



VODE LJUBLJANSKEGA BARJA



Zbirka poljudnoznanstvenih knjižic: VODNI DETEKTIV

Naslov: VODE LJUBLJANSKEGA BARJA

Zasnova in besedilo: Marta Vahtar

Ilustracije: Marta Vahtar, zasnova karakterjev Janez Adamič (ilustracije razvoja iškega vršaja na str. 11 so pripravljene na osnovi ilustracij Marjana Pečarja na informativnih tablah "Učna pot ob Iški – okljuk")

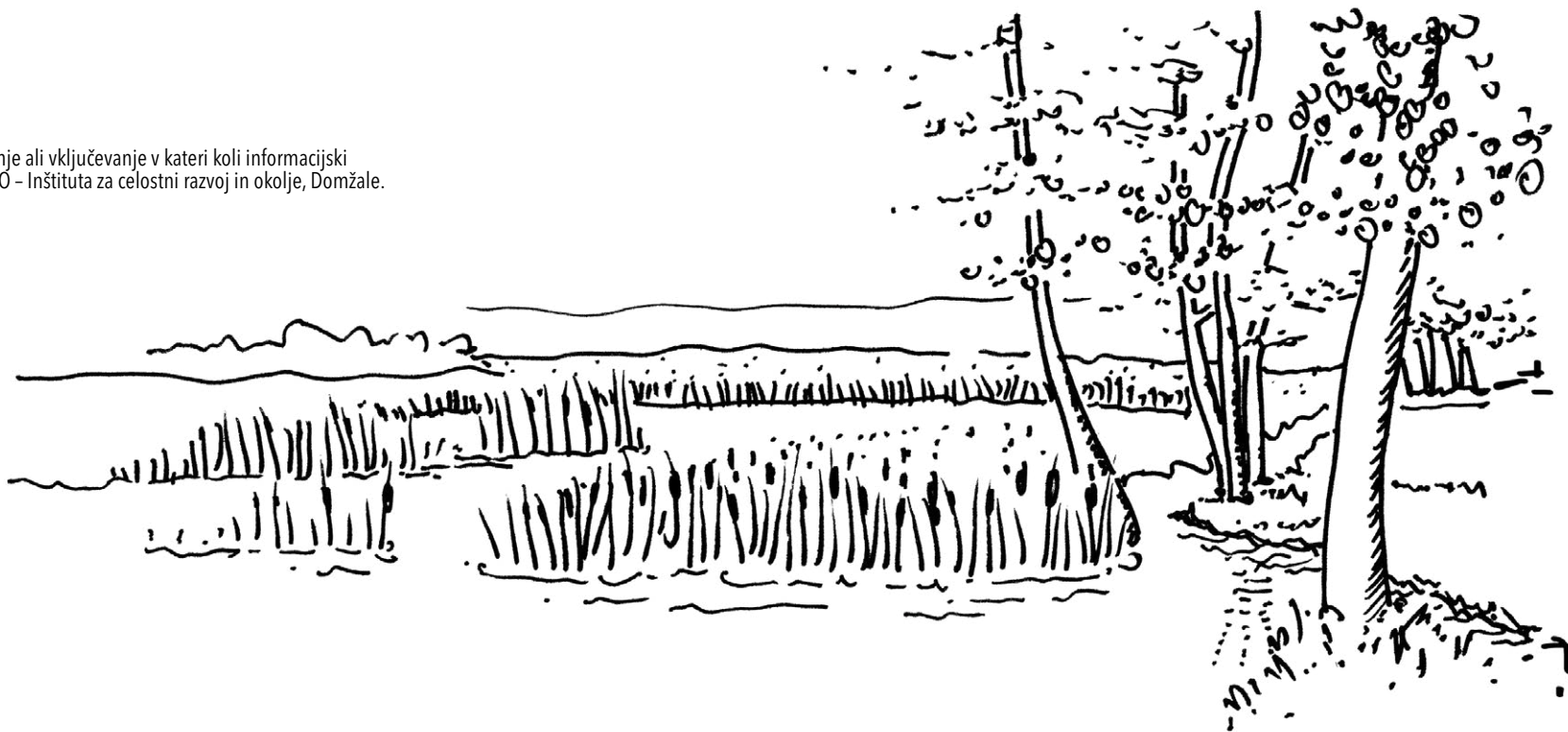
Oblikovanje in priprava na tisk: Eva Brvar Ravnikar

Izdal in založil: ICRO Domžale

Leto izdaje: 2019

© Vse pravice so pridržane. Reproduciranje, fotokopiranje ali vključevanje v kateri koli informacijski sistem ni dovoljeno brez predhodnjega dovoljenja ICRO – Inštituta za celostni razvoj in okolje, Domžale.

VODE LJUBLJANSKEGA BARJA



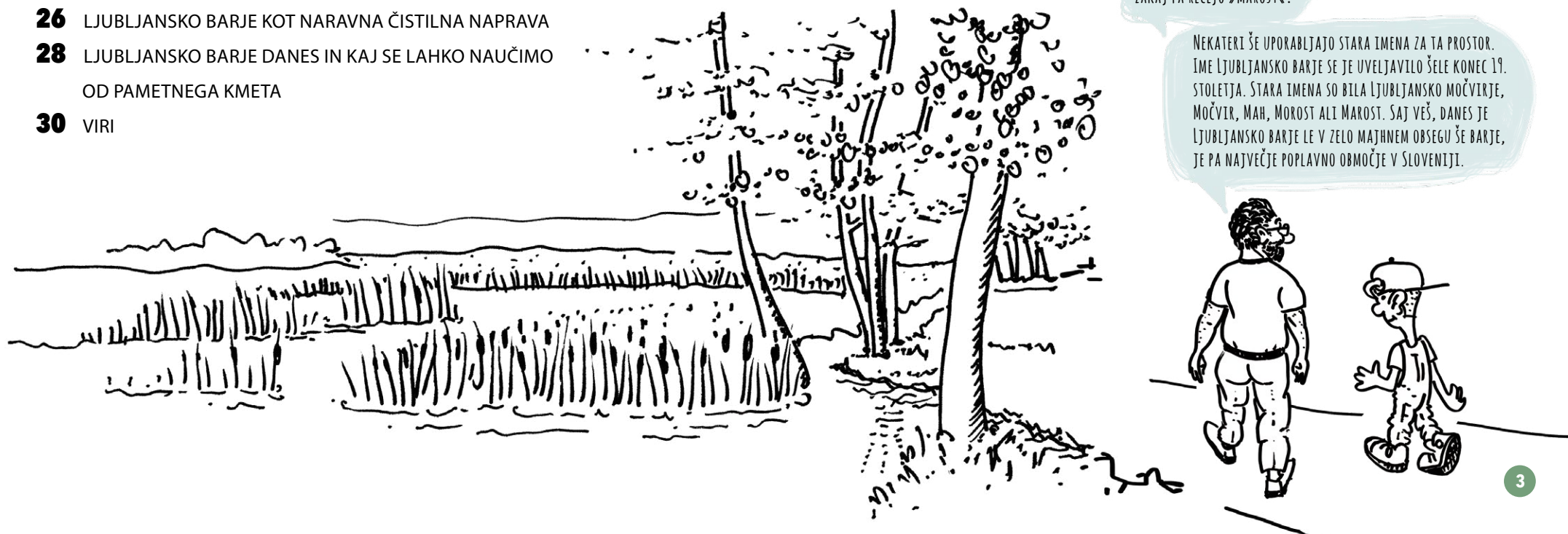
- 3** KNJIŽICI NA POT
- 4** LJUBLJANSKO BARJE
- 6** REČNA MREŽA
- 8** REKA IŠKA IN NJEN HUDOURNIŠKI ZNAČAJ
- 10** PODZEMNA VODA LJUBLJANSKEGA BARJA
- 12** VODARNA BREST IN VODONOSNIK IŠKEGA VRŠAJA
- 14** POPLAVE NA LJUBLJANSKEM BARJU
- 16** LJUBLJANSKO BARJE - NAJVEČJI ZADRŽEVALNIK POPLAVNE VODE
- 18** KAKO LJUBLJANSKO BARJE NI POSTALO ZITNICA EVROPE
- 20** KAKO SE V NARAVI VODA SAMA OČISTI?
- 22** KAJ SE LAHKO NAUČIMO OD KOLIŠČARJEV – PRVIH NASELJENCEV BARJA
- 24** LJUBLJANICA – POMEMBNA PLOVNA POT V ANTIKI
- 26** LJUBLJANSKO BARJE KOT NARAVNA ČISTILNA NAPRAVA
- 28** LJUBLJANSKO BARJE DANES IN KAJ SE LAHKO NAUČIMO
OD PAMETNEGA KMETA
- 30** VIRI

Knjižica je namenjena širjenju znanja o vodi na Ljubljanskem barju med najširšo publiko, saj je prav voda tista, ki ta prostor najbolj zaznamuje tako z vidika vidnega, to je izjemne barjanske krajine, kot tudi tistega, očem skritega, kar se dogaja pod našimi tlemi. Voda je na Ljubljanskem barju povsod in v najrazličnejših oblikah. Najdemo jo kot površinske vodotoke, izsuševalne jarke, jezera, barjanska okna, nizka in visoka barja, močvirja, pa tudi kot številne izvire in bruhalnike, najdemo jo v različnih zemeljskih plasteh, v kraških in nekraških kamninah, v prodnih in meljastih nanosih, v polžarici in nenazadnje kot poplavno vodo, ki nas vsakih nekaj desetletij preseneti s svojo razsežnostjo.

