Ljubljansko barje

moj navdih

Ljubljansko barje moj navdih je rezultat projekta Vital landscapes. Projekt se izvaja v okviru programa Centralna Evropa in je delno financiran s strani ERDF.

Ljubljansko barje – moj navdih
VODA

Gradivo za publikacijo:
Inštitut za celostni razvoj in okolje, ICRO, Domžale
mag. Marta Vahtar
Miran Rusjan
dr. Lidija Globevnik

Adaptacija in urejanje besedila:
Urška Kranjc, Tina Verbič, obe LUZ, d.d.

Spremna beseda
mag. Maja Simoneti, LUZ, d.d.

Knjižici na pot
dr. Lidija Globevnik, TC Vode, d.o.o.

Delovni listi iz Hiše eksperimentov:
dr. Miha Kos, Hiša eksperimentov
ilustracije Božo Kos, copyright Hiša eksperimentov

Končni pregled:
dr. Lidija Globevnik, TC Vode, d.o.o.

Oblikovanje:
Tina Verbič, LUZ.d.d
Maj 2013

UVOD

Ta knjižica je namenjena širjenju znanja o vodi na Ljubljanskem barju, saj voda, poleg geoloških značilnosti in človekovih posegov, daleč najbolj zaznamuje pogoje življenja človeka, živali in rastlin na barju. S prisotnostjo vode in njenim delovanjem so v največji možni meri opredeljene tako izjemne naravne značilnosti kot pogoji za človekovo življenje, pridelovanje hrane in bivanje v tej barjanski krajini. V preteklosti ljudem z izsuševalnimi ukrepi Ljubljanskega barja ni uspelo izsušiti, zato je do danes ostalo mokrišče, deloma tudi barje, pomemben vir in zadrževalnik vode ter največje poplavno območje v Sloveniji.

Današnje stanje Ljubljanskega barja, njegova vodnatost in z njo povezane funkcije, od bivalne, naravovarstvene do vodovarstvene in številnih drugih, so še vedno v zelo veliki meri odvisni od človekovega ravnanja, čiščenja odvodnih kanalov, načina gradnje in rabe prostora. Za razvoj Ljubljanskega barja, te izjemne kulturne krajine in dediščine, je zato zelo pomembno, da čim več ljudi razume delovanje vode na barju, preprečuje napake pri rabi prostora in ravnanju z vodo ter kar se da učinkovito prispeva k ohranjanju vsestransko pomembnih funkcij barja.

Knjižica v petih poglavjih, Ljubljansko barje z zaledjem, Podzemna voda, Poplave, Ljubljansko barje kot mokrišče in Pogrezanje barja, razloži ključne, s pojavnostjo in delovanjem vode povezane pojave in spodbuja k razmišljanju in samostojnemu raziskovanju. Namenjena je delu v šoli in na terenu, učiteljem in mentorjem mladih raziskovalcev, eksperimentiranju nadebudnih samostojnih raziskovalcev, pa tudi pripravi morebitnega novega poljudno informativnega programa, ki se bo za širjenje znanja o območju razvil enkrat v prihodnosti.

Ko smo knjižico predstavili dr. Mihi Kosu, iz ljubljanske Hiše eksperimentov, je posebej poudaril pomen eksperimentov za osvajanje znanja. »Barjelogija«, kot je dr. Kos hudomušno poimenoval eksperimente, ki so mu prišli na misel v povezavi s pojavi na barju, ponuja množico doživetij in spoznanj, v laboratoriju in na terenu. vsebinam, povezanim z Ljubljanskim barjem, smo tako dodali še nekaj poskusov z vodo, ki so jih pripravili v Hiši eksperimentov. Nekatere od njih lahko v živo in na lastni koži preizkusite, če obiščete Hišo eksperimentov v Ljubljani, na Trubarjevi ulici.

Ta knjižica je eden od rezultatov projekta Vital Landscapes/Vitalne krajine, v katerem so se strokovnjaki iz sedmih srednjeevropskih držav: Avstrije, Nemčije, Poljske, Češke, Slovaške, Madžarske in Slovenije, ukvarjali z inovativnimi načini vključevanja javnosti v upravljanje s krajino. Slovenski projektni partner, podjetje LUZ, d.d., je za pilotno območje v Sloveniji izbral Ljubljansko barje. Namen slovenskega partnerja je bil, da se s projektnimi aktivnostmi izpostavi vlogo človeka za razvoj in ohranjanje te izjemne krajine ter tako doda nov vidik razumevanja sicer dobro prepoznane naravovarstvene vrednosti tega območja. Razlog za to je bila predpostavka, da je razumevanje povezave med stanjem narave in delovanjem človeka, nujni predpogoj za ohranjanje in razvoj biotske pestrosti in ekosistemske vrednosti Ljubljanskega barja ter njemu podobnih območij. Zdelo se je, da bi, po mnogih letih prizadevanj za zavarovanje območja kot naravne vrednote, na ta način, z vključitvijo človekove vloge za stanje v prostoru, morda lahko razširili razumevanje stanja v prostoru in ustvarili bolj uravnotežene pogoje za sodelovanje različnih deležnikov pri upravljanju s tem dragocenim prostorom.

Slovenski projektni skupini Vitalne krajine je uspelo nekoliko odstreti pogled na rokodelsko dediščino in značilne barjanske naravne vire, kot so koruzno ličkanje, zelišča, med, les in lan, iz česar se je razvila nova turistična ponudba ustvarjalnih delavnic. Projektno delo se je dotaknilo pogojev za pridelavo zdrave, lokalne hrane in plasmaja pridelkov in značilnih prehranskih izdelkov do kupcev ter podprlo povezovanje lokalnih pridelovalcev in organizacijo tržnic. Skušalo je prispevati k boljšemu poznavanju dejavnosti, ki vplivajo na stanje v prostoru, ki soustvarjajo kulturno krajino Ljubljanskega barja in zato je bila v izobraževalnem delu pripravljena še knjižica o vodi. Z njo delovna skupina slovenskega partnerja LUZ, d.d. s sodelavci zaokroža prizadevanje za razkrivanje posebnosti še enega lokalnega fenomena, ki je odvisen od človekovega delovanja in kot tak tudi pomembna vsebina upravljanja.

mag. Maja Simoneti,
vodja slovenske projektne skupine projekta
Vital Ladnscapes/Vitalne krajine, LUZ, d.d.

KNJIŽICI NA POT

Ni lahko kratko, jasno, enostavno in razumljivo opisati sicer specializirane strokovne vsebine. Če gre za del narave, je to še težje, ker je ta kompleksna, veliko pojavov pa očem skrito. In Ljubljansko barje je kompleksno. Nastalo je kot povsem specifična posledica več milijonske zgodovine premikanja zemeljskih plošč, nastajanja morij, dvigovanja gorovij in stiskanja zemljin. In zaradi vodnih pojavov je skoraj tako zanimivo kot Cerkniško jezero. Nima sicer površinskih požiralnikov in voda ne izginja pod hribom. Vemo pa, da je na Barju veliko izvirov. In da je voda povsod. V kamninah Krima, v 200 metrov globokih nanosih pod površino, v tleh in predvsem v rekah. In veste kaj? Vzdolž cele struge Ljubljanice so na dnu globoki lijaki. Iz njih po mojem priteka arteška voda, ko pa so suše, voda v njih izginja. In ko se spoznavamo tudi z drugimi pojavi na Barju, recimo s pojavom nastajanja šote in razumevanjem vzrokov za to (točno določena tla, točno določen vodni režim), se potovanje šele začenja. Če temu dodamo še pojave, ki jih povzroča človek, je to čudežno potovanje. Jaz še vedno potujem in sem vesela vseh novih odkritij, novih razlag ter opisov.

Vprašanja in razlage v tej knjižici so na videz enostavni. A le na videz, ker res kratko, jasno in razumljivo predstavijo eno izmed glavnih značilnosti Ljubljanskega barja, vodo. Knjižica deluje kot zrcalo, vabi k ogledovanju in razmisleku. Zbuja željo po dodatnem razumevanju in predvsem opazovanju. Ko opazimo podrobnosti, razumemo povezanost Ljubljanskega barja in sebe s Snežnikom, Javorniki in Krimom pa tudi Krško-Brežiško ravnino in se učimo modro sobivati z njim in med seboj. Naj nam ta knjižica pomaga pri odkrivanju in razumevanju kompleksnosti Ljubljanskega barja. Barje je res lepo!

dr. Lidija Globevnik,
projektna sodelavka - svetovalka za vode, TC Vode, d.o.o.

