duplek, HE Loka in HE Hajdoše. V vse te namene je bilo izvrtanih prek 300 strukturnih vrtin, od katerih je skoraj polovica segla do neprepustne podlage. Vrtine, ki so bile izvrtane za projektiranje HE Zlatoličje, so razporejene vzdolž dovodnega in odvodnega kanala ter strojnice, vrtine za projektiranje HE Hajdoše pa na obeh bregovih Drave med Vičavo, Hajdošami in Staršami. Za rečno stopnjo HE Duplek so vrtali med Loko in Duplekom, za kanalsko varianto Loka pa pod teraso v Miklavžu in na območju jezua v Melju.

Na Teznem in na Pobrežju so bile izvrtane številne vrtine za geotehnični kataster Maribora. Na območju vodarne v Betnavi, na Teznem in severno od Miklavža so bile med zadnjo vojno in takoj po njej izvrtane številne vrtine. Za vodarno v Bohovi so izvrtali precej vrtin na sorazmerno ozkem območju in nato izkopali še dva vodnjaka.

V osrednjem delu polja imamo le vrtine na območju zajetja pri Šikolah za Slovensko Bistrico, na območju vodarne v Kidričevem in v Skorbi za mesto Ptuj, tri vrtine severno od Župečje vasi in eno pri Kungoti v sredini polja.

Na celotnem Dravskem polju so izkopani številni vaški vodnjaki, ki pa segajo le nekaj metrov globoko v podtalno vodo. Z merjenjem vodne gladine v njih (ustja vodnjakov morajo biti geodetsko posneta) dobimo zelo uporabne podatke o nagnjenosti gladine podtalne vode in smeri njenega pretakanja ter o nihanju gladine. Skoraj nobenih podatkov pa ne dobimo o debelini vodonosne prodne plasti, njeni izdatnosti in prepustnosti ter o globini neprepustne podlage.

Leta 1952 je Zavod za urbanizem in komunalno tehniko iz Ljubljane organiziral opazovanje vodnjakov za merjenje gladine podtalne vode in njenega nihanja. Opazovalna mreža je obsegala 172 vaških vodnjakov, geodetsko posnetih. Leta 1956 je Hidrometeorološki zavod Slovenije izbral redkejšo mrežo teh vodnjakov in jo izpopolnil z novimi vodnjaki na obrobju polja. Preurejena mreža je obsegala 82 vodnjakov ter pet stalnih in šest začasnih vodomero, ki so jih redno opazovali vsakih 10 dni skozi vse leto 1956 in 1957. Po letu 1957

so se občasna opazovanja omejila na nekaj vodnjakov na polju. Merili so tudi več studenčnic pri Miklavžu, Zlatoličju in na Pobrežju.

Leta 1958 je »Projekt nizke zgradbe« izdelal vodnogospodarsko osnovo povodja Polskave in zgornjega Dravskega polja. Zbral je hidrogeološke podatke o porečju Polskave, o pohorskih potokih, ki ponikujejo v Dravsko polje, o podtalnici Dravskega polja in sestavil bilanco podtalne vode Dravskega polja.

Občasna opazovanja gladin so se ponovno začela leta 1967 in so trajala do leta 1969. V občasne meritve je bilo vključenih 87 vodnjakov stare mreže Hidrometeorološkega zavoda iz leta 1956, medtem ko so redno desetdnevno opazovali samo pet vodnjakov na osrednjem delu polja. Merili so tudi več studenčnic v Miklavžu, Ptujju in Vidmu. Vsa opazovanja in meritve so bila del regionalne hidrogeološke študije porečja zgornje Drave in Mure, ki jo je izdelal Geološki zavod.

Skoraj istočasno so Dravske elektrarne Maribor začele opazovati gladine na vplivnem območju gradbene jame strojnice in odvodnega kanala vodne elektrarne Zlatoličje. V ta namen so organizirali mrežo vodnjakov in piezometrijskih vrtin, ki pa je bila omejena na osrednji del polja med Skorbo, Cirkovcami, Miklavžem in Dravo. Ta mreža je obsegala prek 100 opazovalnih mest, povečini piezometrijskih vrtin, nekaj pa je bilo vodnjakov stare mreže Hidrometeorološkega zavoda. V okviru gradnje vodne elektrarne Formin so Dravske elektrarne Maribor postavile mrežo vodnjakov in vrtin na jugovzhodnem robu polja. Opazovanja so pričeli leta 1969 in jih občasno nadaljujejo še sedaj. Zavod za urbanizem Maribor je leta 1978 analiziral dotlej zbrane podatke o možnih lokacijah za črpanje talne vode Dravskega polja.

Morfološki opis

Dravsko polje se razteza od Maribora proti vzhodu in jugovzhodu do Ptujja, proti zahodu nekako do Pragerskega in proti jugu do vzhodja haloških gričev. Ima obliko pravokotnega trikotnika s površino približno 260 km². Ozemlje predstavlja geografsko in morfološko enoto. Površje polja je položno nagnjeno od NW proti SE; vrhnja plast sestoji iz holocenskih in pleistocenskih prodnih in glinastih naplavin. Najnižji del, ob sami dravski strugi, je holocenska ravnica, ki je v zgornjem — severnem delu polja najožja in se proti jugu vedno bolj razširja. Ravnica se na zahodu konča ob pet do deset metrov visoki ježi pleistocenske terase; razčlenjena je v nizke, komaj opazne holocenske terase, ki potekajo od zahoda proti vzhodu. Tudi ravninski del Dravskega polja ni raven, temveč je razčlenjen v nizke terase, ki ponekod prehajajo neopazno druga v drugo.

Na zahodu meji Dravsko polje na Pohorje, zgrajeno iz metamorfnih kamenin, ki obdajajo tonalitni lakolit. Severni in vzhodni rob Pohorja sestoji iz terciarnih sedimentnih kamenin. Metamorfne kamenine nikjer ne segajo do dravske struge. Na južnem robu Dravskega polja se razprostira valovito terciarno gričevje Haloz, ki predstavljajo vzhodni podaljšek Karavank. Na severu se izgubijo pod Dravsko polje, na vzhodu pa pod pleistocensko Varaždinsko ravnino.