Knjižica "Vode Ljubljanskega barja" je prva v seriji poljudnoznanstvenih knjižic o Ljubljanskem barju, ki skuša vode Ljubljanskega barja predstaviti kar najbolj celostno in pokazati na medsebojno povezanost med posameznimi naravnimi procesi in pojavi ter našim delovanjem. Zato ne gre v globino posameznega procesa ali pojava temveč skuša podati le osnove in predstavlja nekakšen uvod v tematiko prihodnjih knjižic.

ZAKAJ PA REČEJO »MAROST«?

NEKATERI ŠE UPORABLJAJO STARA IMENA ZA TA PROSTOR. IME LJUBLJANSKO BARJE SE JE UVELJAVILO ŠELE KONEC 19. STOLETJA. STARA IMENA SO BILA LJUBLJANSKO MOČVIRJE, MOČVIR, MAH, MOROST ALI MAROST. SAJ VEŠ, DANES JE LJUBLJANSKO BARJE LE V ZELO MAHNM OBSEGU ŠE BARJE, JE PA NAJVEČJE POPLAVNO OBMOČJE V SLOVENIJI.



LJUBLJANSKO BARJE

Ljubljansko barje se nahaja na skrajnem južnem delu Ljubljanske kotline in se razprostira na površini 163 km². Sestavlja ga obsežna ravnina, iz katere se dvigajo številni, z gozdom poraščeni dolomitni osamelci (Kostanjevica, Veliki vrh, Grič, Brdo, Gradišče, Dobčenica, Plešivica itd.). Podobo barjanske krajine dopolnjujejo izsuševalni jarki, drobna parcelacija ter grmovne in drevesne živice z obvodnim rastjem, ki predstavlja pomembne ekološke koridorje.

Za percepcijo Ljubljanskega barja je pomemben tudi njegov reliefni rob – to je hribovje, ki ga obdaja. Nastalo je namreč kot udorina, saj se je pred 2,5 milijoni let celotna Ljubljanska kotlina pogreznila za cca 200 m. Predvsem je izrazit njegov južni rob s prostorsko dominantno Krimom. V prostoru lahko razberemo tudi mnogo lokalnih poudarkov s cerkvenimi zvoniki. Mnogi osamelci in vrhovi so priljubljene razgledne točke, od koder se odpirajo pogledi na obsežno barjansko ravnico.

Ljubljanica je glavni vodotok Ljubljanskega barja in ima številne pritoke. Zaradi kmetijske rabe in poselitve je večina vodotokov reguliranih. Ob njih je ohranjenega nekaj obvodnega rastja. Sicer pa so za barje značilni melioracijski jarki, ki sledijo parcelaciji in se ponekod zaradi opuščanja pridelave ne obnavljajo več. Prisotne so tudi stoječe vode – jezera, barjanska okna in ribniki. Krajinski posebnosti sta jezero pri Podpeči in ribniki v Dragi.

Zaradi nepropustne podlage voda ob močnejših deževjih prestopi bregove in začasno poplavi okoliška območja. Poplave imajo velik vpliv na značilnosti Barja. Pojavijo se nekajkrat letno, predvsem v jesensko-zimskem času, včasih tudi spomladi.

Poselitev je večinoma umeščena na robove Ljubljanskega barja na rahlo dvignjene lege, ki jih ne dosežejo poplave. V notranjosti Barja je poselitev ob in na Barskih osamcih. Ljubljansko barje si danes upravno deli sedem občin: Občina Borovnica, Občina Brezovica, Občina Ig, Mestna občina Ljubljana, Občina Log-Dragomer, Občina Škofljica in Občina Vrhnika.

KAJ JE BARJE?

BARJE JE POSEBEN TIP MOKRIŠČA ZA KATEREGA JE ZNAČILNO STALNO ALI OBČASNO ZASTAJANJE VODE. PORASLO JE Z VODOLJUBNIMI IN VLAGOLJUBNIMI RASTLINAMI, IZ KATERIH NASTAJA ŠOTA. ŠOTA NASTAJA IZ ODMRLIH RASTLINSKIH DELOV, PREDVSEM ŠOTNIH MAHOV, KI ZARADI POMANJKANJA ZRAKA NE RAZPADEJO V HUMUS, AMPAK SE V PROCESU POOGLENITVE SPREMENE V ŠOTO..

ŠOTA?

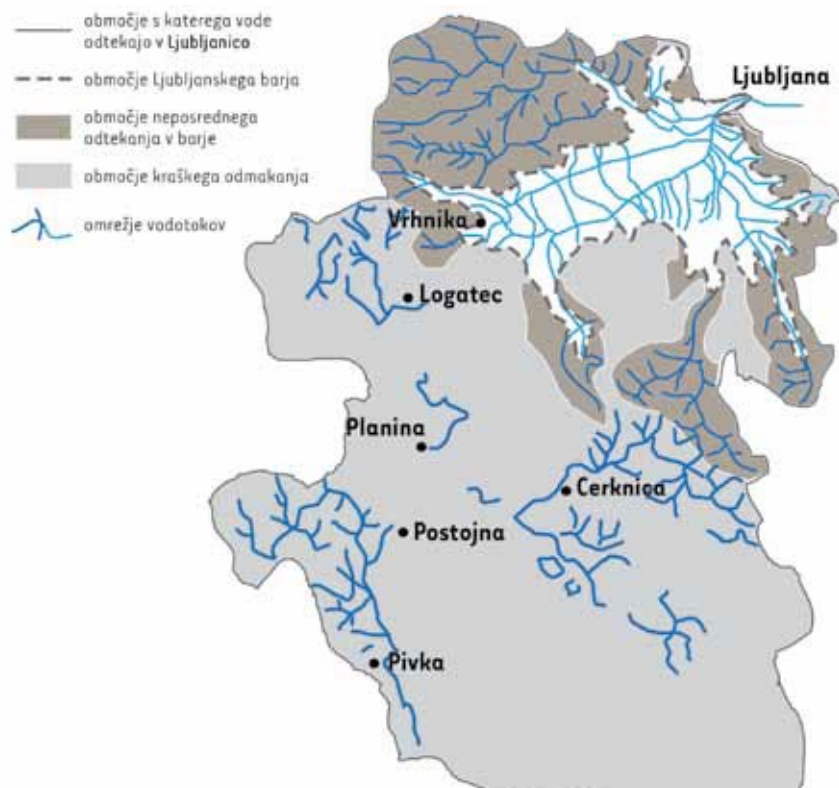
VČASIH SO ŠOTO REZALI, JO SUŠILI IN JO UPORABLJALI KOT KURIVO. Z BARJANSKO ŠOTO SO SE VČASIH GRELI LJUBLJANČANI, ŠOTA JE POGANJALA VLAKE IN PARNIKE ...



REČNA MREŽA

Osrednji vodotok Ljubljanskega barja je Ljubljanica, ki predstavlja enega izmed tipičnih kraških vodotokov. Ljubljanica izvira na zahodnem robu Ljubljanskega barja iz več kraških izvirov pri Vrhniku, ter teče preko celotnega barja v smeri proti vzhodu in se po 40 km izlije v Savo. Za Ljubljanico je značilno, da predstavlja nadaljevanje številnih vodotokov, ki izvirajo in ponikajo na kraških poljih v njenem zaledju (Loško polje, Cerkniško polje, Postojnsko-Pivško polje, Planinsko polje). Zaradi tega se Ljubljanici pravi tudi reka sedmih imen.

Ljubljanica dobi na Ljubljanskem barju številne pritoke z leve in desne strani. S severa pritekajo na Ljubljansko barje površinski vodotoki iz Polhograjskega hribovja, med katerimi je najpomembnejša Gradaščica z Malim Grabnom, ki se v Ljubljanico izliva v Ljubljani. Gradaščica ima izrazit hudourniški značaj, zato lahko ob intenzivnih padavinah njen pretok hitro naraste, njene visoke vode pa pri izlivu povzročijo zajezitev Ljubljanice. Drugi levi pritoki Ljubljanice so še Podlipščica, Zrnica, Drobetinka, Radna.

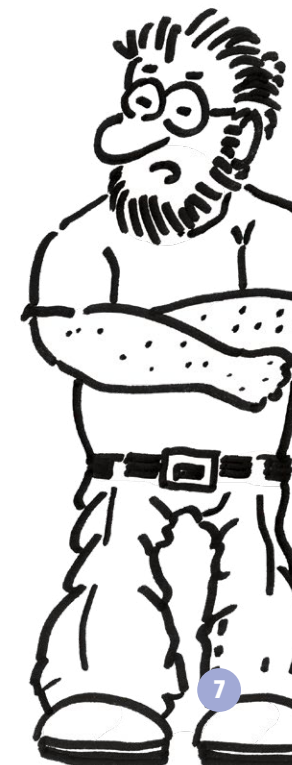


Z desne strani se v Ljubljanico stekajo tako kraški kot nekraški pritoki. Na južnem robu barja se pojavljajo številni kraški izviri, kjer prihaja na površje voda iz kraškega zaledja, južno od Ljubljanskega barja. Dokazano je, da se sem podzemno pretaka tudi voda s Cerkniškega in Loškega polja. Najpomembnejša tovrstna izvira sta Ljubija in Bistra, čeprav je takšnih večina manjših desnih pritokov Ljubljanice. Drugi večji desni pritoki Ljubljanice pritečejo na Ljubljansko barje kot površinski vodotoki. To so Borovniščica, Iška, Ižica in Želimeljščica in imajo vsi izrazito hudourniški karakter.