KAZALO

LJUBLJANSKO BARJE Z ZALEDJEM 8

SPOZNAJMO LJUBLJANSKO BARJE 11

LJUBLJANICA – REKA SEDMIH IMEN 12

PODZEMNA VODA LJUBLJANSKEGA BARJA 14

POROZNOST IN PREPUSTNOST 16

ARTEŠKA VODA 20

POPLAVE NA LJUBLJANSKEM BARJU 22

MERJENJE KOLIČINE PADAVIN 26

MODEL POPLAV 28

POZITIVNI UČINKI POPLAV 30

POPLAVE NA LJUBLJANSKEM BARJU 31

LJUBLJANSKO BARJE KOT MOKRIŠČE 32

KAJ JE MOKRIŠČE? 34

MOKRIŠČE KOT ZADRŽEVALNIK VODE 36

MOKRIŠČE IN ČIŠČENJE VODE 37

RASTLINSKA ČISTILNA NAPRAVA 40

POGREZANJE BARJA 42
KONSOLIDACIJA TAL 46
PREPOZNAJ ZNAKE POSEDANJA BARJA 47
POROZNOST IN PREPUSTNOST 48
PODZEMNA VODA 49
PREREZ SKOZI ZEMELJSKE PLASTI 50
RASTLINE IN ŽIVALI NA POPLAVNIH OBMOČJIH 51
KVIZ O POPLAVAH NA LJUBLJANSKEM BARJU 52
RASTLINSKA ČISTILNA NAPRAVA 53
POSEDANJE LJUBLJANSKEGA BARJA 54
eksperimenti iz HIŠE EKSPERIMENTOV 56
KAKO NAREDIMO MINI »MOTORNI ČOLN«? 58
ZAKAJ VODA NE STEČE IZ KOZARCA? 60
SLOVAR 62
ODGOVORI ZA RADOVEDNE 64
BELEŽKA 68

1 LJUBLJANSKO BARJE Z ZALEDJEM

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. Ta nastaja iz odmrlih rastlinskih delov, predvsem šotnih mahov, ki zaradi pomanjkanja zraka ne razpadejo v humus, ampak se v procesu pooglenitve spremene v šoto. Ime Ljubljansko barje se je uveljavilo šele konec 19. stoletja: stara imena so bila Ljubljansko močvirje, Močvir, Mah, Morost ali Marost (Slovenija, pokrajina in ljudje, str. 380). Danes je Ljubljansko barje le v zelo majhnem obsegu še barje, je pa največje poplavno območje v Sloveniji.

GEOGRAFSKI ORIS

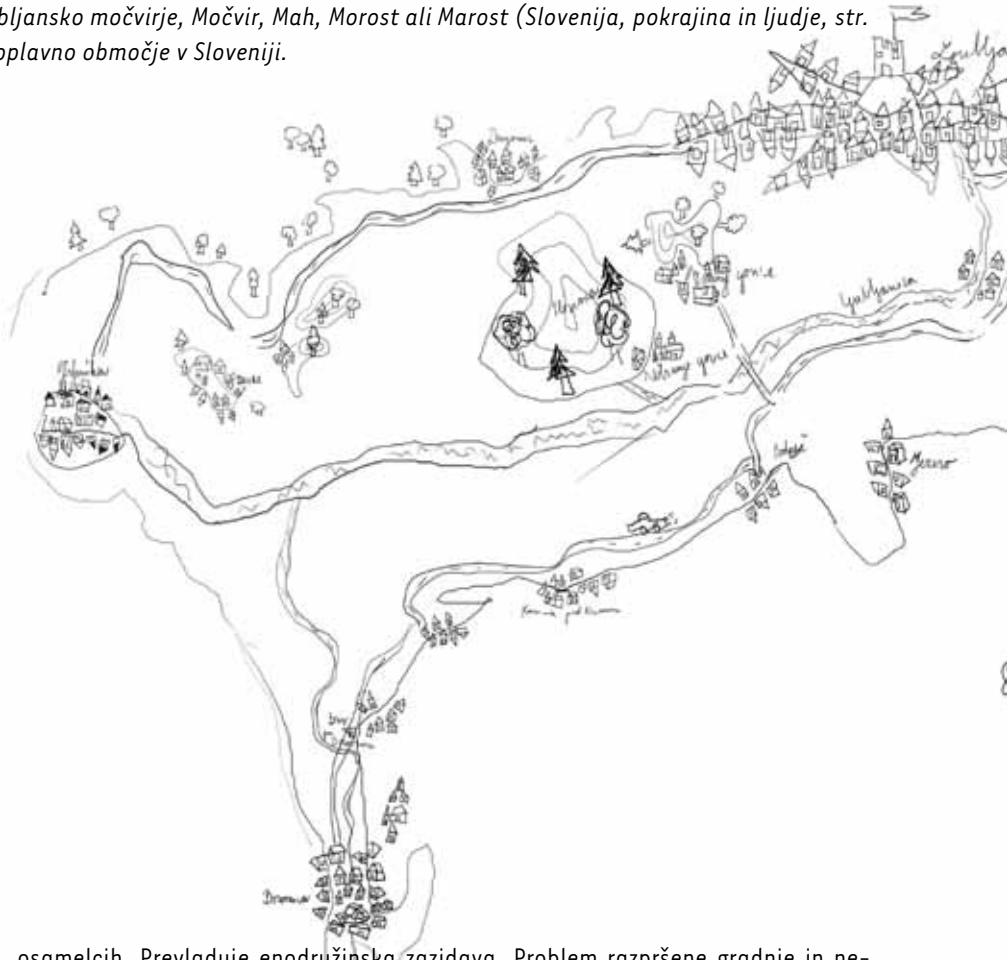
Barje se nahaja na skrajnem južnem delu Ljubljanske kotline in se razprostira na površini 163 km^2. Sestavlja ga obsežna ravnina, iz katere se dvigajo številni, z gozdom poraščeni dolomitni osamelci (Kostanjevica, Veliki vrh, Grič, Brdo, Gradišče, Dobčenica, Plešivica itd.). Podobo barjanske krajine 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. Predvsem je izrazit njegov južni rob, s prostorsko dominanto 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.

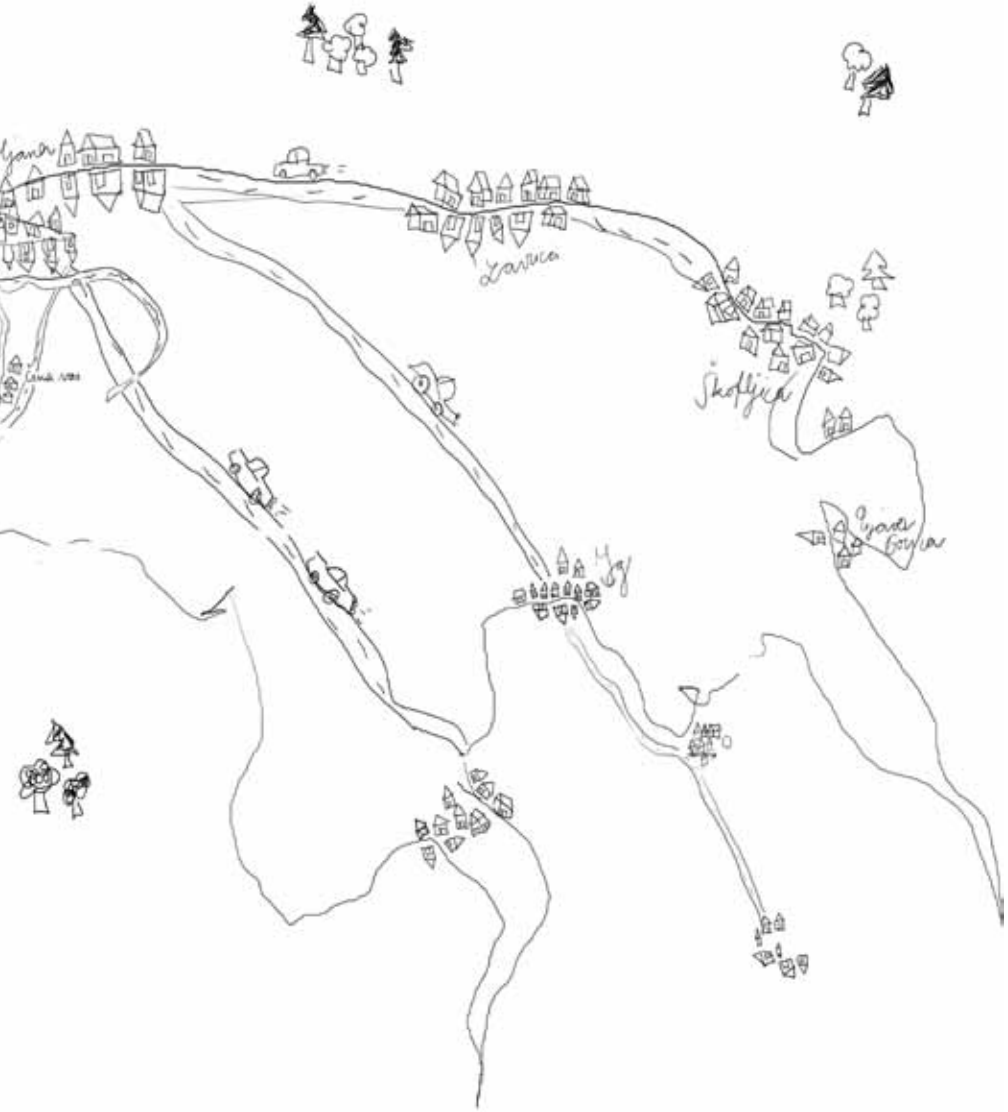
Ljubljanica je glavni vodotok Ljubljanskega barja in ima številne pritoke. Zaradi kmetijske rabe in poselitve je večina vodotokov reguliranih ob njih je ohranjenega nekaj obvodnega rastja. Sicer pa so za barje značilni melioracijski jarki, ki sledijo parcelaciji in se zaradi opuščanja pridelave ponekod ne obnavljajo več. Prisotne so tudi stoječe vode - jezerca, bajerji in ribniki. Krajinske posebnosti so 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



osamelcih. Prevladuje enodružinska zazidava. Problem razpršene gradnje in neustreznega robu med naseljem in krajino je prisoten zlasti na južnem robu Barja. 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.



Ilustracija Ljubljanskega barja B. Torkar

HIDROGRAFSKE ZNAČILNOSTI

HIDROGRAFSKA MREŽA

Osrednji vodotok Ljubljanskega barja je Ljubljanica, ki predstavlja enega tipičnih kraških vodotokov. Izvira na zahodnem robu Ljubljanskega barja iz več kraških izvirov pri Vrhniki (Močilnik, Retovje) ter teče preko celotnega barja v smeri proti vzhodu in se po 40 km izlije v Savo. Za Ljubljanico je značilno, da predstavlja nadaljevanje vodotokov (Prezidanski potok (Trbuhovico), Mali in Veliki Obrh, Stržen, Rak, Pivka, Unica), ki izvirajo in ponikajo na kraških poljih v njenem zaledju (Loško polje, Cerkniško polje, Rak, 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 vodotoki iz Polhograjskega hribovja, med katerimi je najpomembnejša Gradaščica, s Horjulščico in 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 in 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 vodotoki (Borovniščica, Iška, Ižica, Želimeljščica) in imajo iz izrazito hudourniški karakter.