Na severni, oziroma severo-vzhodni strani Dravskega polja se raztezajo Slovenske gorice, sestavljene iz terciarnih sedimentnih kamenin.

Hidrografski opis

Drava teče po severnem in severovzhodnem robu Dravskega polja in ima izrazito fluvio-glacialni režim pretoka. Sistem hidroelektrarn Srednja Drava I in II ter Varaždin kontrolira režim pretoka po strugi Drave in po energetskih kanalih. S severovzhodnih in vzhodnih pobočij Pohorja pritekajo na Dravsko polje naslednji potoki: Pekrski, Radvanjski, Razvanjski, Pivolski, Hočki, Polanski (Slivniški), Rančki in Framski. Pohorski potoki ne dosežejo Drave, ampak prej poniknejo v dravskemrodu. Na jugu polja teče Polskava s pritoki po neprepustni kvartarni glini, ki sega na Dravsko polje nekako do črte Stražgonjica (Strgojnca)-Župečja vas-Trnovec. Od tod teče dalje po pleistocenskemrodu Dravskega polja, ki je ob strugi močno zaglinjen. Ravninsko povodje Polskave je zamočvirjeno, struga pa močno meandrija. Sedaj strugo regulirajo, da bi izsušili zamočvirjeni svet; trajanje visokih voda se bo zato skrajšalo, dotok polskavske vode v podtalnico pa se bo zmanjšal. Obsežna pleistocenska prodna ravnica, ki meri 121,07 km², se razprostira nad nizko holocensko teraso vse do roba polja, kjer doseže bolj vlažna zaglinjena tla, in nima površinskega odtoka. Padavinska voda ponikne v tla in podzemsko odteka proti Dravi. Na nizki holocenski terasi je več izvirov podtalne vode, ki se zberejo v tri večje studence. Miklavžka studenčnica zbere vodo iz izvirov pod Miklavžem in odteka v Dravo pod Loko; vodo iz izvirov pri Sp. Hajdini zbira Studenčnica, teče mimo Ptuja, se nato preimenuje v Strugo in se izliva v Dravinjo vzhodno od Vidma pri Ptjuju. Na Turniškem travniku so številni izviri, katerih voda odteka kot Pobreška studenčnica v Dravinjo.

Padavine

Na Dravskem polju lahko pričakujemo po podatkih Hidrometeorološkega zavoda povprečno okoli 1000 mm padavin na leto, in sicer v Mariboru 1047 mm, na Ptjuju 975 mm in v Framu 1042 mm. Maksimalne letne padavine znašajo v Mariboru 1440 mm, na Ptjuju 1250 mm in v Framu 1500 mm, minimalne pa v Mariboru 720 mm, na Ptjuju 750 mm in v Framu 750 mm. V povprečno mokrem letu je višina padavin v hribovitem območju pohorskih potokov 1200 mm, na pohorskem vznožju 1047 mm in na prodni ravnici 1011 mm.

Izhlapevanje na Dravskem polju

Izhlapevanje je funkcija številnih meteoroloških faktorjev, predvsem temperature, vetra, relativne vlažnosti zraka, insolacije in temperature vode. Pri sumarnem izhlapevanju moramo upoštevati tudi transpiracijo, ki je funkcija letnega časa. Na Dravskem polju ni lizimetske postaje, zato so vrednosti evapotranspiracije le ocenjene na podlagi izkustvenih obrazcev. Po teh ocenah znaša evapotranspiracija v hribovitem območju 515 mm/leto, v ravninskem pa od 544 mm/leto do 600 mm/leto. Odočni koeficient v hribovitem območju pohorskih potokov znaša 0,57, na vznožju Pohorja pa 0,48. Od skupne letne količine padavin v povprečno mokrem letu 1011 mm odpade na evapotranspiracijo 557 mm. Odočni koeficient (infiltracija) je 0,45. (Podatke o evapotranspiraciji smo povzeli po podatkih HMZ).

Pregledni geološki opis

Med Mariborom in Ptujem teče Drava povečini ob robu Slovenskih goric proti jugovzhodu. Levi breg reke sestoji večidel iz terciarnih sedimentnih kamenin, desni pa iz pleistocenskega in holocenskega proda in peska, s katerim je zasuto Dravsko polje.

Celotno območje med Slovenskimi goricami in Halozami delimo na tri enote: nagubane Slovenske gorice, ptujsko-ljutomersko sinklinalo in nagubane Haloze. Slovenske gorice, ki sestojajo iz različnih terciarnih sedimentnih kamenin, so oblikovane v več vzporednih antiklinal in sinklinal s smerjo jugozahod-severovzhod. Najseverneje poteka antiklinala Kungota-Jarenina-Cmurek. Južno od tod je plitva sinklinala z osjo Maribor-Radgona. Še južneje poteka antiklinala Duplek-Murska Sobota s številnimi lokalnimi izboklinami. Antiklinala proti jugovzhodu strmo vpada v ptujsko-ljutomersko sinklinalo, ki jo zapolnjujejo mlajšepliocenske sedimentne kamenine.

Sinklinala je na jugu omejena z močnim prelomom, ki poteka od Črešnjevca pri Slovenski Bistrici prek Ptujске gore, Zabovcev, severno od Bukovcev prek Zavrča proti Ljutomeru. Ob prelomu so terciarne plasti Haloz postavljene v navpično lego, ali pa celo narinjene proti severu.

Haloze, ki jih na severu loči od ptujsko-ljutomerske sinklinalne prelom, so izredno zamotano zgrajen antiklinorij, sestavljen iz terciarnih, pa tudi triadnih, permskih in karbonskih sedimentnih kamenin.