Pomemben element hidrografske mreže oz. vodnega režima predstavlja tudi obsežna reža kanalov, ki so bili izvedeni za potrebe osuševanja barja. Skupna dolžina tovrstne mreže kanalov znaša kar 740 km, od katerih je 160 km velikih, 580 km pa malih kanalov.

LINTVERN JE KRAŠKA ZNAMENITOST. TO JE OBČASNI BRUHALNIK ALI ZAGANJALKA, KI BRUHA VODO V DOLOČENIH PRESLEDKIH, VMES PA IZVIR DELNO ALI POVSEM PRESAHNE. O TEM, DA BRUHA ZMAJEVE MLADIČE, JE PISAL ŽE J. V. VALVASOR (1689), ČEPRAV JE ŠLO V RESNICI ZA ČLOVEŠKE RIBICE, KI JIH OBČASNO IZPLAKNE IZ KRAŠKEGA PODZEMLJA.

ZAKAJ PA SO VČASIH REKLI, DA LINTVERN, IZVIR POTOKA BELE, BRUHA ZMAJEVE MLADIČE?



REKA IŠKA IN NJEN HUDOURNIŠKI VRŠAJ

Komaj 30 km dolga reka Iška, ki s svojimi pritoki priteče z vzhodnega dela notranjske planote (Krimsko-Mokrško pogorje), je v apnenčasto-dolomitno podlago zarezala od 300 do 400 metrov globoko ozko rečno dolino ter ustvarila slikovit in izletniško atraktiven Iški vintgar. Na prehodu na ravnino Ljubljanskega barja pa je ustvarila kmetijsko izredno rodovitno Iški vršaj.

Iški vršaj je naplavinna geomorfološka oblika. Gre za pahljačast nanos sedimentov, ki jih je reka Iška nanosila v neotektonsko udorino Ljubljanskega barja v poznem pleistocenu, ko naj bi na povirju Iške zaradi znižanja gozdne meje prevladovali periglacialni procesi z intenzivnim preperevanjem kamninske osnove in nastajanjem obilice drobirja, ki ga je Iška nosila v nižje predele. Vršaj je nastal na prehodu reke iz ozke doline Iškega vintgarja na prostrano ravnino Ljubljanskega barja, saj se je močno zmanjšal strmec reke in je ta izgubila erozijsko in transportno moč.

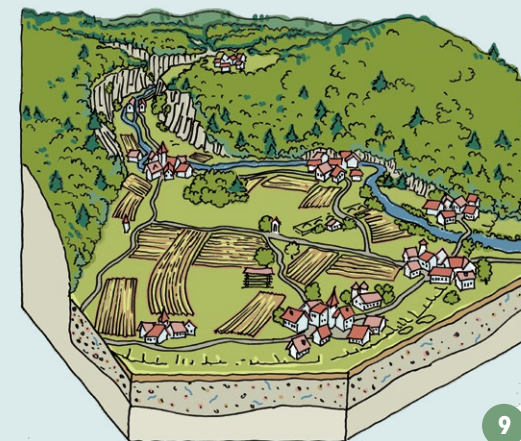
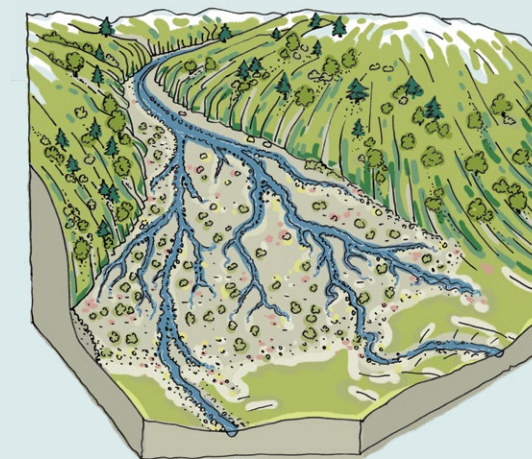
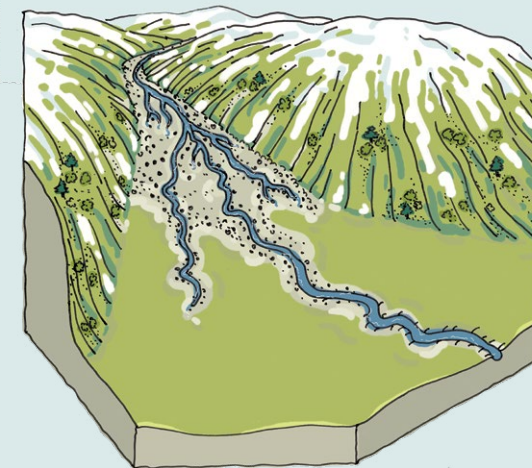
JA, ZATO JE PA TAKO POMEMBNO, DA V GOZDU NE DELAMO GOLOSEKOV. DREVEŠA IN GRMOVNICE S POMOČJO KORENIN VEŽEJO GORNJI SLOJ TAL IN TAKO PREPREČUJEJO IZPIRANJE OZIROMA EROZIJO. FEBRUARJA 2014 JE ŽLED POŠKODOVAL VELIKO DREVES, KAR JE POVZROČILO EROZIJO TAL.

Torej, ker ni bilo gozda ali pa je bil ta zelo redek, hkrati pa so se menjavale dobe poledenitve in otoplitve, je bila prisotna močna erozija. Zato je nastalo tako veliko kamninskega drobirja, ki ga je voda prinesla s pobočij, da se je izoblikoval kar 100 metrov debel vršaj?

VODA JE ODNESLA TUDI VSE MOJE PALICE!



Zato je skozi čas odložila in akumulirala prinesen grobozrnat drobir (prod, pesek in melj) v do 100 m debeli plasti, ki danes predstavlja enega najbogatejših vodonosnikov Ljubljanskega barja. Prodnati vršaj je na stiku z uravnanim barjem prekrit z glinastimi jezerskimi sedimenti (polžarica) in barjanskimi sedimenti (šota). Vršaj Iške se nahaja med naseljema Tomišelj in Ig. Gre za nekoliko dvignjen svet, ki leži nad povsem uravnanim površjem Ljubljanskega barja in je zato varen pred stalnimi poplavami močvirnatega Ljubljanskega barja, zato je bil od nekdaj privlačen za poselitev. Zaradi 30 do 40 cm debele, dobro prepustne in izredno rodovitne rjave prsti območje prodnatega vršaja velja tudi za kmetijsko najprivlačnejši del ravnine Ljubljanskega barja. Poselitev je zato skoncentrirana na robovih vršaja, kjer so številni izviri pitne vode, saj tam vršaj prehaja v močvirno barjansko ravnico.

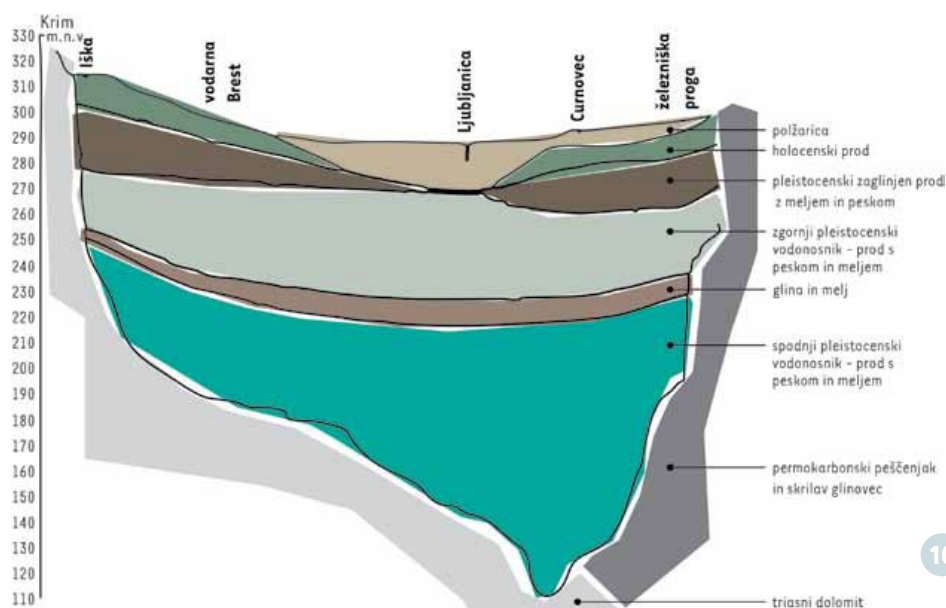


PODZEMNA VODA LJUBLJANSKEGA BARJA

Ljubljansko barje je več kot 150 m globoka udorina, razsekano s številnimi prelomi, ki so jo v pleistocenu in holocenu zapolnili rečni in jezerski sedimenti. Podlago sedimentom sestavljata na južnem, zahodnem in osrednjem delu zgornjetriasni dolomit in jurski apnenec, na severnem in vzhodnem pa permokarbonski skrilavi glinovec in peščenjak. Kamninska osnova je v vzhodnem delu Ljubljanskega barja pogreznjena globlje kot v zahodnem delu. Skozi prodne plasti se pretaka podzemna voda, ki je na precejšnjem delu Barja pod arteškim pritiskom.