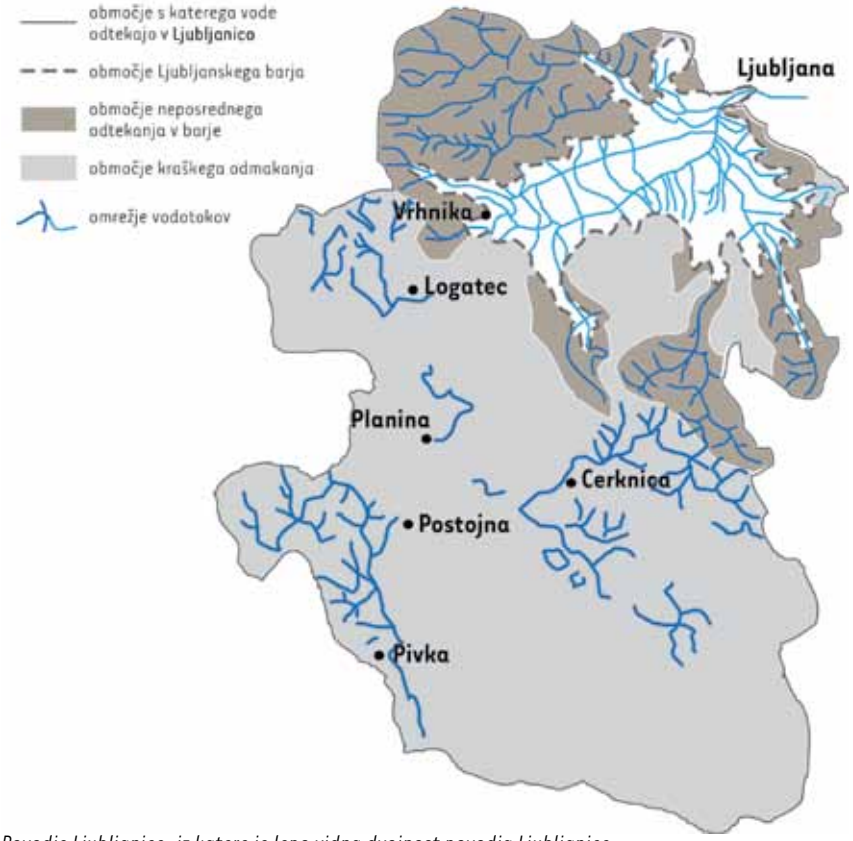
Pomemben element hidrografske mreže oziroma vodnega režima predstavlja tudi obsežna mreža kanalov in jarkov, ki so bili izvedeni za potrebe osuševanja barja. Skupna dolžina tovrstne mreže kanalov znaša kar 740 km, skupna dolžina melioracijskih jarkov pa okoli 5000 km.

POREČJE LJUBLJANICE

Porečje Ljubljanice meri okrog 1900 km^2 in sega vse do razvodnice med Jadranskim in Črnim morjem. Lahko ga razdelimo na dva dela: kraški, ki zajema celotno porečje Ljubljanice do Vrhnike in obsega približno 3/5 porečja Ljubljanice, ter neposredno padavinsko področje, od izvirov Ljubljanice na Vrhniki do izliva v Savo, ki obsega približno 2/5 porečja Ljubljanice.

PRETOK LJUBLJANICE

Povprečni vodni pretok Ljubljanice pri Vrhniki znaša 24 m^3/s, zaradi številnih pritokov se njen povprečni pretok na iztoku iz Ljubljanskega barja močno poveča, saj znaša v Mostah (Ljubljana) že 56 m^3/s. Ljubljanica ima dva viška in dva nižka. Prvi višek je spomladi, drugi višek pa novembra in decembra. Izrazit je poletni nižek v avgustu, nekoliko manj pa sekundarni nižek januarja.



Povodje Ljubljanice, iz katere je lepo vidna dvojnost povodja Ljubljanice.

POPLAVE

Ena najpomembnejših značilnosti Ljubljanskega barja so poplave, saj vsakoletne poplave zajamejo okoli 15 % površja barja, pogoste poplave povratne dobe 10-15 let pa poplavijo kar polovico barja. S tem je Ljubljansko barje največje poplavno območje v Sloveniji.

OSUŠEVANJE BARJA

Ljubljansko barje se je začelo hitro spreminjati v poznem 18. stoletju, z njegovim sistematičnim in širokopoteznim osuševanjem. Leta 1782 se je odprl Gruberjev prekop v Ljubljani, ki je povečal odtok Ljubljanice. Zaradi tega je gladina podzemne vode v kratkem času upadla za 75 cm, s čimer so se vzpostavile ustrezne razmere za resno izsuševanje, s ciljem pridobitve kmetijskih površin. V dvajsetih letih 19. stoletja je prišlo do poglobitve Ljubljanice, odstranitve mlinov oziroma jezov na njej ter do poglobitve Gruberjevega kanala; takrat je bilo možno začeti z osuševalnimi deli tudi na osrednjih predelih Barja.

V 19. stoletju je potekalo tudi intenzivno izkoriščanje oziroma odstranjevanje šote, zaradi česar se je površje Ljubljanskega barja zniževalo. Zemljišča so se še dodatno zniževala tudi zaradi razpadanja šote, ki nastopi po izsušitvi. Zaradi znižanja terena je voda ponovno začela zastajati in poplave so bile vse obsežnejše. V letih po 2. svetovni vojni se je izsuševanje nadaljevalo, vendar je bil uspeh teh posegov manjši od pričakovanega. Kljub stalnim naporom – večkratnemu poglabljanju večjih odvodnikov in širitvi melioracijske mreže – so poplave ostale stalnica Ljubljanskega barja.

Viri:
- Slovenija, pokrajine in ljudje. Ljubljansko barje (dr. Milan Orožen Adamič). ZRC SAZU, Ljubljana, 1998.
- Sodelovanje in pomoč pri oblikovanju strokovnih izhodišč za pripravo Uredbe o krajinskem parku Ljubljansko barje, končno poročilo. Inštitut za vode RS, Ljubljana, 2007.

naloga 1

SPOZNAJMO LJUBLJANSKO BARJE

Ljubljansko barje se nahaja na skrajnem južnem delu Ljubljanske kotline in se razprostira na površini 163 km^2. Sestavlja ga obsežna ravnina, iz katere se dvigajo številni, z gozdom poraščeni dolomitni osamelci. Podobo barjanske krajine dopolnjujejo izsuševalni jarki, drobna parcelacija ter grmovne in drevesne živice, z obvodnim rastjem, ter obsežno zaledje, s katerega se na ravnico Ljubljanskega barja steka površinska voda, ki napaja Ljubljanico.

Kaj je to barje?

RAZIŠČI ZNAČILNOSTI LJUBLJANSKEGA BARJA

Pripomočki:
- *zemljevid Slovenije,*
- *zemljevid Ljubljanske kotline,*
- *internet,*
- *knjige z opisi Ljubljanskega barja.*

Oglej si Ljubljansko barje na zemljevidih in iz njega dobi kar največ informacij: Kakšen je vzorec poselitve? Katere reke tečejo skozi območje?

Izberi si temo za raziskovanje značilnosti barja ter razišči razpoložljivo literaturo v knjižnicah in na internetu. Svoje ugotovitve lahko prikažeš na plakatu in ga predstaviš družini ali svojim prijateljem.

TERENSKI OGLED

Pripomočki:
- *zemljevid Ljubljanskega barja,*
- *fotoaparat,*
- *skicirka,*
- *beležka,*
- *svinčnik.*

Na terenu si oglej ključne značilnosti Ljubljanskega barja. S seboj vzemi skicirko, fotoaparat in beležko, da boš svoja opažanja beležil.

Te zanima kateri dogodki lahko vplivajo na Ljubljansko barje in ali imajo te aktivnosti lahko vpliv tudi na okoliška območja?

Odskakljaj do poglavja Odgovori za radovedne!

naloga 2

LJUBLJANICA – REKA SEDMIH IMEN

Vsak vodotok ima svoje prispevno območje – to je območje, iz katerega se vsa voda steka v en vodotok. Imenujemo ga porečje, v uporabi pa je tudi izraz prispevna površina ali zaledje. V našem primeru je to porečje ali vodno zaledje Ljubljanice oziroma Ljubljanskega barja. Obsežnejše aktivnosti v zgornjem delu vodotoka (onesnaženje, postavitev jezu, poraba vode za izpiranje ...) vedno pustijo posledice tudi v njenem spodnjem delu (poplave, širjenje onesnaženja ...).

Od kod vse se steka voda v neko reko?

Ali veš, zakaj se Ljubljanici reče tudi reka sedmih imen?

Na zemljevidu si oglej Ljubljanico in kraške vodotoke na kraških poljih v njenem zaledju.

Kaj je značilno za kraške vodotoke?