Stratigrafsko zaporedje skladov v Slovenskih goricah najlepše sledimo na levem bregu Drave, kjer reka preseka v svojem toku med Mariborskim otokom in Ptujem vse terciarne plasti od spodnjemiocenskih do pliocenskih. Najstarejši terciarni skladi so razgaljeni v okolici Mariborskega otoka, nato pa sledijo vzporedno s tokom Drave vse mlajše terciarne plasti.

Terciarni sedimenti Slovenskih goric vpadajo proti zahodu pod kvartarne naplavine Drave. Debelina kvartarnih naplavin je na severovzhodnem obrobju Dravskega polja med Dravo in cesto Maribor—Ptuj sorazmerno majhna. Terciarna podlaga leži pet do petnajst metrov pod dnom današnje struge; prekrita je s pleistocenskim in holocenskim prodom in peskom.

Dravsko polje je nastalo v pleistocenski epohi, ko se je Drava postopno vrezovala v terciarni relief in ga zasula s prodnimi naplavinami v fazah tektonskega mirovanja in ugrezanja, ki sovpadajo s poledenitvenimi dobami. V poznejših fazah si je vrezala svojo strugo v lastne naplavine, kar dokazujejo številne terase. Na severovzhodnem robu Dravskega polja so se izoblikovale štiri terase. Najvišja se razteza od Teznega čez Tezenski gozd proti cesti Rogoza—Miklavž. Rob naslednje terase poteka vzporedno z višjo teraso od Maribora, mimo Brezij, Dogoš, Miklavža, Šmarjete, Njiverk na Ptujsko polje. Terasi sta za 1,8 ‰ nagnjeni proti Ptuj. Na levem bregu Drave je le nekaj ostankov teh teras pri Zgornjem Dupleku, v okolici Spodnjega Dupleka in v okolici Martina.

Najmlajša pleistocenska terasa poteka vzporedno z Dravo od Pobrežja, mimo Zrkovcev, Dogoš, Miklavža, Loke, Gerečje vasi in Zgornje Hajdine na Ptujsko polje. Pri Loki se od nje odcepi dva do tri metre nižja terasa, katere rob poteka vzporedno s cesto Maribor—Ptuj in naprej na Ptujsko polje. Ostanki te najnižje pleistocenske terase so ohranjeni tudi na Pobrežju ter med Zrkovci in Dogošami.

Predkvartarna podlaga na Dravskem polju

Zbrani podatki številnih vrtin kažejo, da je relief neprepustne podlage na območju Maribora najbolj razgiban. V pasu od današnje hitre ceste ob vznožju Pohorja proti sredini polja, nekako do črte Cirkovce—Starošince—Starše, je podlaga rahlo valovita in je nagnjena za 2,6 ‰ enakomerno proti vzhodu. V osrednjem delu polja, med Dravskim Dvorom in Kungoto, se zložno dviga hrbet nad okoljem. V pasu od Kungote do Zgornje Hajdine površje neprepustne podlage zopet enakomerno vpada proti vzhodu za okoli 2,7 ‰. Pri Zgornji Hajdini se strmec zelo poveča in znaša 10,4 ‰. Povečanje je v zvezi z globeljo v neprepustni podlagi, ki poteka vzporedno z današnjo strugo Drave od Zlatoličja prek Slovenje vasi, Skorbe do Pobrežja, kjer zavije proti vzhodu pravokotno na strugo Drave.

Greben visoko dvignjene neprepustne podlage, ki poteka po sredini polja od zahoda proti vzhodu, deli prodni zasip osrednjega dela Dravskega polja na severno in južno globel ter osrednjo plitvejšo polico. Ta oblika neprepustne podlage vpliva tudi na pretakanje podtalne vode. Severno od police teče po globeli močan tok podtalnice proti strojnici HE Zlatoličje in odvodnemu kanalu. Manj jasno je izražen tok po južni globeli, zasuti s prodom, od črpališča v Ši-kolah proti črpališčem Kidričevo in Skorba.

Neprepustna terciarna podlaga med Mariborom in Zgornjim Duplekom sestoji iz tortonskega laporja in peščenjaka z vložki laporja. Med Duplekom in Loko sestoji terciarna podlaga iz sarmatskega peščenega laporja z vložki peska. Vse vrtine na območju akumulacijskega jezera, jezu in odvodnega kanala vodne elektrarne Hajdoše ter vrtine vzdolž dovodnega in odvodnega kanala vodne elektrarne Zlatoličje so zadele pod kvartarnim prodom na pliocenski horizont Unio wetzleri, tj. na gosto zbit prod s peskom, konglomerat, lapor in glino.

Kvartarne naplavine

Pleistocenske naplavine Dravskega polja sestojijo iz proda s peskom in meljem, med katerega so vložene plasti in leče peska. Prod se je ponekod sprijel v plasti in leče rahlo vezanega konglomerata, debele pol metra do enega metra. Konglomeratni vložki so predvsem na robovih teras. Na severnem robu polja, v okolici Maribora, je prod mnogo bolj grob kot v osrednjem in južnem delu. V gramoznicah v Mariboru so med prodom vložene plasti zelo debelega proda, posamezni bloki merijo do enega metra v premeru. Pleistocenski prod vsebuje do 6 ‰ melja in 35 ‰ do 57 ‰ peska. Tudi po petrografski sestavi se pleistocenski prod močno razlikuje od pliocenskega. Pleistocenski prod vsebuje poleg kremenovih prodnikov tudi prodnike amfibolita, tonalita, gnajsa in redko apnenca. V pliocenskemrodu pa prevladujejo dobro zaobljeni kremenovi prodniki.

Pod nizko pleistocensko teraso se razprostira holocenska ravnica, ki spremlja Dravo od Maribora do Ptuja v pasu, širokem eden do tri kilometre. Ravnina je lahno valovita in presekana s starimi strugami in rokavi Drave. Pokriva jo holocenski pesek z meljem pol metra do tri metre na debelo. Pod peščeno-meljasto plastjo je prod s peskom zelo neenakomerne sestave. Po podatkih vrtin, izvrtnih v holocenski ravnini ob Dravi med Mariborom in Ptujem, se zelo hitro menjavajo plasti in leče proda s peskom, peska in peska s prodniki.