Na Ljubljanskem barju v splošnem ločimo štiri med seboj bolj ali manj ločene vodonosnike, to je plasti kamnin ali sedimenta, ki so bogate s podzemno vodo. Vodonosniki so torej porozne zemeljske plasti, ki vsebujejo podzemno vodo v takšnih količinah, da jih lahko črpamo. To so na Ljubljanskem barju v splošnem:

- holocenski prodni vodonosnik s prosto gladino podzemne vode, kjer je prodni nanos na površini, kakršen je na primer lški vršaj;
- zgornji pleistocenski vodonosnik z arteškim nivojem podzemne vode, kjer so prodni nanosi prekriti z debelo plastjo polžarice;
- spodnji pleistocenski vodonosnik s subarteškim nivojem podzemne vode,
- ter najgloblji, kraško-razpoklinski karbonatni vodonosnik, ki tvori kamninsko matično osnovo velikega dela udorine Ljubljanskega barja.



Vodonosni sistem Ljubljanskega barja je pomemben vir pitne vode za Ljubljano in njeno širšo okolico, predvsem zaradi velikih količin podzemne vode prodnih arteških vodonosnikov, ki je pod barjanskimi glinasto-meljnimi usedlinami razmeroma dobro zaščiten pred onesnaženjem s površine. Najpomembnejše črpališče je vodarna Brest, ki iz vodonosnika lškega vršaja načrpa 10% pitne vode za oskrbo Ljubljane ter številnih naselij občin Ig in Brezovica. Poleg tega se zlasti v južnem delu barja nahajajo tudi nekatera druga črpališča podzemne vode. Skladno s tem je velik del Ljubljanskega barja varovan kot vodovarstveno območje vodnih virov. Kakovost zajetih vodnih virov je ogrožena zaradi velikih obremenitev iz razpršenih virov onesnaževanja (kmetijstvo, neurejena odvodnja komunalnih voda, razpršena urbanizacija).

Leta 2002 so arheologi na območju koliščarskega naselja Stare gmajne pri Verdunašli leseno diskasto kolo z osjo, ki pripada vozu dvokolesniku ali cizi, ki ga je običajno gnalo govedo. Kolo je staro več kot 5000 let, kar ga uvršča v najstarejšo najdbo te vrste v Evropi. Kolo je sestavljeno iz dveh debelih jesenovih desk in štirih vrinjenih grebenastih hrastovih letev. Številne najdbe kalupov, talilnih loncev in šob za pihalne mehove pa dokazujejo, da so koliščarji z Barja izdelovali tudi kovinske predmete iz bakra.

Koliščarska naselja prikazujejo, kako se je takratni človek s svojimi naselji prilagodil na življenje ob jezeru, ki mu je nudilo hrano, pa tudi zaščito pred divjimi živalmi. Predvsem pa je način poselitve omogočal prilagoditve na veliko naravno dinamiko spreminjanja mostiščarskega jezera, ki ga je verjetno zaznamovalo veliko nihanje gladine jezera.

POSEBNA ZNAČILNOST LJUBLJANSKEGA BARJA JE ARTEŠKA PODZEMNA VODA, KI JE POD PRITISKOM, ZARADI ČESAR JE NA BARJU PRECEJ ENOSTAVNO PRITI DO VODE. SKOZI POLŽARICO JE POTREBNO ZGOLJ ZAVRTATI ALI ZABITI ČEV USTREZNEGA PREMERA (4 - 7 CM) IN ARTEŠKA VODA SAMA PRITEČE NA POKRŠJE.

POLŽARICA?

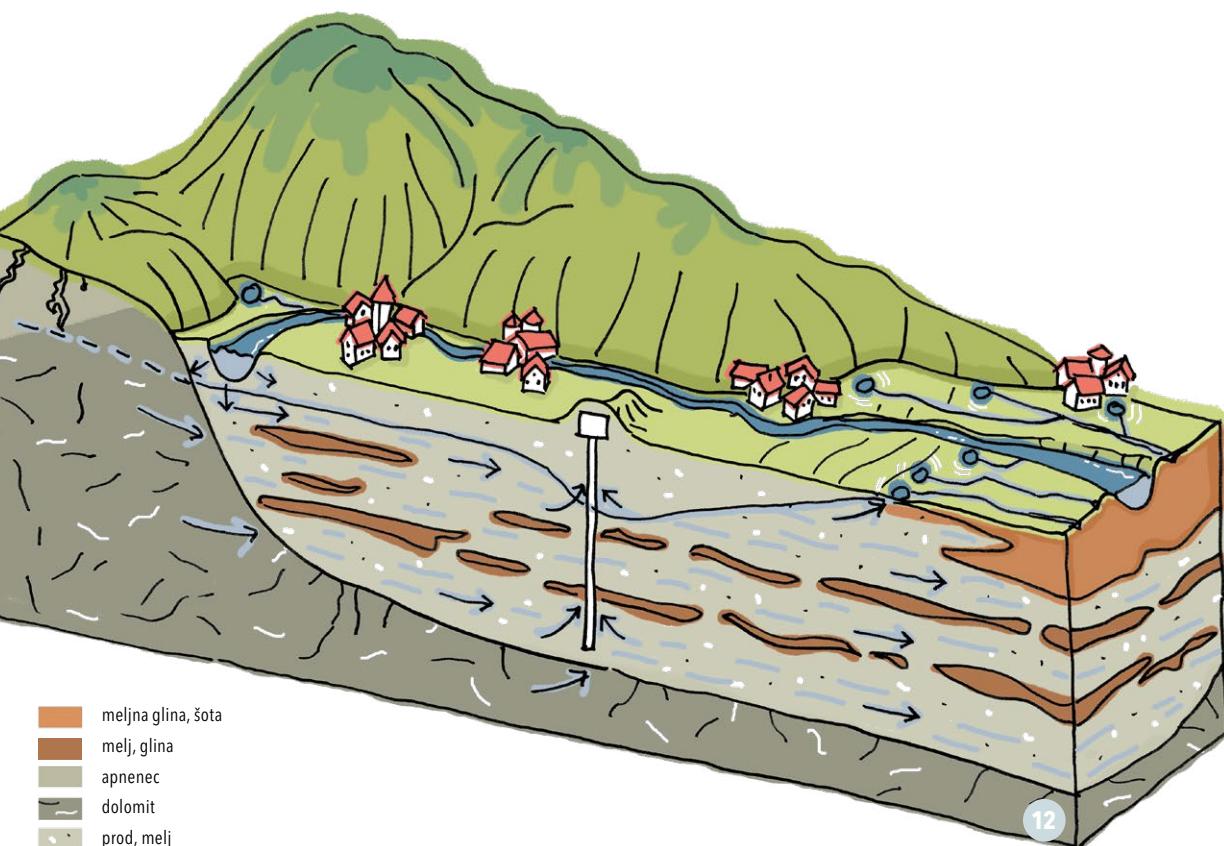


TO JE POSEBNA OBLIKA GLINE, KI SE JE ODLOŽILA NA DNU MOSTIŠČARSKEGA JEZERA PRED 4000 LETI! POLŽARICA SE IMENUJE ZARADI ŠTEVILNIH OSTANKOV LUPINIC POLŽEV, KI JIH NAJDEMO V NJEJ. TA GLINA SIVE BARVE SE ZELO LAHKO GNETE IN VSEBUJE TUDI DO 75% VODE!!



VODARNA BREST IN VODONOSNIK IŠKEGA VRŠAJA

Neotektonska udorina Ljubljanskega barja je napolnjena z jezerskimi in rečnimi sedimenti, kjer je svoj vršaj nanosila tudi Iška. Dinamiko podzemne vode ob reki Iški v največji meri pogojujejo hidrološke razmere v karbonatnem zaledju Krmsko-Mokrškega pogorja, ki so slabo poznane. Na območju Iškega vršaja ni ločenih vodonosnikov, so le plasti z različno prepustnostjo (različne mešanice prod in melja), vmes pa se pojavljajo leče melja in gline z zelo slabo prepustnostjo. Plast prod, peska in melja je globoka od več deset do sto in več metrov. Kamninska podlaga je deloma dolomitna, deloma apnenčasta. Na zunanjem robu vodonosnik Iškega vršaja prekrivajo jezerski in barjanski sedimenti (glina in šota). Vodonosnik poleg Iške in podzemne vode iz kraškega zaledja napajajo padavine.



V vodarni Brest je 12 vodnjakov, od tega 9 plitvih (do 28 m globine) in 3 globoki (do 100 m globine). Načrpajo do 120 l/s vode. Ker je vodonosnik Iškega vršaja bolj ali manj enoten – vmes ni enovite neprepustne plasti, ki bi vodonosne plasti ločila na dva dela – se ob nizkih vodostajih in ob sušah gladina podzemne vode spusti in plitvi vodnjaki, ki imajo običajno zelo velik pretok, ostanejo povsem brez vode. To se poslabšuje s podnebnimi spremembami in v obdobjih, ko je poraba vode večja – na primer ob povečanem namakanju poljščin v sušnem obdobju leta.