MODEL POREČJA

Pripomočki:

- *široka prozorna plastična posoda oziroma pladenj,*
- *plastelin ali glina,*
- *5-10 daljših slamic,*
- *dolga lesena paličica,*
- *pločevinka z drobno naluknjanim dnom,*
- *skodelica,*
- *voda.*

1. Napravi model:

a. Vzemi široko prozorno plastično posodo. V posodi s plastelinom ali glino v večjem delu posode oblikuj krajino s hribi, manjši del posode pa pusti prazen. Ustvarjeno hribovje loči na dve polovici tako, da na sredini oblikuješ večjo dolino (reko), ki vodi do praznega dela posode (jezero, morje). En del hribovja (gline) oblikuj kot kraško planoto z vrtačami in kraškimi polji. V samo glino vstavi slamice, od katerih ene vodijo do dna glavne doline, druge pa od vrtač do pobočja. Deloma hribovje preluknjaj kar z dolgo tanko paličico. Ta del hribovja bo predstavljal kraško zaledje vodotoka (pretežno podzemno odtekanje voda), drugi del hribovja pa nekraško zaledje (površinsko odtekanje voda).

b. Tisti del posode, v katerem si oblikoval "hribovje", spodaj podloži, s čimer bož ustvaril rahel padec v smeri proti jezeru/morju.

c. Poskrbi, da je »hribovje« nameščeno tako, da bo voda odtekala predvsem v smeri glavne doline in sprednje strani škatle oziroma pladnja (jezera, morja).

2. Vzemi preluknjano pločevinko (zelo drobne luknjice), vanjo vlij vodo in pusti, da "dežuje" na delu hribovja brez slamic (nekraško zaledje). Pozorno opazuj na kakšen način se voda (ki je padla na krajino v obliki dežja) steka po krajini ter kam bo vsa voda odtekla.

• Kako je voda odtekla? Zakaj? (Voda je zaradi neprepustne podlage odtekla po površini in se glede na relief združevala v potoke, v glavni dolini pa v večjo reko.)

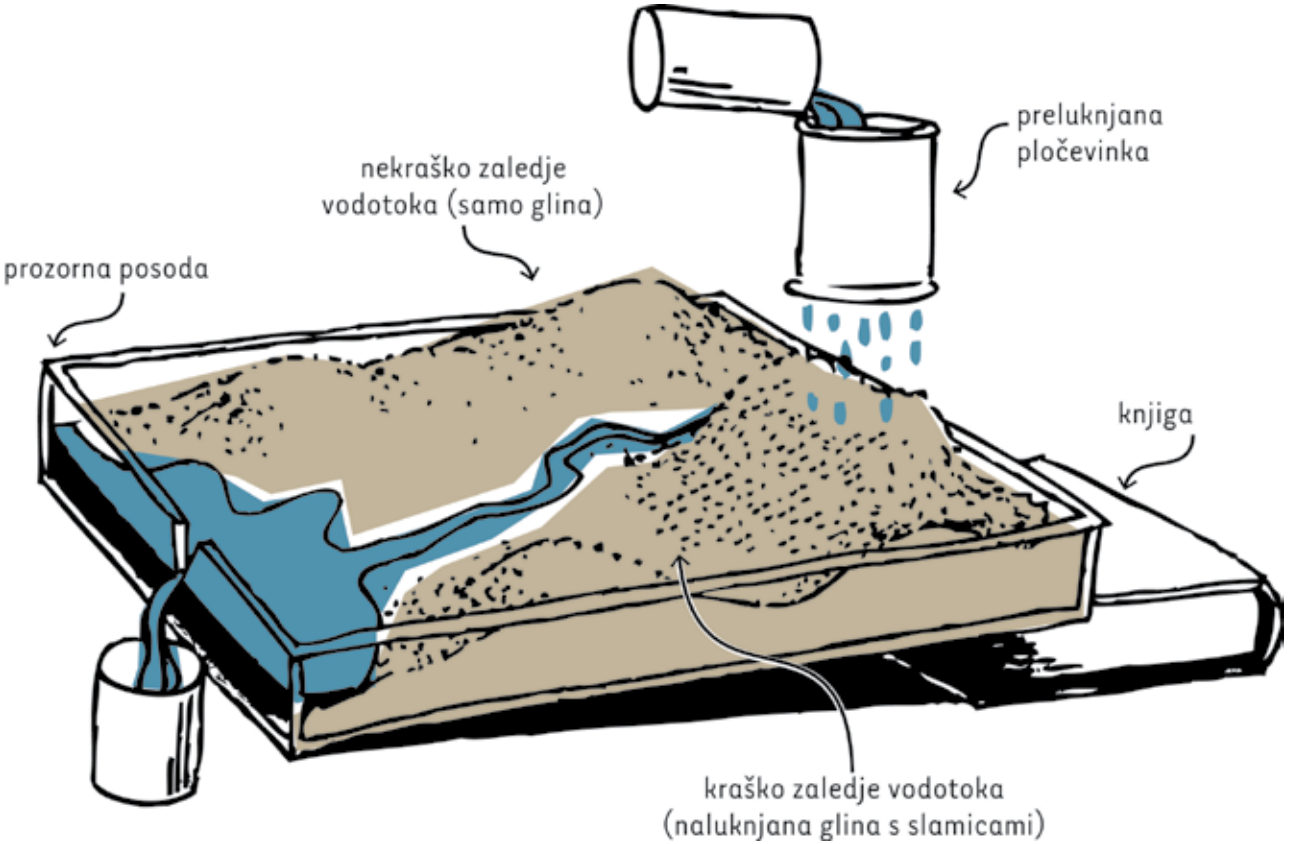
• Kam je voda odtekla? (Voda je večinoma odtekla v glavno dolino ter naprej v jezero/morje, deloma pa je odtekla tudi neposredno v jezero/morje. Na koncu je vsa voda končala v morju/jezeru)

3. Izprazni vodo iz posode in ponovi postopek še na drugem delu hribovja preluknjanega s slamicami (kraško zaledje), pri čemer večino vode zlij tam, kjer so slamice. Tudi tokrat pozorno opazuj na kakšen način bo voda odtekla ter kje se bo na koncu zbrala.

• Kako je voda odtekla tokrat? Primerjaj odtekanje vode s prejšnjim primerom. Zakaj ni tudi tokrat vsa voda odtekla po površini? (Voda je deloma odtekla po površini, deloma pa skozi slamice. Zaradi prepustne, kraške podlage (slamice) je del vode odtekel podzemno.)

• Kje se je zbrala voda na koncu poskusa? Primerjaj rezultat s prejšnjim primerom. (Tudi tokrat je vsa voda končala v morju/jezeru.)

4. Izprazni vodo iz posode in ponovi postopek tako, da zliješ vodo po obeh hribovjih. Tudi tokrat pozorno opazuj na kakšen način bo voda odtekla ter kje se bo na koncu zbrala.



Ali morda veš, kakšna je razlika med porečjem Donave in črnomorskim povodjem?

Po odgovor odskakljaj do poglavja Odgovori za radovedne!

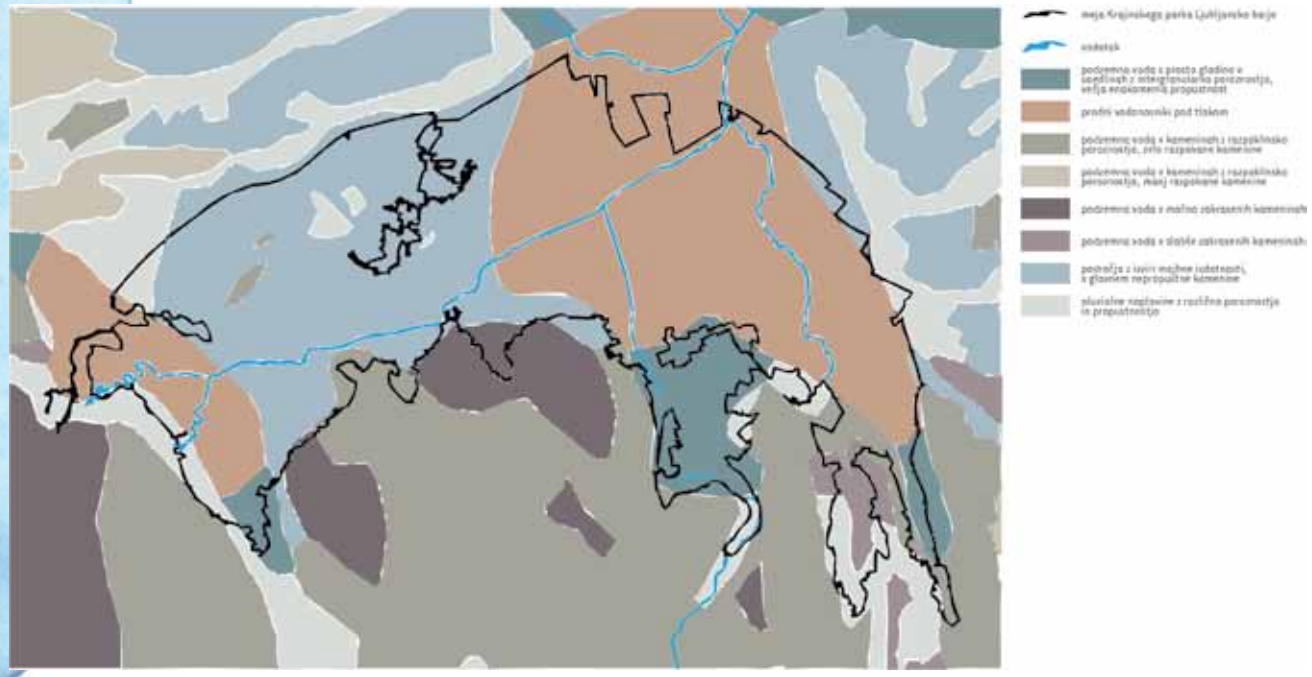
2 PODZEMNA VODA LJUBLJANSKEGA BARJA

HIDROGEOLOŠKE ZNAČILNOSTI

Ljubljansko barje je hidrogeološko kompleksen sistem. Gre za več kot 150 m globoko udorino, razsekano s številnimi prelomi, ki so jo v pleistocenu in holocenu zapolnili rečni in jezerski sedimenti. Podlago sedimentom na južnem, zahodnem in osrednjem delu sestavljata 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 (VO-KA, 2001).