Debelina prodnega zasipa je, razen ob strugi Drave, dokaj enakomerna tako v vzdolžni kot v prečni smeri; v osrednjem delu polja znaša 22 m do 26 m in na severovzhodnem obrobju ob strugi Drave pet do petnajst metrov.

Pregledni hidrogeološki opis

Dravsko polje ima obliko pravokotnega trikotnika s hipotenuzo vzdolž Drave, zahodna kateta poteka po vzhodnem vznožju Pohorja, južna pa po severnem vznožju haloških goric. Med vznožjem Pohorja in črto Dragonja vas-Šikole-Podova pokrivajo površje polja slabo prepustne glinastopeščene naplavine pohorskih potokov. Debelina teh naplavin je dva do osem metrov. Pod glinastimi naplavinami leži prod z veliko primesi rjavkastega melja in gline; to kaže, da so ga nanесли pohorski potoki v pleistocenski epohi. Takrat je bila erozija na pobočjih Pohorja izredno močna zaradi subarktične vegetacijske odeje. Po takšnem sklepanju je prod pod glinastim pokrovom pleistocenske starosti, glinasti pokrov pa je bil odložen v holocenski epohi, ko so potoki ob visokih vodah naplavljalji v glavnem samo suspendirani material. V Hotinji vasi, Račah in v Gorici sega prodna plast do globine 18 m do 19 m pod površjem in jo pokriva 5,6 m do 8 m debela plast gline. Na južnem robu polja, južno od črte Jablane-Župečja vas-Lancova vas-Videm pri Ptujju pokriva meljasti in slabo zaglinjeni prod v glavnem glina. Debelina teh plasti ni znana, ker tod ni vrtin. Tukaj teče prav na meji med prodnim zasipom osrednjega dela polja in glinastimi plastmi južnega obrobja potok Reka, pritok Polskave. Osrednji del Dravskega polja je zapolnjen s fluvioglacialnimi prodnimi naplavinami Drave. Na pleistocenski ravnici je ta zasip prekrit s tenko plastjo zaglinjenega peščenega proda, na holocenski ravnici pa s plastjo meljastega peska, debelo pol metra do dva metra.

Debelina prodnih naplavin je na osrednjem delu Dravskega polja (pleistocenska terasa) dokaj enakomerna in znaša 22 m do 26 m. Prodnoplaščne naplavine nizke holocenske terase pa so debele le 4,5 m do 18 m. Neprepustna podlaga sestoji v severozahodnem delu polja iz miocenskega laporja, v osrednjem, južnem in vzhodnem delu pa iz zbitega pliocenskega peska, proda, konglomerata in gline. Prepustnost pliocenskega proda je sto do tisočkrat manjša od prepustnosti pleistocenskega proda. Po podatkih Laboratorija za mehaniko tal univerze Edvarda Kardelja v Ljubljani znaša koeficient prepustnosti pleistocenskega proda na območju HE Zlatoličje $3,4 \cdot 10^{-3}$ m/s, koeficient prepustnosti pliocenskega proda pa $5,3 \cdot 10^{-8}$ do $1,2 \cdot 10^{-7}$ m/s.

Prodne naplavine Dravskega polja so vodonosnik, ki se napaja s ponikovanjem pohorskih potokov (ponikovalnic) Pekrskega, Radvanjskega, Razvanjskega, Pivolskega, Hočkega, Polanskega in Rančkega potoka. Poleg tega se napaja podtalna voda Dravskega polja še z infiltracijo padavin, ki padejo na visoki prodni pleistocenski ravnici. Podtalnica odteka od zahoda proti vzhodu. Pod robom visoke pleistocenske terase se podtalnica drenira v izviri, katerih vodo zberejo Miklavška studenčnica, Struga in Studenčnica. Poskusna črpanja v vrtinah in vodnjakih na Dravskem polju kažejo, da je prodni zasip Drave zelo dobro prepusten. Vrednosti koeficienta prepustnosti podajamo v tabelah 1 in 2. Kljub manjši prepustnosti holocenske terase je prodni zasip Dravskega

Tabela 1. Koeficient prepustnosti na visoki terasi Dravskega polja (vrednosti v m/s)

Table 1. Permeability coefficient for the high terrace of the Drava field (values in m/s)

LOKACIJA WELL SITE	KOEFICIENT PREPUŠTNOSTI PERMEABILITY COEFFICIENT
Skorba V-2	$2,7 \cdot 10^{-3}$
Kidričevo V-5	$5,2 \cdot 10^{-3}$
Miklavž vodnjak - water well	$0,91 - 1,16 \cdot 10^{-3}$
Starše vodnjak - water well	$5,3 \cdot 10^{-3}$
HE Zlatoličje poskusni vodnjak - test hole	$3,4 - 4,4 \cdot 10^{-3}$
Župečja vas črpalna vrtina - pumping hole	$6,6 \cdot 10^{-3}$
Cirkovce črpalna vrtina - pumping hole	$3 \cdot 10^{-3}$

Tabela 2. Koeficient prepustnosti na nizki terasi Dravskega polja (vrednosti v m/s)

Table 2. Permeability coefficient for the low terrace of the Drava field (values in m/s)

LOKACIJA WELL SITE	KOEFICIENT PREPUŠTNOSTI PERMEABILITY COEFFICIENT
Zlatoličje Č-2	$1,3 - 7,7 \cdot 10^{-4}$
Slovenja vas Č-9	$3,1 \cdot 10^{-3}$
Zlatoličje Č-10	$5,5 - 6,9 \cdot 10^{-4}$
Zlatoličje Č-11	$2,5 \cdot 10^{-4}$
Zlatoličje Č-12	$5,5 - 7,9 \cdot 10^{-4}$
Starše Č-14	$1,1 - 6,6 \cdot 10^{-3}$
Starše Č-15	$1,4 - 5,5 \cdot 10^{-3}$
Hajdina termalno kopališče thermal watering-place	$1,1 - 1,9 \cdot 10^{-3}$

polja v celoti dobro prepusten. Na zahodnem in jugozahodnem obrobju polja je močno zaglinjen; tam je njegova prepustnost slabša, ni pa podatkov, koliko znaša.