Za Iški vršaj je zelo pomembna močna povezava površinskih in podzemnih voda, saj je vodonosnik zelo plitev in sorazmerno slabo zaščiten. Zaledje Iškega vršaja je kraško, kar pomeni, da se površinska voda neposredno steka v podzemno preko podzemnih kanalov in razpok, ki jih je voda ustvarila v apnencu in dolomitu skozi dolga geološka obdobja. Sam vršaj, kjer se na globini manj kot 10 metrov že nahajajo bogate zaloge podzemne vode, pa pred onesnaženjem s površja ščiti zgolj sorazmerno tanka plast dobro prepustnih tal.

OB POPLAVAH JE VODA
ODNESLA ZGORNJI
ZABLATEN DEL STRUGE,
POD TEM JE BIL DOBRO
PREPUŠTEN PROD IN
IŠKA JE PONIKNILA
V KRAŠKO PODZEMLJE.
TO SE JE ŽE VEČKRAT
ZGODILO! PRED TEM
MED DRUGO SVETOVNO
VOJNO NA Približno
ISTEM MESTU.

LE KAJ VSE SE JE
TAKRAT SPRALO S
POVRŠJA V GLOBOKE
PLASTI VODONOSNIKA!

GOTOVO
TUDI KAKŠNA
MOJA KOST ...



POPLAVE NA LJUBLJANSKEM BARJU

Ena najpomembnejših značilnosti Ljubljanskega barja so poplave. Redne oziroma vsakoletne poplave zalijejo osrednje dele barja v površini 2,4 km² ali 15% celotne površine barja. Ob večjih poplavah je pod vodo skoraj polovica celotne površine barja ob izrednih dogodkih, kakršna je bila na primer poplava leta 2010, pa je pod vodo praktično celotno območje Ljubljanskega barja. Ljubljansko barje je največje poplavno območje v Sloveniji.

OB VELIKIH POPLAVAH JE LJUBLJANSKO BARJE ZOPET JEZERO. SAMO MOSTIŠČARJI ŠE MANJKAJO!

VEŠ, RAZISKAVE RAZPOREDITVE POLŽARICE IN DRUGIH ILOVNATIH SEDIMENTOV NAKAZUJEJO, DA JE TEŽA O OBSTOJU VELIKEGA JEZERA VERJETNO POMANJKLJIVA. VELIKA RAZNOLIKOST POLŽARICE NA LJUBLJANSKEM BARJU NAMREČ SPOMINJA NA POGOSTO POPLAVLJEN RAVNINSKI SVET, KI GA PREČKAJO ŠTEVILNI VODNI TOKOVI TER USTVARJAJO S SVOJIM NASIPAVANJEM TER ZASTAJANJEM VODE V NIŽJIH DELIH RAVNINE POGOJE ZA TRAJNEJŠE ZASTAJANJE VODE.

Torej, mostiščarsko jezero je bila verjetno velika poplavna ravnica katere najgloblji del je bil stalno pod vodo, v preostalem ravninskem delu pa so se razmere stalno spreminjale. Vodna gladina je zaradi stalnih poplav verjetno močno nihala, reke pa so si stalno ustvarjale nove struge.

Najpogostejši vzrok poplav so padavine, posebno takrat, ko v zelo kratkem obdobju pade velika količina dežja, ki sproti ne more odteči. Na Ljubljanskem barju je dejavnikov, ki vplivajo na nastanek poplav več. Pomemben dejavnik so nekraški površinski vodotoki, zlasti hudourniški reki Gradaščica in Iščica, ki ob izdatnih padavinah v svojih povirjih hitro narastejo, poplavijo in zajezijo Ljubljanico ter preprečijo njen odtok. Zaradi tega pride do hitrega dviga njene gladine in poplavljanja. Pomemben dejavnik poplav so tudi močne padavine v kraškem zaledju Ljubljanskega barja, ki zaradi hitrega odtoka iz kraškega sveta in podzemlja pritečejo na barje v obliki številnih kraških izvirov, ki ob visokih vodah bruhajo vodo iz svojih kraških izvirov na robu barja.

Za poplave na Ljubljanskem barju pa je pomembno tudi dejstvo, da je površje barja skoraj ravno. Zaradi tega ima Ljubljanica minimalen padec. Na 26 km dolgem toku med Vrhniko in Ljubljano ima Ljubljanica le 4 metre padca, zaradi česar je njen tok zelo počasen. To seveda vpliva tudi na odtok poplavne vode in zelo počasno zniževanje visokih voda.

Poplave so najpogostejše ob spomladanskem in jesenskem deževju ter pozimi in trajajo po večini nekaj dni. Globina poplavne vode je največja med Sinjo Gorico in Notranjimi Goricami, kjer pri stoletnih vodah doseže globino tudi do 150 cm.



LJUBLJANSKO BARJE NAJVEČJI ZADRŽEVALNIK POPLAVNE VODE V SLOVENIJI

Ljubljansko barje je največje poplavno območje v Sloveniji in pri stoletni poplavni vodi meri nekaj manj kot 80 km² in zadrži skoraj 35 mio m³. Poplave so sicer naraven pojav, lahko pa nastanejo kot posledica človekovih posegov v naravo. S krčenjem gozda in močvirij ter širjenjem urbanizacije na poplavno ravnico se v prostoru zmanjšuje možnost zadrževanja padavin, povečujeta pa se količina vode in hitrost vodnega toka, s tem pa tudi obseg in pogostost poplav.

Prav v povezavi s človekovimi vplivi Ljubljansko barje z vidika poplav kaže dve povsem različni sliki. Poplavni svet po barju vzdolž Ljubljanice je zaradi pogostih poplav ohranil vse ključne značilnosti poplavnega območja. Gre za poplavno območje z obsežnimi mokrišči, zadnjimi ostanki barij in ekstenzivno kmetijsko rabo, kjer se poplave pojavljajo redno, običajno nekajkrat letno. Njive, večina prometnicin naselja so na nekoliko višjem terenu ali na osamelcih, osrednji del Barja pa je ostal neposeljen, z izjemo naselij Lipe in Črne vasi, ki je nastala kot kolonizacijsko naselje ob poskusih izsušitve barja.

Povsem drugačno sliko pa kaže poplavno območje ob spodnjem toku hudourniške Gradaščice, kjer se na poplavne površine nezadržno širi južni rob Ljubljane (Vič, Rožna dolina, Rudnik). Ta del Barja (južni rob Ljubljane) v ničemer ne spominja na poplavno območje, saj je v celoti močno urbanizirano, vodotoki pa so kanalizirani. Tudi stanovanjske hiše so zgrajene tik ob Malem grabnu (spodnji tok Gradaščice). Celotni južni del Ljubljane s preko 30.000 prebivalci je poplavno zelo ogrožen, kar so nazorno pokazale poplave septembra 2010. Vse večje nadaljnje pozidave in nasutja na tem območju zato predstavljajo zelo velika tveganja za povečanje ogroženosti prebivalcev Barja in južnega dela Ljubljane saj se Barju s tem zmanjšuje zadrževalni volumen.

Prva resna nevarnost poplav v Ljubljani sega v pozni srednji vek, ko se je z rastjo srednjeveške Ljubljane kot centra Kranjske pojavil problem rednih poplav. Ko je v 16. in 17. stoletju Nizozemska dosegla neverjeten razvoj in stopnjo znanja obvladovanja vode z gradnjo nasipov, regulacijo vodotokov in gradnjo izsuševalnih kanalov, se je to znanje širilo po vsej Evropi. V Ljubljani so se začeli ukvarjati z idejo o regulaciji Ljubljanice in izsuševanju barja med Igom in Ljubljano z namenom zmanjšanja nevarnosti poplav. Leta 1780 se je odprl Gruberjev prekopmed Grajskim hribom in Golovcem, ki je povečal odtok Ljubljanice. V dvajsetih letih 19. stoletja je prišlo do poglobitve Ljubljanice, odstranitve mlinov oz. jezov na njej ter do poglobitve Gruberjevega kanala. Leta 1930 so se dela na Ljubljanici nadaljevala in od takrat je Ljubljana skozi staro mestno jedro betonski kanal, ki ima tlakovano tudi dno. Zaradi urbanizacije barja in predvsem južnega roba Ljubljane pa problem poplav za Ljubljano še danes ni rešen.

PROSTOR JE KOT VELIKA POSODA.
ČE VODI VZAMEŠ PROSTOR, KAMOR SE
LAHKO UMAKNE, SE BO RAZLILA DRUGJE!
RES PA JE TUDI, DA SO EKSTREMNE
PADAVINE ZARADI PODNEBNIH SPREMENB
VSE POGOSTEJŠE. TUDI TO POVZROČA
DODATNE POPLAVE.

LEGALIZACIJA ČRNIH GRADENJ JE ŠE POSEBEJ
SPORNA TAM, KJER TO PREPOVEDUJEJO VARSTVENI
REŽIMI ZARADI DOLOČENIH NARAVNIH RAZMER.

PROTIPOPLAVNI UKREPI SO
OBVAROVALI ČRNE GRADNJE PRED POPLAVAMI.
LAHKO SE ZGODI, DA BODO STARE KMETIJE,
KI PREJ NIKOLI NISO BILE POPLAVLJENE,
SEDAJ POPLAVNO OGROŽENE!