Na Ljubljanskem barju na podlagi meritev in analiz ločimo štiri med seboj bolj ali manj ločene vodonosnike (Ježovnik, 2009), ki so prikazani na spodnji sliki:

- holocenski prodni vodonosnik s prosto gladino podzemne vode,
- zgornji pleistocenski vodonosnik z arteškim nivojem podzemne vode,
- spodnji pleistocenski vodonosnik s subarteškim nivojem podzemne vode,
- kraško-razpoklinski karbonatni vodonosnik.



Podzemna voda – vodonosniki na Ljubljanskem barju.

POLŽARICA

Značilen sediment Ljubljanskega barja je polžarica. To je lahkognetna siva karbonatno-meljasta glina, ki se je pred 4000 leti odložila ob odtoku mostiščarskega jezera in vsebuje ostanke lupinic polžev. Njena značilnost je satasta zgradba. V svoji prostornini ima tudi do 75 % vode, kar ji skupaj z apnenimi zrnci določa specifične lastnosti in občutljivost na zniževanje pornega tlaka (VO-KA, 2001).

PODZEMNA VODA LJUBLJANSKEGA BARJA KOT VODNI VIR

Vodonosni sistem Ljubljanskega barja je pomemben rezervni 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 zaščitena pred onesnaženjem s površine. Najpomembnejše črpališče je vodarna Brest, ki iz vodonosnika Iškega vršaja načrpa 10% pitne vode za oskrbo Ljubljane. Danes vodarna Brest izkorišča zlasti podzemno vodo spodnjih vodonosnih plasti. Poleg tega so na Barju tudi številne toplotne črpalke in vodnjaki iz katerih se črpa podzemna voda. Skladno s tem je velik del Ljubljanskega barja varovan kot vodovarstveno območje vodnih virov - Uredba o vodo-

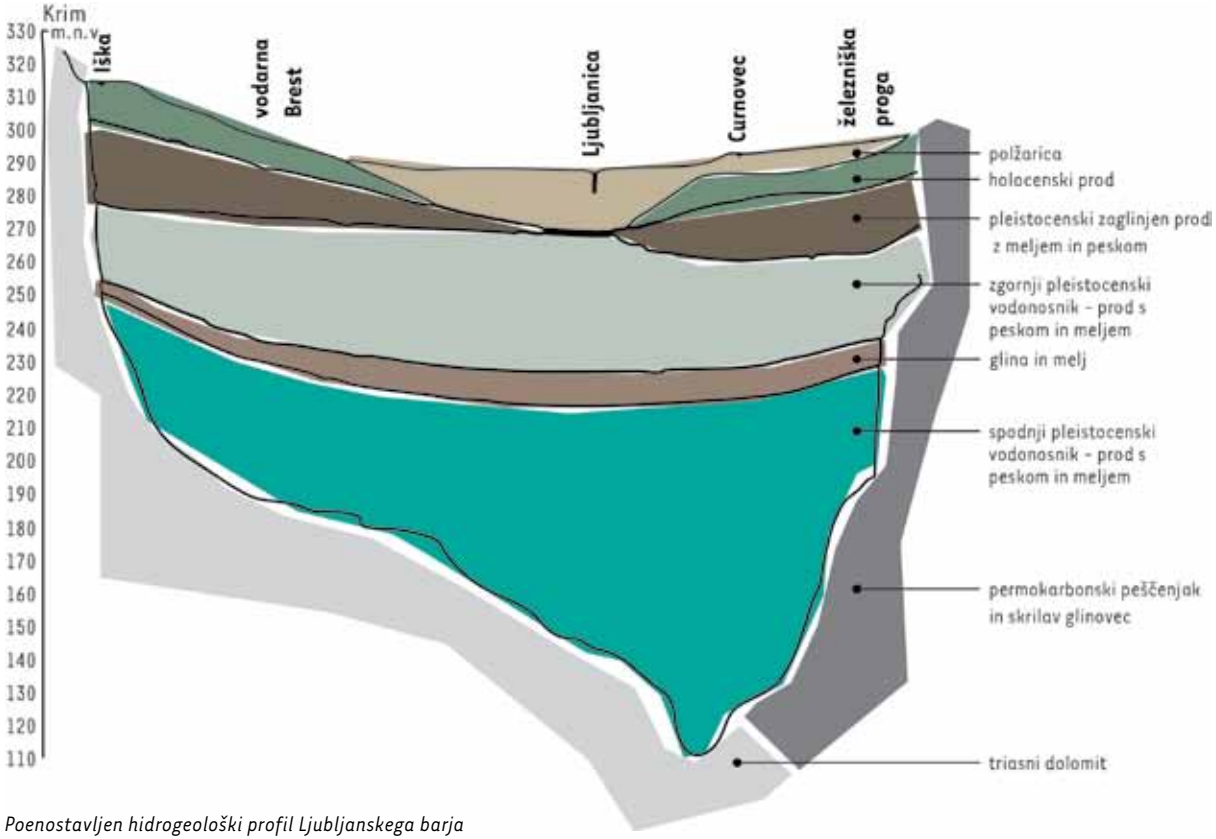
varstvenem območju za vodno telo vodonosnikov Ljubljanskega barja in okolice Ljubljane (Ur. l. RS, št. 115/07, 9/08). Kakovost zajetih vodnih virov je ogrožena zaradi velikih obremenitev iz razpršenih virov onesnaževanja (kmetijstvo, neurejena odvodnja komunalnih voda, razpršena urbanizacija).

ARTEŠKA VODA NA LJUBLJANSKEGA BARJU

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 treba zgolj zavrtati ali zabiti cev ustreznega premera (4-7 cm) in arteška voda sama priteče na površje. Zaradi tega se po barju pojavljajo številni vodnjaki za lastno preskrbo z vodo (Breznik, 2000).

ZNIŽEVANJE NIVOJA PODZEMNE VODE NA LJUBLJANSKEM BARJU

Sistematično osuševanje Ljubljanskega barja, ki se je pred 250 leti pričelo z izgradnjo Gruberjevega prekopa, večkratnim poglabljanjem Ljubljanice ter izgradnjo številnih drenažnih kanalov, je povzročilo, da se je nivo podzemne vode Ljubljanskega barja vztrajno zniževal. Poleg tega se gladina podzemne vode v zadnjih 30. letih še dodatno znižuje zaradi povečanega črpanja podzemne vode iz vodonosnikov tako za oskrbo javnega vodovoda, kot tudi za zasebno rabo s številnimi cevnimi vodnjaki, saj izčrpane količine vode danes presegajo sposobnosti naravnega napajanja vodonosnikov. Gladina podtalnice se je zato v tem obdobju zmanjšala za približno 2 m.



Poenostavljen hidrogeološki profil Ljubljanskega barja

Viri:

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

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

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

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

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

naloga 3

POROZNOST IN PREPUSTNOST

Dež, ki pade na zemeljsko površje, deloma steče po površini v reke, potoke ali jezera, deloma pa ponikne v tla, kjer tvori podzemno vodo. V zvezi s podzemno vodo resnično ni nič tako skrivnostnega, le videti je ne moremo, za razliko od ribnikov, vodotokov ali morja. Voda se pod zemljo zbira v prostorih med delci zemlje ali kamnine, najdemo pa jo tudi v razpokah, špranjah ter znotraj poroznih kamnin. Gibanje vode v podzemlju je tako v največji meri odvisno od zemljin in kamnin, skozi katera se mora prebijati. Ključni značilnosti zemljin in kamnin, ki določata, kako se voda giblje v podzemlju, imenujemo poroznost in prepustnost.

Poroznost imenujemo sposobnost kamnine ali zemljine, da zadržuje vodo. Večji kot je prostor med delci (pore), več vode bo formacija kamnine ali zemljine lahko zadržala. Na primer, zemljina z delci iste velikosti bo lahko zadržala več vode kot zemljina z različno velikimi delci, kjer bodo manjši delci zapolnili prostore med večjim delci, s tem pa pustili manj prostora za zadrževanje vode. Poroznost je torej odvisna od tega, koliko prostora je v enem kosu oziroma formaciji kamnine ali zemljine. Poroznost določa, koliko vode se lahko zadrži med delci.

Sposobnost kamnine ali sedimenta, da prevaja vodo, imenujemo prepustnost. Da bi se voda lahko podzemno gibala, morajo biti pore in razpoke povezane med seboj. Tam, kjer je povezanost med porami in razpokami dobra, se lahko voda giblje bolj prosto in hitreje; pravimo, da je kamnina prepustna. Sestave kamnin z večjimi in povezanimi porami ali z velikimi razpokami torej omogočajo hitro gibanje podzemne vode.

Podzemna voda se skozi različne materiale giblje z različno hitrostjo, kar je odvisno od poroznosti in prepustnosti kamnine – hitreje skozi prod ali močno razpokano in preluknjano kompaktno kamenino, nekoliko počasneje skozi pesek ter izrazito počasi skozi glino ali sorazmerno kompaktno kamenino.

Kako se voda giblje skozi tla?

Kam izgine deževnica?

Ali se tudi pod vašo hišo nahaja podzemna voda?