Gladina podtalne vode je v glavnem nagnjena od zahoda proti vzhodu. V bližini odvodnega kanala HE Zlatoličje se upogne proti kanalu. V severnem delu polja, na območju Teznega in Zrkovec, teče podtalnica proti severu in severovzhodu in se drenira v Dravo. Med Hočami in Miklavžem teče proti vzhodu in napaja Miklavški potok, delno pa se drenira neposredno v Dravo. Gladina podtalnice ima strmec 2,6 do 3,5 ‰, na področju Miklavža pa celo 4,5 ‰. V osrednjem delu polja teče podtalnica proti vzhodu, pri Kidričevem se počasi preusmeri proti severovzhodu in ima strmec 1,4 do 1,8 ‰. Na območju Marjeta-Prepolje-Skorba teče proti kanalu HE Zlatoličje in ima strmec 3,2 ‰, v bližini odvodnega kanala pa 3,4 ‰ do 12 ‰ tik ob kanalu. Na južnem obrobju polja teče podtalna voda vzporedno s Polskavo od zahoda proti vzhodu.

Vodonosna prodna plast je po podatkih vrtin najtanjša na zahodnem obrobju, posebno pri Bohovi in Račah. Pri Bohovi je vodonosna plast debela manj kot pet metrov in pri Račah manj kot sedem metrov. Pri Hotinji vasi in Slivnici je vodonosna plast debelejša in znaša 12 do 13 m. Na celotnem zahodnem obrobju polja je prod precej meljast in delno zaglinjen; zato je tudi manj prepusten.

Na jugozahodnem in južnem obrobju polja je vodonosna plast debelejša. Povprečna debelina je 12 do 15 metrov. Precejšnja odebelitev vodonosne plasti se kaže na območju Cirkovec pri Šikolah, kjer doseže celo 20 metrov. Tudi na tem območju je prod meljast in zato nekoliko slabše prepusten kot v osrednjem delu polja.

Na pleistocenski terasi osrednjega dela polja je vodonosna prodna plast debela 9 do 20 metrov. Izrazito se vodonosna plast odebeli pri Dobrovcah, Prepoljah in Zlatoličju ter na območju Hajdoš. Tod je vodonosna plast debela 15 do 20 metrov. Med Trničami in Kungoto se stanjša na 9 do 12 metrov in sestoji iz čistega dravskega peščenega proda, ki je dobro prepusten.

Primerjava starih in novjših kart hidroizohips osrednjega dela Dravskega polja kaže, da je po izgradnji vodne elektrarne Zlatoličje padla gladina podtalne vode na območju med Hajdošami, Kungoto, Prepoljem, Staršami in Zlatoličjem za dva do tri metre. V neposredni bližini odvodnega kanala je padec gladine še večji — do devet metrov. Primerjava gladin podtalne vode v septembru 1980 (sušno obdobje) in novembru 1980 (po močnem deževju) kaže, da gladina niha v osrednjem delu polja za meter do poldruga metra. Na zahodnem obrobju polja, na območju ponikanja pohorskih potokov, je nihanje večje, do tri metre in celo več.

Možnosti zajetja podtalne vode na Dravskem polju

V vseh dosedanjih izračunih pretoka podtalne vode je zajeto Dravsko polje kot celota vključno s severozahodnim robom, ki je že skoraj v celoti urbaniziran in zato ne pride v poštev za nova zajetja podtalne vode. Iz priložene hidrogeološke karte je razvidno, da so na Dravskem polju tri med seboj več ali manj ostro ločene hidrogeološke enote. Vsaka od teh enot ima svojo lastno padavinsko zaledje ter poseben režim napajanja, otekanja in dreniranja pod-

talne vode. Skrajna severozahodna hidrogeološka enota Dravskega polja obsega hribovito zaledje Radvanjskega in Razvanjskega potoka ter visoko in nizko dravsko prodnato teraso na severu do Drave. Na jugu jo omejuje površinska razvodnica Razvanjskega potoka na Pohorju ter podzemeljska razvodnica, ki poteka po prodni dravski ravnini od Bohove do Dogoš.

Del podtalne vode črpajo v Betnavi, Bohovi ter v tovarnah Talis in TAM. Območje, skozi katerega se pretaka podtalna voda, je skoraj v celoti urbanizirano, zato tod ni mogoče zajeti podtalnice za pitno vodo brez dragih in težko izvedljivih varovalnih ukrepov. Razen tega je pretok podtalne vode majhen zaradi sorazmerno majhnega padavinskega zaledja in tanke vodonosne prodne plasti.

Druga hidrogeološka enota obsega hribovito zaledje Pivolskega, Hočkega in Polanskega potoka ter visoko dravsko prodno teraso do Drave. Na Pohorju jo omejuje površinska razvodnica obeh pohorskih potokov, na prodni ravnini pa na severu podzemeljska razvodnica Bohova-Dogoše, na jugu pa podzemeljska razvodnica Hotinja vas-Dravski Dvor—Starše. Južna podzemeljska razvodnica poteka nekako po robu vplivnega območja odvodnega kanala elektrarne Zlatoličje.

Podtalna voda v tej enoti se napaja s ponikovanjem Hočkega in Polanskega potoka ter z infiltracijo padavin, ki padejo na dravski prodni ravnici. Podtalnica odteka od obrobja Pohorja proti vzhodu, tj. proti Miklavški studenčnici in Dravi. Delno se izliva v Miklavško studenčnico, večidel pa neposredno v strugo Drave pod vodno gladino.