KAKO LJUBLJANSKO BARJE NI POSTALO ŽITNICA EVROPE

V drugi polovici 18. stoletja je direktor Tobačne izvedel prvi uspešen poskus izsušitve Barja med Vičem in Brezovico in uredil kmetijske površine. To je opogumilo Marijo Terezijo, da je naročila izsušitev Barja s ciljem, da to območje postane žitnica celotne monarhije. Priprava načrtov za izvedbo kanala, ki bi del vode Ljubljanice speljal mimo Ljubljane in poglobitev Ljubljanice je bila zaupana Gabrijelu Gruberju. Leta 1772 se je začela gradnja kanala, ki je trajala do leta 1780. Po odprtju Grubarjevega prekopa, ki je povečal odtok Ljubljanice, je gladina podtalnice v kratkem času upadla za 75 cm. Kljub temu izsušitev Barja za potrebe kmetijstva ni bila uspešna, in dela so se za 30 let ustavila.



MARIJA TEREZIJA JE IMELA VIZIJO, DA BO LJUBLJANSKO BARJE SPREMENILA V ŽITNICO EVROPE. PRISELJENCEM SO RAZDELILI OD 5 DO 20 ORALOV POVSEM NEOBDELANE ZEMLJE.

REZANJE IN PRODAJA ŠOTE V MESTO ZA KURIVO JE BIL NJIHOV EDINI VIR PREŽIVETJA. KO SO IZKOPALI ŽE PRECEJ ŠOTE, SO PRIČELI OBDELOVATI RAZGALJENO ZEMLJO, TRAVNIKE, VRTOVE IN NJIVE.

VSAKOLETNE POPLAVE SO JIM POGOSTO UNIČILE ČISTO VSE. KASNEJE, KO SE S TEM NISO MOGLI VEČ PREŽIVLJATI, SO SE ZAPOSILILI V MESTU.

... ŽITNICA EVROPE ...



Industrijska revolucija 19. stoletja je pocenila gradnjo kanalov in mesto je naročilo nadaljevanje regulacijskih del na Ljubljani in Gruberjevem kanalu ter osuševalnih del na Barju. Poglobili in razširili so Ljubljano in Gruberjev kanal, na osrednjih predelih Barja pa je bila izkopana mreža odvodnih jarkov (vsega skupaj cca 500 km), strugo Ljubljanice pa se je uravnalo. Zgradili so tudi cesto izžanko in leta 1825 se je začela načrtna kolonizacija Barja z zasnovo in poselitvijo Črne vasi.

Priseljenci so se z veliko vneme lotili poljedelstva, a to ni bilo uspešno, saj je bila zemlja kisla in neobdelana. Na srečo so že v prvih letih kolonizacije ugotovili, da se pravo bogastvo Ljubljanskega barja skriva v izkopavanju šote. Plast šote je bila debela od enega do dveh metrov, ponekod pa celo do 6 metrov. Tako so se namesto s kmetijstvom priseljenci začeli množično ukvarjati z izkopavanjem šote, ki je služila kot kurivo mnogih novo-osnovanih industrijskih obratov v Ljubljani.

Intenzivno izkoriščanje oz. odstranjevanje šote je znižalo površje Ljubljanskega barja. Zemljišča so se še dodatno zniževala tudi zaradi razpadanja šote, ki nastopi po izsušitvi. Zaradi znižanja terena je voda ponovno pričela zastajati in poplave so postale vse obsežnejše. V letih po drugi svetovni vojni se je izsuševanje nadaljevalo, vendar je bil uspeh teh posegov manjši od pričakovanega. Kljub stalnim naporom – večkratnemu poglobljanju večjih odvodnikov in širitvi melioracijske mreže – so poplave ostale stalnica Ljubljanskega barja, ideja o Barju kot žitnici Evrope pa je zaenkrat opuščena.

BARJE NAM NUDI ŠTEVILNE EKOSISTEMSKESKE STORITVE. ZADRŽUJE IN ČISTI VODO, JE BIOTSKO PESTER PROSTOR, SLIKOVITA KRAJINA NUDI ŠTEVILNE MOŽNOSTI REKREACIJE ...



KAJ SE LAHKO NAUČIMO OD KOLIŠARJEV – PRVIH NASELJENCEV BARJA

Najstarejša arheološka sled človeka na Ljubljanskem barju je iz dobe med starejšo in mlajšo kameno dobo. Leta 1875 so v bližini Iga na Ljubljanskem barju, severno od današnjega Iga, prvič našli na ostanke koliščarskega naselja. Danes je na območju Ljubljanshgea barja odkritih več kot 40 prazgodovinskih koliščarskih naselbin. Te so s prekinitvami živele v obdobjih neolitika, bakrene in bronaste dobe, t. j. v času od 4600 pa do 1500 p.n.št., ko je današnje poplavno ravnilo na Ljubljanskem barju še prekrivalo jezero. Dve skupini kolišč iz okolice Iga sta od leta 2011 vključeni tudi na UNESCO seznam svetovne dediščine.

Koliščarji so bili lovci, poljedelci in živinorejci. Živel so v lesenih naselbinah na robu jezera, zgrajenih na lesenih kolih ter zabitih v jezersko dno ali obrežje. Izdelovali so odlično izdelane, črne žgane, fino zglajene lončene posode okrašene z vrezi. Dokazano je, da so trgovali z ljudstvi, ki so živela vse od Bližnjega vzhoda do evropskega severa.

Leta 2002 so arheologi na območju koliščarskega naselja Stare gmajne pri Verdunašli leseno diskasto kolo z osjo, ki pripada vozu dvokolesniku ali cizi, ki ga je običajno gnalo govedo. Kolo je staro več kot 5000 let, kar ga uvršča v najstarejšo najdbo te vrste v Evropi. Kolo je sestavljeno iz dveh debelih jesenovih desk in štirih vrinjenih grebenastih hrastovih letev. Številne najdbe kalupov, talilnih loncev in šob za pihalne mehove pa dokazujejo, da so koliščarji z Barja izdelovali tudi kovinske predmete iz bakra.

Koliščarska naselja prikazujejo, kako se je takratni človek s svojimi naselji prilagodil na življenje ob jezeru, ki mu je nudilo hrano, pa tudi zaščito pred ždivjimi živalmi. Predvsem pa je način poselitve omogočal prilagoditve na veliko naravno dinamiko spreminjanja mostiščarskega jezera, ki ga je verjetno zaznamovalo veliko nihanje gladine jezera.



LJUBLJANICA – POMEMBNA PLOVNA POT



RIMSKIM VOJAKOM JE
PO ODSLUŽITVI OBVEZNE
20-LETNE SLUŽBE PRIPADAL
BODISI ZNESEK DENARJA,
S KATERIM SO SI LAHKO
PRIVOŠČILI STAROSTNO
PRESKRBO IN MEŠČANSKO
ŽIVLJENJE, BODISI
USTREZNA POSEST.

Z DODELJEVANJEM
POSESTI JE RIM SISTEMATIČNO
KOLONIZIRAL POLITIČNO POMEMBNE,
A ŠE NEKULTIVIRANE PREDDELE.
TAKŠNO JE BILLO TUDI OBMOČJE
ANTIČNEGA IGA.

JA, NAMESTO NJIV
SO NAM DODELILI
MOČVARE!

Ljubljana je od nekdaj služila kot plovna pot, saj je vse od svojih vodnatih kraških izvirov velika, globoka in mirno tekoča reka primerna za plovbo. Nastanek in razvoj poselitve na območju Vrhnik je tesno povezan z ladjami in prometom po reki. V obdobju antike se je tedanje naselje imenovalo Nauportus, ki je sestavljena iz grške sestavine naus 'ladja' in latinske portus 'pristanišče'. Naselje je bilo pomembna postaja na tovarni poti Akvileja (Oglej v današnji Italiji) in Segestika (Sisak v današnji Hrvaški). Naselje doživelo največji razcvet v času cesarja Avgusta, ki je dal zgraditi cesto od Ogleja čez Hrušico in Vrhniko v rimsko Emono, ker je želel vojaško in gospodarsko povezati kraške in alpske pokrajine ter Podonavje z Italijo.

Naravno okljukasto pot Ljubljanice so najprej spremenili Rimljani, ki so potrebovali hitrejšo prometno povezavo od Podpeškega kamnoloma do gradbišč tedanje Emone. Tudi sicer je Ljubljansko barjeznano po številnih najdbah iz antičnega rimskega obdobja. Barje so prepletli s prekopi, njegovo obrobje pa s cestami, ki so jih odkrili pod zgornjo plastjo šote. V tistih časih so naselja na obrobju barja predstavljala pomembne postanke na trgovskih poteh.

Po antičnih najdbah z območja Ljubljanskega barja se območje Iga in Iškega vršaja uvršča na četrto mesto v Sloveniji, takoj za Ptujem, Ljubljano in Celjem. Na tem območju je bilo najdenih preko 120 rimskih kamnitih nagrobnikov. Antična odkritja nakazujejo, da so na območju večine današnjih naselij Iškega vršaja že v antiki obstajali zaselki ali posamezne kmetije. Ig z okolico je imel v rimskem obdobju status domačega mesta ali večje vaške naselbine v sklopu emonskega kolonialnega teritorija. V antični Ig se je iz Emone prišlo po Ljubljani in potem po Iščici, kjer sta bila tudi pristanišče in nakladališče. Ig je Emono oskrboval s stavbnim lesom, sicer pa je bilo na območju antičnega Iga poleg kmetijstva in gozdarstva razvito še oglarstvo, kovaštvo, kamnoseštvo, lov in brodarstvo.