PRONICANJE PODZEMNE VODE – DEMONSTRACIJSKA IGRA

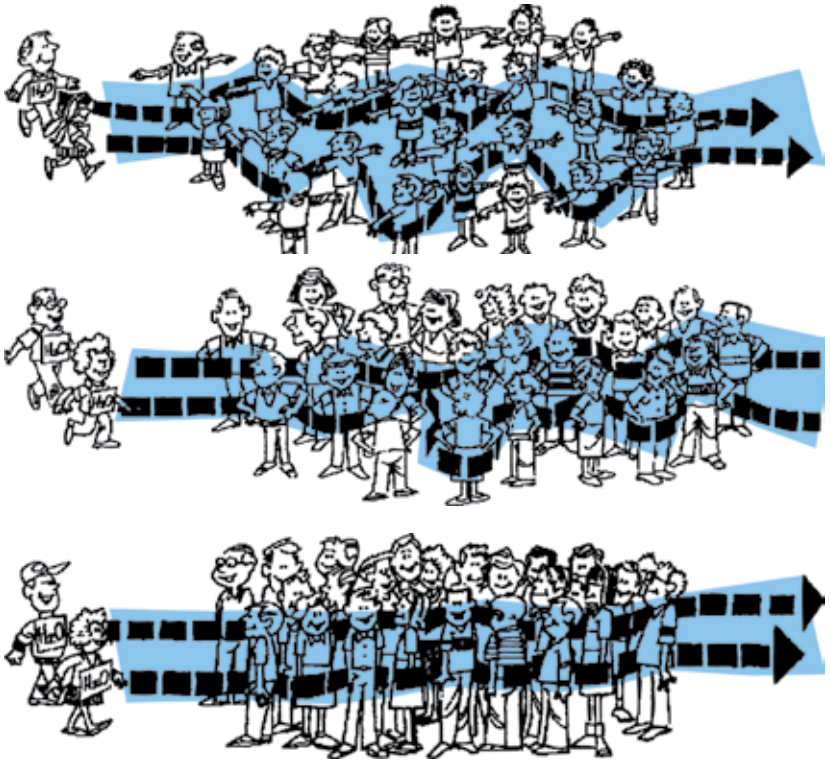
Pripomočki: velik prostor, vsaj 10 otrok.

1. Priprava: Izberi 2 ali 3 prijatelje, ki bodo predstavljali molekule vode (imenovali jih bomo kar »voda«). Preostali prijatelji bodo predstavljali kamnite materiale.

2. Primer 1: **Gibanje vode skozi prod**. Otroci, ki predstavljajo prod, naj držijo iztegnjene roke (glej sliko), med katerimi mora biti vsaj 30 cm prostega prostora. Postavi jih v središče prostora. Tisti otroci, ki predstavljajo molekule vode, morajo v "prod" (med preostale prijatelje) vstopiti na eni strani, se prebiti skozenj ter izstopiti na drugi. Vodne molekule so se zlahka prebile skozi prod.

3. Primer 2: **Gibanje vode skozi pesek**. Otroci, ki predstavljajo pesek, naj držijo roke na boku (glej sliko). Postavijo naj se v središče prostora tako, da bodo njihovi komolci približno 15 cm narazen. Tudi tokrat naj »voda« vstopi v »pesek« na eni strani, se prebije skozenj ter izstopi na drugi strani. Tokrat bi se morale vodne molekule gibati počasneje in se nekoliko težje prebiti na drugo stran.

4. Primer 3: **Gibanje vode skozi glino**. Otroci postanejo delci gline tako, da položijo svoje roke tesno ob telesu in se razporedijo približno 10 cm narazen. Tako razporejeni naj se postavijo v središče prostora. Gibanje vodnih molekul skozi "glino" bi bila lahko zabavna naloga, saj se bodo brez uporabe sile zelo počasi prebijale skozi glino. Lahko se tudi zgodi, da se vodne molekule sploh ne bodo mogle prebiti na drugo stran.



5. Primer 4: **Gibanje vode skozi kamnino**. Prijatelji lahko postanejo trda kamnina tako, da položijo svoje roke ob telesu, se držijo drug drugega za roke ter stojijo tesno skupaj (največ 10 cm narazen). Kamnina bo imela nekaj razpok, kjer se ne bodo držali za roke. Gibanje vodnih molekul skozi kamnino bo onemogočeno, vendar obstaja možnost, da se gibljejo naprej skozi razpoke. Brez uporabe sile naj se vodne molekule poskušajo prebiti skozi kamnino na drugo stran. Zelo verjetno bo voda obtičala v razpokah in se molekule ne bodo več mogle prebijati naprej.

6. Primer 5: **Gibanje vode skozi kraške kamnine**. Prijatelji lahko postanejo tudi trda kraška kamnina. Najprej se morajo razdeliti v dve skupini tako, da se znotraj trde kamnine ustvari večja praznina. Nato naj položijo svoje roke ob telesu, se držijo drug drugega za roke ter stojijo tesno skupaj (največ 10 cm narazen). Kamnina bo imela nekaj razpok, zato se prijatelji tam ne bodo držali za roke. Vodne molekule se bodo zlahka gibale skozi glavno razpoko, vendar pa bo njihovo gibanje skozi kamnino praktično onemogočeno, čeprav bo tudi tu obstajala možnost, da se naprej gibljejo skozi razpoke. Brez uporabe sile naj se vodne molekule poskušajo prebijati tudi skozi trdno kamnino, pri čemer bodo najverjetneje obtičale v razpokah in se ne bodo več mogle prebijati naprej.

EKSPERIMENT POROZNOSTI IN PREPUSTNOSTI

Pripomočki:

- *velika plastenka (1,5 litra),*
- *gaza,*
- *elastike,*
- *zemeljski material za poizkuse (glina, pesek, prod, melj, različne prsti, polžarica itd.), skodelica vode,*
- *štoparica.*

1. Priprava: Iz narave prinesi različne materiale (glina, pesek, prod, melj...). Pripravi vse potrebne materiale za izdelavo poizkusa.

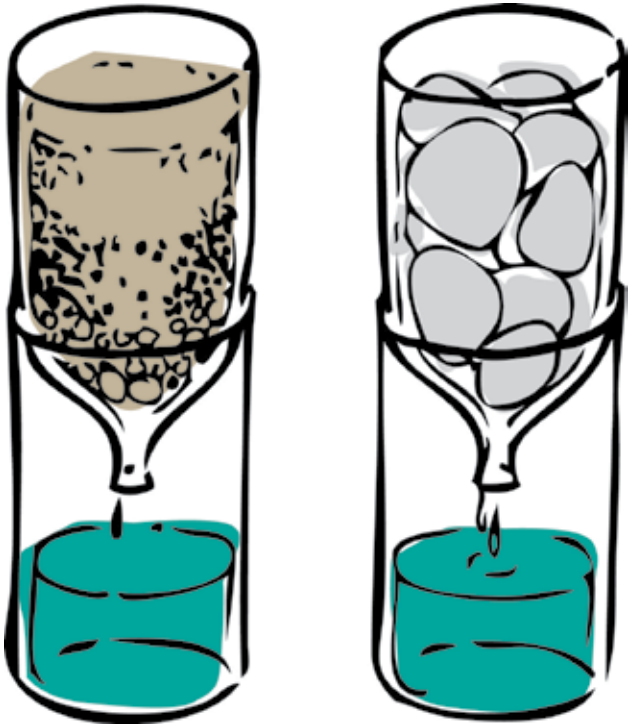
2. S pomočjo poskusa boš spoznal kako voda skozi različne materiale pronica z različno hitrostjo. Model testnega stolpca pripravi po naslednjem postopku (lahko narediš več modelov za različno kombinacijo materiala.):

- Vzemi plastenko in jo po širini prereži na pol; ožji konec prekrij z gazo, pritrdi jo z elastiko. Potem ožji konec odrezane plastenke, obrnjen kot lijak, postavi v spodnji del plastenke.
- Stresi izbrani material (glino, pesek, prod, mivko, melj, zemljo, polžarico itd.) v zgornji del plastenke, pri čemer naj bo plastenka z izbranim materialom zapolnjena do polovice. Material dobro razporedi po plastenki, da med izbranim materialom in plastenko ne bo ostalo velikih praznih prostorov.
- Odmeri količino vode v skodelici. Zlij skodelico vode v plastenko.
- Izmeri čas, ki je potreben, da vsa voda steče skozi plastenko. Izmeri količino vode, ki se je zbrala v spodnji skodelici.

3. V beležko nariši tabelo, v katero boš zapisal podatke o porabljenem času in količini vode, ki je v spodnji del plastenke pritekla skozi različne materiale.

4. Iz rezultatov in izvedenih aktivnosti izpelji zaključke, pri čemer si pomagaj z naslednjimi vprašanji:

- Ali je voda skozi vse materiale pronicala z enako hitrostjo? (Voda je veliko hitreje pronicala skozi prodni stolpec. Tam, kjer so med kamninami ali delci večji prazni prostori, voda pronica hitreje.)
- Ali je skozi vse materiale pritekla enaka količina vode? Če ni, kaj se je zgodilo z njo? (Del vode se je absorbiral oziroma vpil v material.)
- Ali voda skozi katerega od teh materialov sploh ni prišla? Zakaj? (Skozi glino, ker je glina vodonepropustna plast.)



Ali veš, skozi kateri material voda pronica najhitreje in zakaj?
Po odgovor odskakljaj do poglavja
Odgovori za radovedne!

UGANKE O POROZNOSTI IN PREPUSTNOSTI

Pripomoček: Delovni list 1 - Poroznost in prepustnost.

1. Poišči čim več različnih in nenavadnih izrazov za opis "tal". Zapiši jih v beležko.

2. Obstaja več tipov tal. Nekatera tla so pretežno peščena, nekatera so bolj glinasta/ilovnata, nekatera pa so mešanica peska, gline, kamenja in drugih materialov, lahko tudi mrtvih rastlin. Sestava tal določa njeno sposobnost za absorbcijo vode kot tudi njeno prepustnost za vodo.

3. Kaj pomeni "poroznost" in kaj "prepustnost"? (Poroznost določa, koliko je prostora v volumnu oziroma sestavi kamnine ali tal. Prepustnost pa pove, v kakšni meri tla oziroma kamnina spuščajo vodo skoznje.)