Tretja hidrogeološka enota obsega hribovito zaledje Rančkega potoka ter ravnico od vznožja Pohorja do Drave na severozahodu in Reke, oziroma Polskave na jugu. Na Pohorju jo omejuje površinska severna razvodnica Rančkega potoka, na dravski prodni ravnici pa na severu podzemeljska razvodnica Hotinja vas-Dravski Dvor-Starše. Na jugu poteka meja te enote vzdolž potokov Reke in Polskave ter po zaglinjenem in zamočvirjenem ozemlju med povodjem Drosarice in Polskave. Vodnjaki na tem območju kažejo, da se nahaja v produ pod glinastim pokrovom podtalna voda, ki odteka od obrobja Pohorja, oziroma Rančkega potoka, Framskega potoka in Drosarice proti vzhodu, tj. proti odvodnemu kanalu elektrarne Zlatoličje in Strugi ter Pobreški studenčnici. Reka in Polskava vsaj pri nizkem in srednjem vodnem stanju ne napajata podtalne vode.

V prvi, najsevernejši hidrogeološki enoti Dravskega polja ni umestno graditi novih zajetij vode zaradi že obstoječih starih zajetij in sorazmerno goste naseljenosti ozemlja. V drugi hidrogeološki enoti, ki obsega ozemlje med Bohovo, Miklavžem, Dravo in Hotinjo vasjo ter Staršami je najugodnejše mesto za zajetje podtalne vode pri vasi Dobrovce v bližini dovodnega kanala elektrarne Zlatoličje. Tod je vodonosna plast pri nizkem vodnem stanju debela okrog 15 m. V tretji hidrogeološki enoti, ki obsega srednji in južni del Dravskega polja do Fram in Zgornje Polskave na zahodu ter Reke in Polskave na jugu, podtalno vodo že črpajo v Skorbi, Lancovi vasi, Kidričevem, Šikolah in v manjših črpališčih. Vodonosna prodna plast je najdebelejša med Prepoljem in Zlatoličjem ter Ptujšekom in med vasjo Cirkovce ter zajetjem Šikole. V bližini zajetja Šikole seveda ni umestno graditi novega črpališča, pač pa je mogoče obstoječe povečati.

Na območju med Prepoljem, Zlatoličjem (kanalom) in Ptujšekom bi bilo mogoče zajeti vso podtalno vodo, ki sedaj odteka v odvodni kanal elektrarne Zlatoličje.

Na Dravskem polju so torej najugodnejše razmere za izvedbo zajetij pri Dobrovcah, Šikolah in Zlatoličju. Črpanje velikih količin podtalne vode bo seveda povzročilo močno znižanje gladine na ožjih območjih črpališč ter nekoliko manjše znižanje v njihovem vplivnem območju, tj. predvsem proti toku podtalne vode. Kolikšna bodo znižanja, v sedanji fazi raziskav ni mogoče oceniti. Pomanjkljivi so namreč še podatki o prepustnosti in debelini vodonosne prodne plasti. V nadaljnjih fazah se bodo ti podatki dopolnili, nato pa bo možno z matematičnim modeliranjem dokaj zanesljivo napovedati stanje gladin v načrtovanih črpališčih kot tudi najprimernejši razpored vodnjakov. Z umetnim bogatenjem podtalne vode iz dovodnega kanala elektrarne Zlatoličje pa bo seveda možno znižanje gladine podtalne vode zmanjšati ali pa gladino celo dvigniti, kar bo vplivalo na povečanje izdatnosti načrtovanih zajetij. Tudi to varianto bo mogoče obdelati in bolj zanesljivo ovrednotiti z matematičnim modeliranjem v naslednjih fazah raziskave.

Kvaliteta podtalne vode na Dravskem polju

Leta 1981 smo v sodelovanju z Zavodom za zdravstveno varstvo Maribor vzeli na Dravskem polju 19 vzorcev podtalne vode in šest vzorcev vode iz p horskih potokov, ki ponikujejo v prod in napajajo podtalno vodo. Vzorci so bili nato analizirani v laboratoriju Zavoda za zdravstveno varstvo Maribor. Mesta vzorčevanja smo enakomerno razporedili po celotnem polju. V prvi vrsti smo vzorčevali črpališča ter nekatere piezometriške vrtnice in vaške vodnjake. Na večjem delu polja vsebuje podtalnica nitrata, ponekod nad dopustno mejo, kar je posledica agrotehničnih posegov. Na območju med tovarno aluminija Kidričevo in Turniščem, oziroma izviri turniške studenčnice pa je v vodi preveč cianidov. Vzrok onesnaževanja je iskati v prenikanju odpadnih voda v podtalnico, bodisi iz tovarne glinice, ali sosednjega podjetja Pleskar. Sledove cianidov, ki ne presegajo dovoljene meje, vsebuje tudi voda v črpališčih Kidričevo in Skorba (Ptuj); onesnaženje izvira iz istega vira. Poleg tega je pokazala analiza cianide v vzorcih podtalnice na zelo širokem območju med Miklavžem, Rogozo, Dobrovci in Staršami. Vsebnost je sicer manjša od dopustne meje, vendar opozarja na onesnaževanje. Cianidi prihajajo iz nepoznanih zasutih odlagališč galvanskih odpadkov, ali iz odpadnih voda manjših obrtnih delavnic.

Pesticide vsebuje voda Framskega potoka in potoka Prednica, ki ponikuje v gramoznici v bližini črpališča Šikole (Slovenska Bistrica); tudi voda v črpališču vsebuje pesticide. Onesnaženje je posledica slabo prečiščenih odpadnih voda iz tovarne Pinus v Račah.