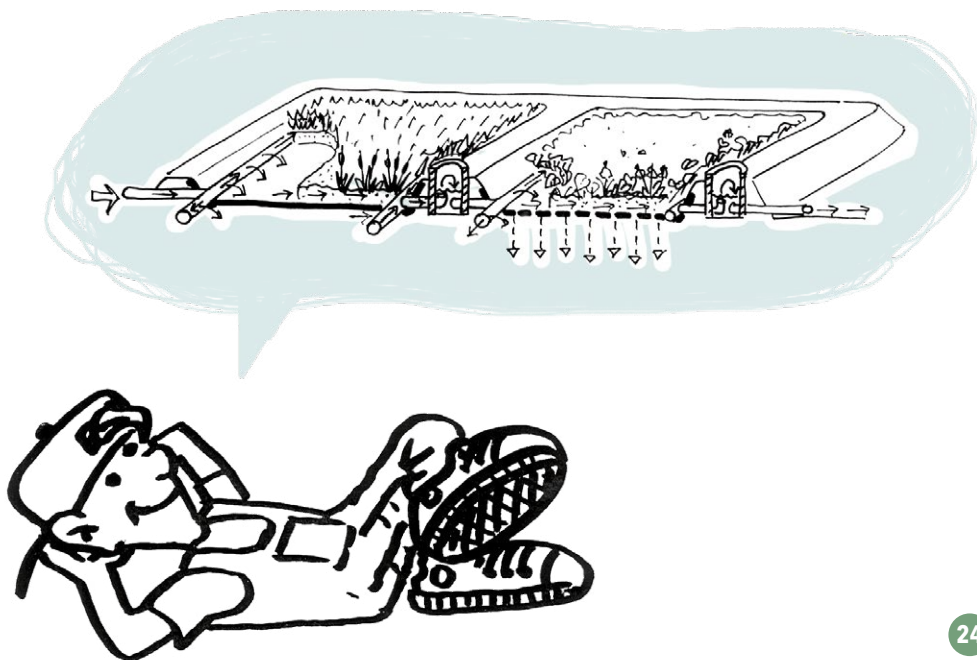
Ljubljana je bila pomembna prometna pot skozi celoten srednji vek. Območje današnje Vrhnik je svojo zlato dobo kot pomembno trgovsko središče in pristanišče ponovno doživelo v 17. stoletju, ko je oživela trgovska pot med Trstom in Ljubljansko kotlino. Zlato obdobje je trajala vse do izgradnje cesarske ceste Dunaj-Trst in kasneje še železniške povezave, ko se je promet z reke počasi preselil na cesto in kasneje tudi na železnico.

Danes zopet veliko govorimo o oživitvi plovnosti Ljubljanice, a tokrat predvsem v kontekstu razvoja turističnih in priložnostnih dejavnosti na Barju, ki so večinoma še ne izkoriščeni potenciali takšnega razvoja in bi plovnost lahko postala poglavitnogonilo takšnega razvoja

LJUBLJANSKO BARJE KOT NARAVNA ČISTILNA NAPRAVA

Ljubljansko barje je eno najbolj južnih visokih barj v Evropi in edini primer nižinskega visokega barja v Sloveniji, ki pa zaradi vseh sprememb, kot so izsuševanje, zniževanje gladine podzemne vode, izginotje šotišč in podobno, danes zelo hitro izginjajo. Kljub temu pa Ljubljansko barje še vedno predstavlja eno največjih slovenskih mokrišč, saj s 160 km² obsega največje območje mokrotnih travnišč v Sloveniji. To je zakladnica raznovrstnih ekosistemov in krajine, ki izraža neponovljiv mozaik značilnih drobno strukturiranih obdelanih njiv, mokrotnih travnikov, steljnikov, vodnih jarkov in mejic z redkim gozdom ter ostanki nekdanj obsežnega barja.

Dolga stoletja se je mokrišča dojemalo kot nekaj neuporabnega, saj naj bi bila zgolj leglo komarjev in drugega mrčesa, ter za kmetijstvo povsem »neuporabna« zemlja. Zato so bila mokrišča deležna stalnih degradacij (izsuševanje, zasipavanje), ki so vodila tudi v njihovo postopno izginjanje. Zaradi pomanjkanja zavedanja o njihovem pomenu v preteklosti so mokrišča danes med najbolj ogroženimi ekosistemi.



V zadnjih letih se odnos do mokrišč spreminja, saj smo spoznali, da so mokrišča izredno dragocen ekosistem, ki ima številne pozitivne funkcije. V mokriščih je bolj ali manj stalno prisotna voda, ki jo ob sušah počasi oddajajo, v primeru visokih vodah pa jo zadržujejo (kot spužva) s čimer pripomorejo k preprečevanju poplav. So zakladnice biotske raznovrstnosti, saj specifične življenjske razmere predstavljajo življenjsko okolje za številne redke in ogrožene rastlinske in živalske vrste.

Nenazadnje pa imajo mokrišča zaradi svoje bogate biotske pestrosti izredno močno samočistilno sposobnost. Mokrišča tako delujejo kot naravne čistilne naprave, kjer se voda prečiščuje. Zaradi tega pravimo, da so mokrišča »ledvica pokrajine«. Odpadne organske snovi v vodi organizmi uporabijo kot hrano za svojo rast in razvoj. Tako se odpadne snovi vključijo v biološki krog. S tem se onesnaženje močno zmanjša in voda se v vodnih okoljih očisti. Ti procesi so podobni tistim v biološki čistilni napravi. V kolikor se voda ne očisti v gornjih plasteh tal in v vodnih okoljih, se onesnaženje prenaša na spodnje plasti tal, kjer lahko onesnaži zaloge pitne vode. V podzemni vodi pa čistilni procesi zaradi odsotnosti živih bitij potekajo ekstremno počasi. Zato je pomembno, da se kakršno koli onesnaženje očisti že v zgornjih plasteh tal in površinskih vodnih okoljih.

Samočistilne sposobnosti narave lahko uporabimo tudi za čiščenje odpadnih voda. Danes se zato za čiščenje odpadnih voda poskuša umetno ustvariti podobne pogoje kot so v mokriščih. Takšne so rastlinske čistilne naprave, kjer se odpadne vode čistijo s pomočjo vodnih rastlin in mikroorganizmov. Najbolj pogosta tipa rastlinskih čistilnih naprav sta grajeno močvirje in čistilna laguna.



LJUBLJANSKO BARJE DANES IN KAJ SE LAHKO NAUČIMO OD PAMETNEGA KMETA

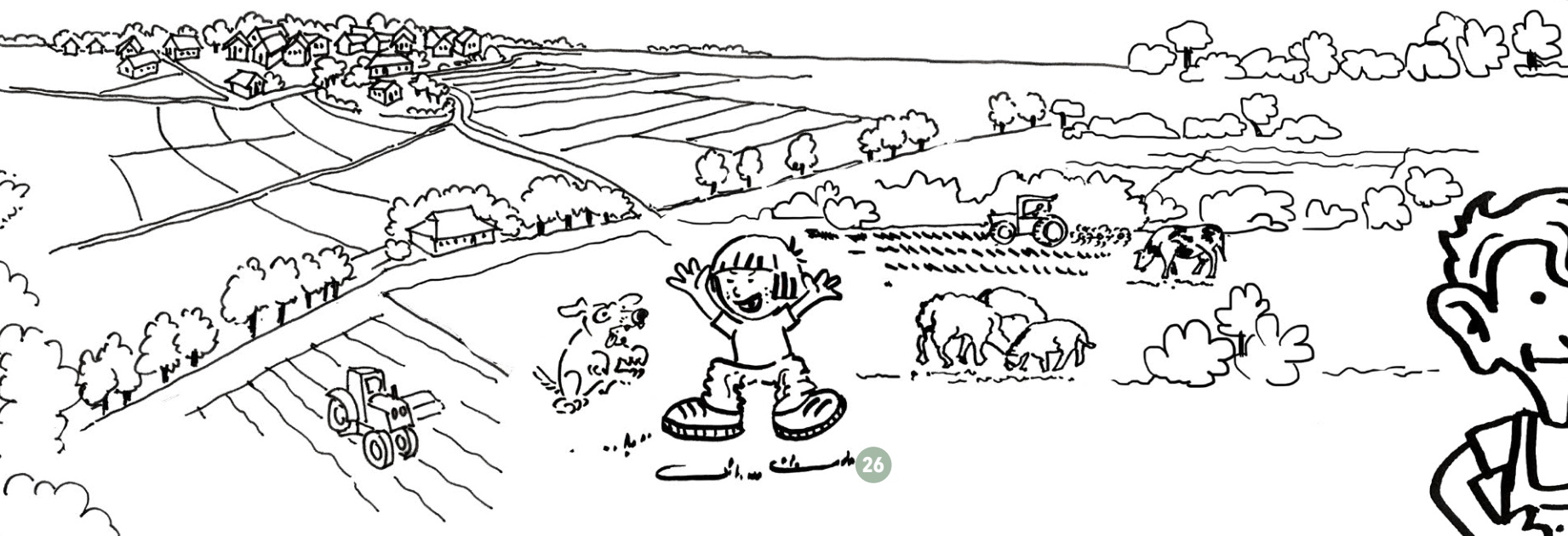
Kmetje so v preteklosti dolga leta sadili in vzdrževali mejice na Barju. To so ozki pasovi grmovja ali dreves, ki ustvarjajo značilno kulturno krajino Barja. V zadnjih letih pa se dogaja, da jih vse bolj izsekavajo, saj na prvi pogled predstavljajo oviro intenzivnemu kmetijstvu. Toda, pameten kmet se zaveda, da so mejice izrednega pomena tudi za kmetijstvo.