Primer prereza tal na Ljubljanskem barju, polžarica (foto: B. Bračič Železnik, 2000)

Ali veš skozi kateri material (prod, pesek ali glino) so se vodne molekule najlažje gibale? Zakaj?

Če bi imel tri kamnine – eno iz proda, drugo iz peska ter tretjo iz gline, ki bi vse vsebovale enako količino vode -v kateri kamnini bi izvrtali vodnjak? Zakaj?

Kako hitro je gibanje vode pod zemljo?

Po odgovore na vsa vprašanja odskakljaj do poglavja Odgovori za radovedne!

naloga 4

ARTEŠKA VODA

Podzemna voda je voda pod zemeljskim površjem, ki se zbira v prodnih in peščenih nanosih ali v razpokah ter špranjah kamnin. Podzemna voda je sestavni del vodnega kroga in se napaja predvsem s padavinami.

Zgornja meja zbrane podzemne vode se imenuje nivo podzemne vode. Če je nivo podzemne vode dovolj visok, se voda lahko pojavi na površju v obliki izvirov, jezer, ribnikov ali rek. Vendar pa je najvišji nivo podzemne vode običajno pod površjem.

Vodonosnik je sediment ali kamnina, v kateri se zadržuje podzemna voda, pri čemer mora biti gibanje vode dovolj hitro, da lahko zagotovi dovolj vode za napajanje vodnjakov ali izvirov oziroma da podzemno vodo lahko ekonomsko izkoriščamo. Vodonosniki so torej porozne zemeljske plasti, ki vsebujejo podzemno vodo v uporabnih količinah. Vodonosnik se praviloma nahaja nad neprepustnimi sloji gline ali kamninske osnove.

Poznamo zaprte in odprte vodonosnike. Zaprt vodonosnik je vodonosnik, kjer je voda ujeta med dvema neprepustnima slojema in je pod velikim pritiskom, ki vodo potiska na površje. Imenujemo ga arteški vodonosnik, saj je, kadar vrtamo vodnjak, voda pod takšnim pritiskom, da kar sama priteče na površje in je ni treba črpati. Takšnemu vodnjaku pravimo arteški vodnjak. Drug tip je odprti vodonosnik, to je vodonosnik s podzemno vodo, ki ni pod pritiskom, saj je z neprepustnim slojem omejen le s spodnje strani. To je tudi najpogostejši tip vodonosnika.

Vodonosnike delimo tudi glede na materiale, v katerih se nahajajo. Ločimo vodonosnike v prodnatih in peščenih naplavinskih nanosih ravnic (aluvialni vodonosniki oziroma vodonosniki z medzrnsko poroznostjo), vodonosnike v skalnih razpokah nekraških kamenin (razpoklinski vodonosniki) in vodonosnike v kraških kameninah, ki jih tvorijo jame, kanali in razpoke (kraški vodonosniki). Vse oblike vodonosnikov so pomemben vir pitne vode.

Kam odtečejo padavine?

VODONOSNIK IN PODZEMNA VODA

Pripomočki:

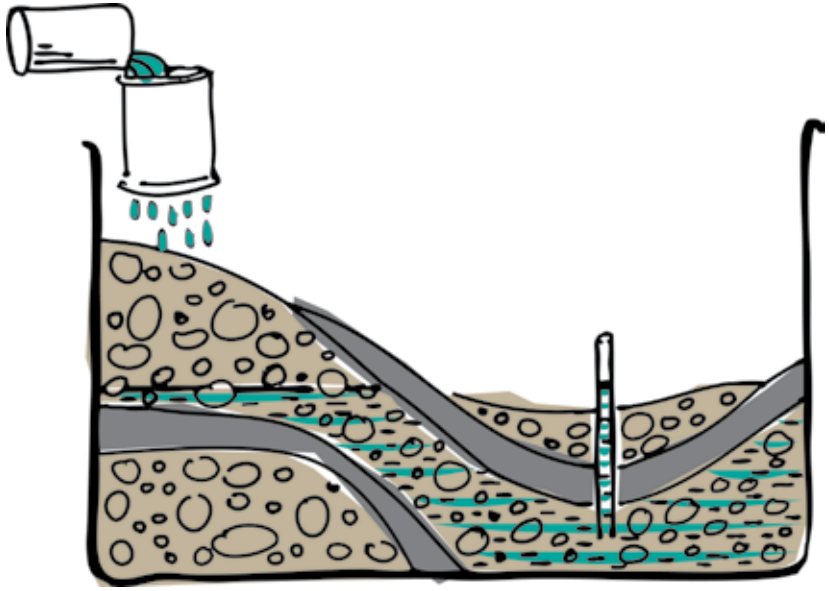
- *steklena akvarijska posoda ali podobna prozorna posoda,*
- *pesek (debeline 1–5 mm),*
- *glina,*
- *barva za živila,*
- *flomaster,*
- *prozorna slamica ali steklena cevka,*
- *pločevinka s preluknjanim dnom,*
- *kozarec,*
- *voda.*

Delovni list 2: Podzemna voda
Delovni list 3: Prerez skozi zemeljske plasti

1. Izdelaj model vodonosnika:
V akvarijsko posodo nasuj različne plasti peska in gline. Pazljivo oblikuj reliefne gube. Začni s plastjo peska, nadaljuj z glino, s katero dobro zatesni prehod do spodnje plasti peska. Sledi plast peska (glavna vodonosna plast), ki jo deloma prekrij z glino. Glinena plast naj tvori dolino. Na dnu doline naj bo še nekaj peska (glej skico).
V Delovni list 2: »Podzemna voda« shematsko vriši, kako si sledijo posamezne plasti materiala.

2. Opazuj nivo podzemne vode v modelu
V kozarec vode vmešaj barvo za živila, saj boš tako razločneje videl, kaj se dogaja z vodo. Obarvano vodo počasi vlivaj skozi preluknjano pločevinko, s čimer boš posnemal deževanje. Dežuje naj na tistem delu reliefa, ki ni prekrit z glino, tako da se vodonosnik počasi polni z vodo.
Opazuj padanje dežja in prodiranje vode skozi plasti materiala na modelu, ki si ga naredil. Voda je napolnila prostore med peskom. Nivo vode v vodonosnem sloju se počasi dviguje, dokler ne doseže druge glinaste plasti. Podzemna voda se je ujela med dve neprepustni plasti gline. S flomastrom označi do kod seže voda v posodi. Uporabi Delovni list 2: »Podzemna voda« in vriši ter opiši svoje ugotovitve.

- Voda se prebija oziroma pronica proti dnu skozi nenasičene plasti do nasičenih plasti. Kaj so to nasičene in nenasičene plasti? (Nenasičene plasti se pojavljajo neposredno pod zemeljskim površjem in v svojih porah oziroma razpokah vsebujejo tako vodo kot zrak. Nasičene plasti imajo vse pore in razpoke zapolnjene z vodo. Vrh nasičene plasti imenujemo nivo podzemne vode.)
- Zakaj voda ne prodre do dna posode? (Glina predstavlja neprepustno plast, skozi katero voda ne more prodreti.)



- Kako imenujemo plast, v kateri je voda? (Vodonosna plast ali vodonosnik.)
- Kako imenujemo zgornjo mejo, do koder seže voda? (Nivo podzemne vode.)

3. Izkoplji vodnjak:
Kaj se bo zgodilo, če skozi plast gline skoplješ luknjo? S pomočjo svinčnika navrtaj luknjo v glineno plast in vanjo vstavi močnejšo prozorno slamico ali stekleno cevko. Na ta način si ustvaril arteški vodnjak.

- Kako visoko bo narasla voda v vodnjaku? (Tako visoko, kot je nivo podzemne vode.)
- Kaj bi se zgodilo z nivojem podzemne vode, če bi se voda črpala skozi vodnjak, hkrati pa ne bi dolil nove vode v vodonosnik (ni dežja)? (Nivo podzemne vode bi se znižal.)
- Če boš imel srečo, bo voda sama pritekla iz izvira/vodnjaka. Zakaj včasih voda privre na dan, včasih pa jo je treba črpati? Kaj je arteški vodnjak? (Voda pride na dan samodejno, ker je stisnjena med dvema neprepustnima slojema in nivo podzemne vode leži više kot je vodnjak. Če prebijemo zgornji neprepustni sloj, skozenj steče voda, da se nivo podzemne vode izravna.)

4. Izpolni Delovni list 3: »Prerez skozi zemeljske plasti«. Pri odgovorih si lahko pomagaš s Slovarčkom.

3 POPLAVE NA LJUBLJANSKEM BARJU

KAJ SO POPLAVE IN POPLAVNA OBMOČJA?

Poplave so sestavni del naravne dinamike življenja reke in so predvsem odvisne od količine padavin. V času deževja ali intenzivnega topljenja snega se višina vode v vodotokih dvigne. V primeru, da struge vodotokov ne omogočijo dovolj hitrega odtekanja visokih voda, voda prestopi rečne bregove. Temu pojavu rečemo poplava.
Poplavna območja so območja, ki jih reke in potoki občasno poplavljajo. So sestavni del vodotokov in kot del vodnega prostora predstavljajo pomemben vodni ekosistem ter pomembno vplivajo na vodni režim, predvsem pri zmanjševanju konic poplavnih valov in bogatenju podtalnice.

Poplave so izredno dinamičen pojav. Zbiranje in odtok povečanih količin padavin povzročata intenzivne procese erozije, ne samo v strugi vodotoka, temveč v celotnem porečju. Poplave so tako eden izmed naravnih procesov, ki so z drugimi geološkimi procesi oblikovali in še preoblikujejo zemeljsko površje. Poplave neposredno vplivajo tudi na namembnost prostora in izrabo tal.
Poplavna območja sodijo med najbogatejše ekosisteme, saj obilica vode in s hranljivimi snovmi bogate naplavine predstavljajo idealno podlago za razvoj življenja.