Na istem širokem območju, kjer so bili določeni v vzorcih podtalnice sledovi cianidov (Miklavž, Rogoza-Dravski Dvor-Starše), ter na območju med Kidričevim, Turniščem in Lancovo vasjo je podtalnica onesnažena z naftnimi derivati in topili. Vzrok zaenkrat še ni znan. Možni povzročitelji so Petrolova skladišča v Hočah, letališče in tovarna glinice.

Kemične analize kažejo, da je podtalna voda na Dravskem polju povečini še primerna za pitno vodo, vendar je že rahlo onesnažena s cianidi in naft-

nimi derivati, v črpališču v Šikolah pa tudi s pesticidi. Če se bo onesnaževanje nadaljevalo, v bližnji bodočnosti podtalna voda na večjem delu polja ne bo več pitna. Zato je treba zahtevati v prvi vrsti od vseh velikih znanih onesnaževalcev, da prečističujejo odpadne vode ter poiskati tudi manjše, še neznane onesnaževalce.

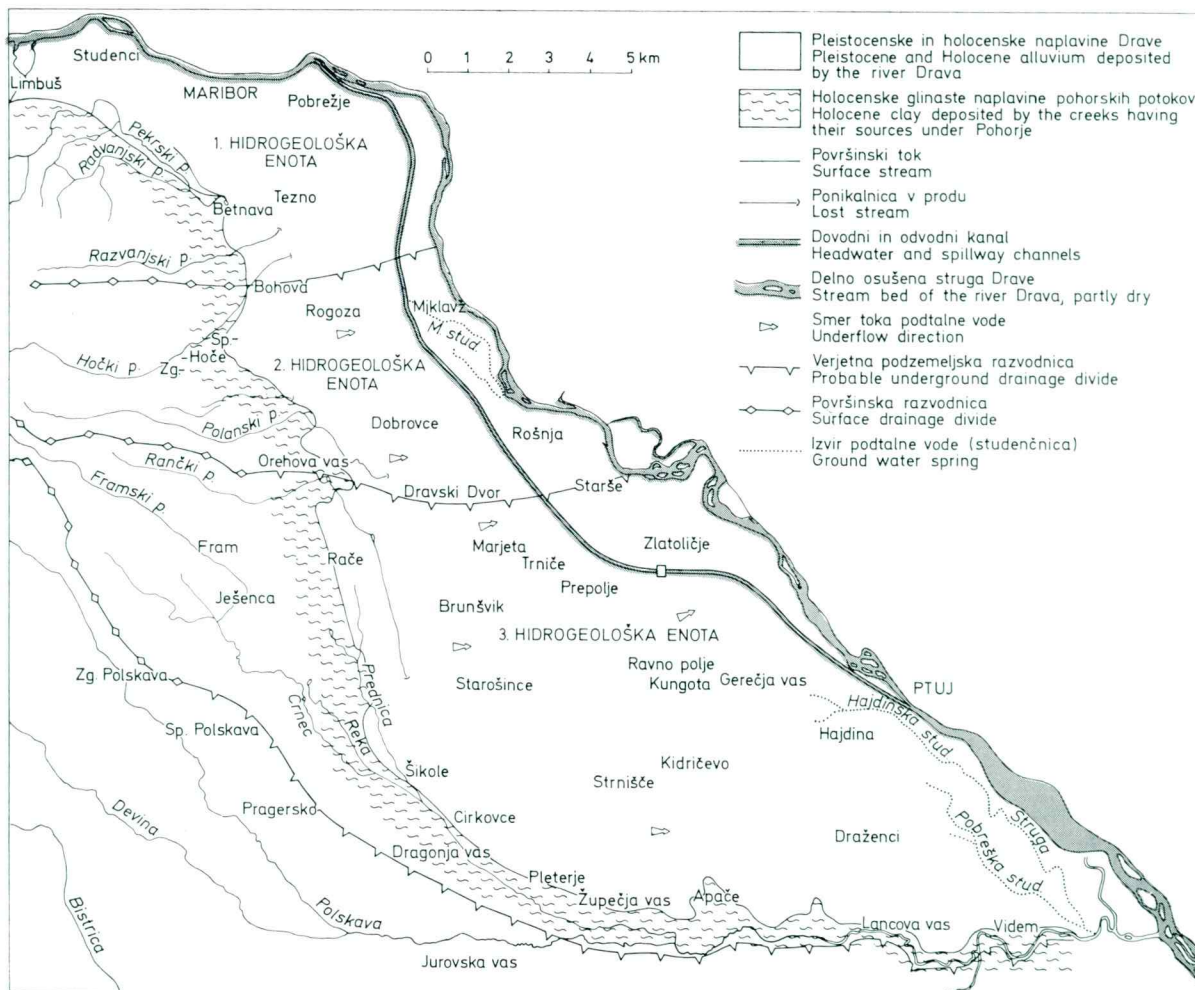
Nadaljnje raziskave

Hidrogeološke raziskave v letih 1980 in 1981 so pokazale, da prodni vodonosnik na Dravskem polju ni enoten, kot so mislili doslej. Razlike v načinu napajanja in dreniranja podzemske vode so namreč tolikšne, da se vodonosnik deli na tri hidrogeološke enote. Prva obsega manjši del polja severno od Bohove in Dogoš ter hribovito zaledje Radvanjskega in Razvanjskega potoka. Ta del polja je urbaniziran, zato podtalna voda na tem območju ne pride v poštev za zajetje.

Druga hidrogeološka enota obsega del Dravskega polja med Bohovo in Dogašami na severu ter Hotinjo vasjo, Dravskim Dvorom in Staršami na jugu. Poleg tega zajema tudi hribovito zaledje Pivolskega, Hočkega in Polanskega potoka. Na Pohorju jo omejuje površinska razvodnica Pivolskega in Polanskega potoka, na prodni dravski ravnini pa na severu podzemska razvodnica Bohova-Dogoše, na jugu pa podzemska razvodnica Hotinja vas-Dravski Dvor-Starše. Južna podzemska razvodnica poteka nekako po robu drenažnega lijaka odvodnega kanala HE Zlatoličje. Podtalna voda se v tej enoti napaja s ponikovanjem Hočkega in Polanskega potoka ter z infiltracijo padavin na dravski prodni ravnini. Odtoka od obrobja Pohorja proti vzhodu, proti Miklavški studenčnici in Dravi. Delno se izliva v Miklavško studenčnico, večidel pa neposredno v Dravo pod vodno gladino. Kot najprimernejše mesto za vodarno se je pokazalo gozdnato območje severovzhodno od vasi Dobrovce.