V obdelovani krajini so mejice hkrati tudi zadnji življenjski prostori številnih rastlin in živali, za katere je ključna njihova povezava v mrežo mejic. Mejice vplivajo na kakovost bivanja človeka, saj zmanjšujejo ogljikni odtis kmetijstva in blažijo posledice podnebnih sprememb. Vendar so bile mnoge mejice izkrcene zaradi intenzifikacije kmetijstva, pa čeprav ima prav to od njih številne koristi. Mejice na različne načine uravnavajo preskrbo posevkov z vodo. Z omejevanjem hitrosti vetra nad površino tal zmanjšujejo izhlapevanje, s skladiščenjem vode blažijo negativne vplive suše, po drugi strani pa črpajo vodo iz tal v obdobjih, ko v kratkem času pade veliko dežja. Rodovitno prst mejice ščitijo pred vetrno in vodno erozijo. To zlasti velja na odprtih kmetijskih površinah tako v nižinah, ki so izpostavljene močnemu vetru.

Rastline, živali, glive in mikroorganizmi v mejicah ugodno vplivajo na nastanek, obnavljanje in ohranjanje rodovitne prsti. Mejice so pomembno zatočišče za kmetijstvo koristnih živali, ki se hranijo s škodljivci posevkov in tako vplivajo na donos pridelka. Dvoživke, kuščarji, ptice pevke in netopirji s plenjenjem zmanjšujejo populacije številnih nevretenčarskih škodljivcev, kače, ujede in sove ter zveri pa voluharic in miši. Kmetijstvo je odvisno od različnih opravevalcev, kot so divje čebele, čmrlji in metulji, saj noben ne more sam oprati vseh vrst rastlin, mejice pa so ključnega pomena za njihove zdrave in raznolike združbe. Medonosne rastline v mejicah so namreč pomemben in stalen vir hrane – cvetnega prahu in nektarja, posebej zgodaj spomladi, ko posevki na kmetijskih zemljiščih še ne cvetijo, ali po košnji travnikov in v sušnih obdobjih. Mejice zagotavljajo opravevalcem tudi varna mesta za gnezdenje, razvoj in prezimovanje, v njihovem zavetju so varnejši pred vetrom, dežjem, mrazom, vročino in pred plenilci. Mejice dajejo zaščito pašnim živalim pred vročino, vetrom in večjimi nalivi, označujejo meje lastništva zemljišč, razmejujejo zemljišča različnih rab in odvrčajo večje živali (jelenjad in divje prašiče) od kmetijskih površin.

O, KUL!

POGOSTEJŠE IN BOLJ IZKAZITE SUŠE, HKRATI PA MOČNEJŠE POPLAVE ALI NEURJA, OGROŽAJO PRIDELOVANJE HRANE. SI VEDEL, DA SO VEČJI KMETJE V OKOLICI LJUBLJANE VEDNO IMELI NJIVE TUDI NA LJUBLJANSKEM BARJU, SAJ SO OB SUŠAH DALE POMEMBEN DELEŽ KMETIJSKIH PRIDELKOV IN TAKO REŠILE MARSIKATEREGA KMETA.



Benedičič, U. 2011. Poplavna varnost Ljubljane in poplave septembra leta 2010. diplomsko delo, UL, FGG, Ljubljana, 2011.

Bračič Železnik, B., Veselič, M., Vodopivec, F., 2003: Subsidence measurements – marshland subsiding owing to pumping the groundwater. RMZ – Materials And Geonenvironment, Vol. 50, št. 1, str. 57–60.

Bratina, M. in drugi (Uredništvo), 2016: Kraške lokve in barjanska okna. Javna ustanova »Priroda«. Dostopno na: http://lokna.eu/sites/default/files/lokna/Krske_lokve_i_barjanska_okna.pdf

Breznik, M.: Antropogeni vplivi na posedanje in poplave Ljubljanskega barja. 1. Šukljatovi dnevi, 4. posvetovanje slovenskih geotehnikov, Ljubljana, 2000.

Breznik, M.: Arteška podtalnica, posedanja in poplave Ljubljanskega barja – Vpliva narave in človeštva. Razp. 1. posveta slovenskih geotehnikov, 2. knjiga. Ljubljana, 1993.

Brilly, M., Mikoš, M., Šraj, M., 1999. Vodne ujme: varstvo pred poplavami, erozijo in plazovi. Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.

Državni načrt zaščite in reševanja ob poplavah. Ministrstvo za obrambo, Uprava RS za zaščito in reševanje, Ljubljana 2005.

Globevnik, L., Vidmar, A., 2010. Poplave na Ljubljanskem barju v septembru 2010. Inicijativni odbor Črna vas. Črna vas. [spletna stran] Dostopno na: <http://www.crnava.si/zgodovina> [Datum dostopa 6.4.2019].

Javni holding Ljubljana, 2019. Vodovod, kanalizacija, snaga. O družbi: Zgodovina. [spletna stran] Dostopno na: <https://www.vokasnaga.si/o-druzbi/zgodovina> [Datum dostopa 6.4.2019].

Javni zavod Krajinski park Ljubljansko barje, 2019. Poglavji UNESCO na Ljubljanskem barju in Mejice so dobre za kmetijstvo in za vse nas. [spletna stran] Dostopno na: <http://www.ljubljanskobarje.si/> [Datum dostopa 6.4.2019].

Ježovnik, V.: Raziskava posedanj Ljubljanskega barja zaradi črpanja vode v vodarni Brest. Geodetski vestnik, 53/2009-1. Ljubljana, 2009.

Kogovšek, P., 2008: Enodimenzionalna konsolidacija tal z napetostno odvisnimi materialnimi parametri. Diplomsko naloga. Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Ljubljana.

Mencej, Z.: Prodni zasipi pod jezerskimi sedimenti Ljubljanskega barja. Geologija 31, 32 (1988/89), Ljubljana.

Natek, K: Poplavna območja v Sloveniji. Geografski obzornik, št. 1, letnik 52, Ljubljana, 2005.

Sašel, J.: Prispevki za zgodovino rimskega lga, Kronika, Časopis za slovensko krajevno zgodovino, leto VII, št. 2, Ljubljana 1959, p. 117–123.

Slovenija, pokrajine in ljudje. Ljubljansko barje (dr. Milan Orožen Adamič). ZRC SAZU, Ljubljana, 1998.

Smrekar, A. in drugi: Interpretacija okolja na primeru Ljubljanskega barja, Georitem 24, Založba ZRC, Ljubljana 2014.

Sodelovanje in pomoč pri oblikovanju strokovnih izhodišč za pripravo Uredbe o krajinskem parku Ljubljansko barje, končno poročilo. Inštitut za vode RS, Ljubljana, 2007.

Šubic, Š., Dinevski, M., Pongrac, N., Kokalevski, D. (Ur.): Živeti z vodo – Južni rob Ljubljane, MAO Ljubljana, 2018.

TIC Vrhnika, 2019. Kje zares izvira Ljubljanica? [spletna stran] Dostopno na: <https://www.visit-vrhnika.si/si/o-vrhniki/zanimivosti-vseh-vrst/kje-izvira-ljubljanica> [Datum dostopa 6.4.2019].

Uredba o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnikov Ljubljanskega barja in okolice Ljubljane. Uradni list RS, št. 115/07, 9/08 – popr., 65/12 in 93/13.

Vahtar, M. in drugi: ELEDAN - Developing an E-learning tool for Environmental Education for Primary and Secondary School in the Lower Danube Region. [spletna stran] ICRO Domžale, 2019. Dostopno na <https://water-detective.net> Ježovnik, V.: Raziskava posedanj Ljubljanskega barja zaradi črpanja vode v vodarni Brest. Geodetski vestnik, 53/2009-1. Ljubljana, 2009.

Vahtar, M., Bračič Železnik, B., Čenčur Curk, B., Valenčič, U., Torkar, A.: Pitna voda z Ljubljanskega barja - vodarna Brest (projekt CAMARO), Javno podjetje vodovod kanalizacija snaga, d. o. o., Ljubljana, 2019.

Vahtar, M., Rusjan, M., Globevnik, L. in drugi: Ljubljansko barje – moj navdih VODA, LUZ, 2013

Vahtar, M., Zdešar, M. in Kompare, B.: Kako se reka očisti? Zbirka Vodni detektiv. ICRO Domžale, 2005.

Vahtar, M., Zdešar, M. in Kompare, B.: Od kod priteče pitna voda? Zbirka Vodni detektiv. ICRO Domžale, 2006.

Voda – Glasilo javnega podjetja Vodovod – Kanalizacija Ljubljana, št. 29, letnik 8, marec 2001.



Publikacijo so finančno podprli:



Mestna občina
Ljubljana



icro

INŠTITUT ZA CELOSTNI RAZVOJ IN OKOLJE
INSTITUTE FOR INTEGRAL DEVELOPMENT AND ENVIRONMENT