Tretja, največja hidrogeološka enota obsega hribovito zaledje Rančkega potoka ter dravsko ravnino od obrobja Pohorja na zahodu do Drave na severovzhodu in od črte Hotinja vas-Dravski Dvor-Starše na severu, do Reke, oziroma Polskave na jugu. Na Pohorju jo omejuje površinska razvodnica Rančkega potoka, na dravski prodni ravnini pa na severu podzemska razvodnica Hotinja vas-Dravski Dvor-Starše. Na jugu poteka meja te enote vzdolž potočkov Reke in Polskave ter po zaglinjenem in zamočvirjenem ozemlju med povodjem Drosarice in Polskave. Vodnjaki na tem območju kažejo, da se nahaja v produ pod glinastim pokrovom podtalna voda, ki odteka proti Dravskemu polju. Podtalna voda odteka od obrobja Pohorja, oziroma Rančkega potoka, Framskega potoka in Drosarice proti odvodnemu kanalu HE Zlatoličje in Strugi ter Pobreški studenčnici. Reka in Polskava vsaj pri nizkem in srednjem vodnem stanju ne napajata podtalne vode (v nasprotju s starimi nepreverenimi podatki).

V tretji hidrogeološki enoti podtalno vodo že črpajo v Šikolah, Kidričevem, Skorbi in Lancovi vasi ter še v nekaterih manjših črpališčih. Skupna količina vode, ki jo črpajo pa je znatno manjša od pretoka podtalne vode skozi to območje, zato bo možno zajeti še dodatne količine vode. Raziskave so pokazale, da bi bilo najprimerneje zajeti dodatne količine vode s povečanjem črpališča v Šikolah in z novim črpališčem med Prepoljem in Zlatoličjem. S tem črpališčem bi zajeli podtalno vodo, ki sedaj odteka v odvodni kanal HE Zlatoličje.



Sl. 1. Pregledna hidrogeološka karta Dravskega polja
Fig. 1. General hydrogeologic map of the Drava field

Kemične analize vzorcev podtalne vode, vzetih enakomerno po vsem polju, so pokazale sledove onesnaženja na posameznih delih polja. Na območju med Miklavžem, Rogozo, Dravskim Dvorom in Staršami so vzorci vode vsebovali sledove cianidov in naftnih derivatov. Prav tako tudi na območju med tovarno glinice in aluminija Kidričevo, Skorbo, Turniščem in Lancovo vasjo. Preveč pesticidov vsebuje voda Framskega potoka in potoka Prednica ter v črpališču Šikole. Na območju med Kidričevim in Turniščem podtalna voda vsebuje več cianidov, kot jih dovoljuje pravilnik iz leta 1980, zato ni primerna kot pitna voda. V vodi črpališča Šikole se vsebnost pesticidov že približuje najvišji dovoljeni meji. Kolikor ne bodo veliki onesnaževalci prenehali s ponikovanjem onesnaženih odpadnih voda v podtalnico (posredno ali neposredno), bo postala podtalnica na velikih delih polja neprimerna ali pa komaj uporabna kot pitna voda.

V nadaljevanju raziskav bo treba posvetiti posebno pozornost kvaliteti podtalne vode. Z njimi bomo lažje določili večje, pa tudi manjše onesnaževalce podtalne vode, ki so za sedaj povečini še neznani, oziroma njihov delež pri onesnaževanju še ni dokazan.

Območja, ki so se po dosedanjih raziskavah pokazala kot najprimernejša za izgradnjo črpališč, bo treba podrobneje raziskati z vrtinami, poizkusnimi vodnjaki in dalj časa trajajočimi poizkusnimi črpanji. Na tej podlagi bo mogoče točneje določiti število vodnjakov, njihovo medsebojno razdaljo ter izdatnost črpališč, vplivna območja črpališč in obseg varstvenih pasov. Za točnejšo določitev vplivnega območja črpališč bo treba izdelati tudi matematični model podtalne vode, da bi mogli simulirati vpliv črpanja na gladino podtalne vode. V letu 1980 je bil izdelan začasni matematični model podtalne vode Dravskega polja. Ta se dokaj dobro ujema z naravnim stanjem. Bilanca podtalne vode, sestavljena na podlagi matematične simulacije pretakanja podtalne vode, je pokazala na veliko odvisnost napajanja podtalne vode od poniklih padavin na prodni ravnini Dravskega polja. Velikost infiltracije se doslej še ni merila, zato bo treba zgraditi lizimetro postajo v bližini enega izmed črpališč na osrednjem delu polja.

Literatura

Breznik, M. & Žlebnik, L. 1962, Geološke razmere na območju projektiranih hidroelektrarn na Dravi med Mariborom in Ptujem. *Geologija* **7**, Ljubljana.

Breznik, M. 1967, Račun dotoka iz podtalnice v globoko gradbeno jamo strojnice hidroelektrarne Srednja Drava I. *Geologija* **10**, Ljubljana.

Castany, G. 1963, *Traité pratique des eaux souterraines*. Dunod, Paris.

Kruseman, G. P. & De Ridder, N. A. 1970, *Analysis and evaluation of pumping test data*. Wageningen, The Netherlands.

Maksimov, V. M. 1979, *Spravočnoe rukovodstvo gidrogeologa*. Nedra, Leningrad.

Žlebnik, L. 1966, Hidrogeološka razmere na območju strojnice elektrarne Srednja Drava I. stopnja. *Geologija* **9**, Ljubljana.