VZROKI ZA POPLAVE

Poplava najpogosteje nastane zaradi izredno močnih ali dolgotrajnih padavin ali hitrega taljenja snega ali medsebojnega skupnega delovanja. Do poplavljanja pa lahko pride tudi zaradi zajezenega odtoka na kraških poljih, zaradi zajezitev, povzročenih s snežnim ali zemeljskim plazom, delovanja hudournikov, naravnega posedanja tal (Barje) ali posedanja, povzročenega z gospodarsko dejavnostjo (rudarstvo), in zaradi dviga gladine podzemne vode. Poplave povzroča tudi zelo visoka morska plima, ko morje poplavi obalna območja. Na verjetnost pojava poplave vpliva tudi velika predhodna vlažnosti tal ali če padavine padejo na snežno odejo, saj povzročijo njeno tajanje in katastrofalen površinski odtok (Brilly idr, 1999).

Najpogostejši vzrok poplav so padavine, ko v zelo kratkem obdobju pade velika količina dežja. Poplave se redno pojavijo v monsunskih območjih sveta, v zmernotoplem pasu pa veliko dežja prinašajo zračne depresije (Plut, 2000).

Poplave so naraven pojav, lahko pa nastanejo kot posledica človekovih posegov v naravo. S pozidavami in krčenjem gozdov ter močvirij se zmanjšuje možnost zadrževanja padavin, povečujeta pa se količina in hitrost odtoka in s tem obseg in pogostost poplav (Plut, 2000).

VRSTE POPLAV

Glede na vzrok v Sloveniji poplave delimo na (Natek, 2005):
Hudourniške poplave so kratkotrajne in izjemno silovite. Vode hitro narastejo, prenašajo velike količine plavja in ga nasipajo na vršajih ali v ravnini, po nekaj urah divjanja pa že upadejo. Pojavljajo se ob stotinah manjših hudournikov v gorskem svetu, hribovjih in gričevjih pa tudi ob nekaterih večjih rekah, na primer Savinji, Mislinji, Kamniški Bistrici in Sori.
Rečne nižinske poplave se pojavljajo ob spodnjem toku večjih rek nastanejo zaradi hitrega dotekanja velikih količin vode ter premajhnih pretočnih zmogljivosti rečnih strug. Vode hitro pritečejo iz višjega sveta in se razlijejo po ravnini, nato počasi odtečejo in za sabo pustijo peščeno-ilovnate naplavine. Tovrstne poplave so najobsežnejše ob Muri, Dravinji, ob spodnji Krki, Savi na Krško - Brežiškem polju in ob spodnjem toku Sotle.
Poplave na kraških poljih nastopijo počasi, voda stoji več dni ali tednov in počasi odteče skozi kraško podzemlje. Nastanejo zaradi dviga gladine vode nad površje ali zaradi presežka dotekajoče vode nad zmogljivostjo podzemnih odtočnih kanalov. Nastop je predvidljiv in je večinoma omejen na jesensko in spomladansko obdobje, na obdobji, ko pade več padavin. Najbolj značilne so za Cerkniško in Planinsko polje ter Globodol; k temu tipu prištevamo tudi poplave na Ljubljanskem barju.
Morske poplave nastanejo ob kombinaciji visoke plime, nizkega zračnega pritiska in juga, ko se gladina morja za kratek čas dvigne nad višino običajne visoke plime in preplavi obrežje. Pri nas se pojavljajo v Piranu in Kopru, v veliko večjem obsegu pa v Benetkah.
Mestne poplave se pojavljajo zaradi hitrega odtekanja padavin s streh in asfaltiranih površin, ki jih kanalizacijski sistem za meteorne vode ne more sproti požirati. Pojavljajo se ob kratkotrajnih ekstremnih padavinah, na primer v podvozih, podhodih in kleteh.

POGOSTOST POPLAV

V zmernih geografskih širinah se manjše poplave pojavljajo praviloma redno, vsako leto. Zelo veliki, izjemni pretoki rek nastopijo enkrat v 30-50 letih in poplavijo

tudi površine izven poplavne ravnice. Praviloma so obsežne poplave posledica ekstremno velikega površinskega odtoka (izjemno tudi podzemeljskega odtoka) zaradi intenzivnega dežja, topljenja snega ali njihove kombinacije (Plut, 2000).

Na obseg in pogostost poplav poleg podnebnih vzrokov vplivajo tudi značilnosti porečij: oblika porečja, značilnosti pobočij in rečne mreže (sočasen prihod visokih voda večjega števila pritokov povzroči zajezitev voda, ponavadi v spodnjih delih porečja) (Plut, 2000).
Glede na pogostost oziroma verjetnost pojava poplav ločimo tri vrste poplav in poplavnih območij (ARSO, Atlas okolja):

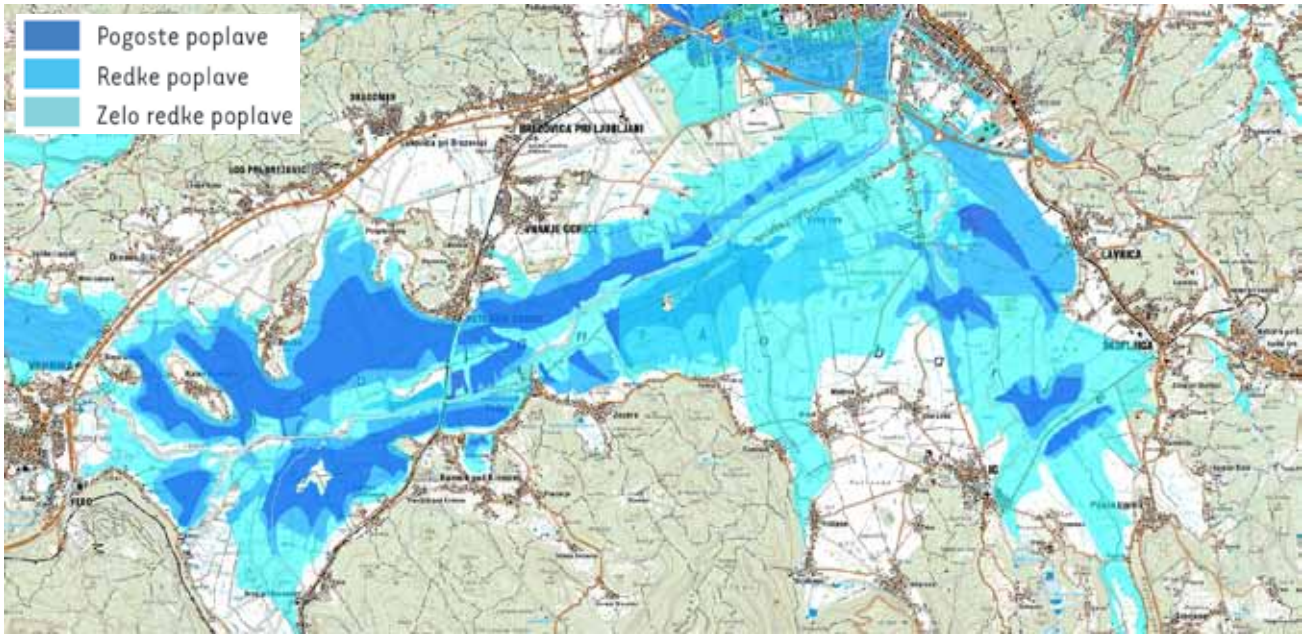
- zelo redke poplave – značilna je povratna doba 50 let in več (Q50),
- redke poplave - značilna je 10 do 20 letna povratna doba (Q10 do Q20)
- pogoste poplave - značilna je 2 do 5 letna povratna doba (Q2 do Q5)

POPLAVE V SLOVENIJI

V Sloveniji se poplave v različnih delih pojavljajo skoraj vsako leto, na nekaterih predelih lahko tudi večkrat na leto. Katastrofalne poplave so redkejše. Najpogosteje se pojavljajo v jesenskem ali spomladanskem času, poplave zaradi nenadnih dotokov velike količine vode (nevihte) pa tudi v poletnem času. Najpogostejše so v jesenskem obdobju, predvsem zaradi zmanjšane zaščitne vloge rastlinskega pokrova.
V Sloveniji je poplavno ogroženih več kot 300.000 ha površin. Večje in obsežnejše poplave se pričakujejo na 94.000 ha površin. Več kot polovica (54 %) vsega poplavnega sveta je v porečju Save, v porečju Drave je 42 % poplavnih površin, v porečju Soče in pritokov pa 4 %. Poplavljenih je lahko tudi več kot 2500 ha urbanih površin. Na območjih, kjer so možne katastrofalne poplave (poplave s povratno dobo 50 let in več), živi dobra četrtina prebivalcev Slovenije (Poročilo o stanju okolja 2002). Največje poplavno območje v Sloveniji je Ljubljansko barje in meri 8034 ha. Po obsegu mu sledijo poplavna območja ob Dravinji (6554 ha), Krki pod Otočcem (6179 ha), v Spodnji Savinjski dolini (4289 ha) ter Savi med Krškim in državno mejo (3455 ha) (Natek, 2005).

Za Slovenijo je značilna velika raznolikosti poplav in poplavnih območij. Nekatera so ostala v bolj ali manj naravnem stanju in še vedno delujejo kot rečne struge velikih poplavnih vod, na druga se nezadržno širijo naselja in različne dejavnosti, s tem pa se močno povečuje ogroženost zaradi prihodnjih poplav (Natek, 2005).

Območje poplav na Ljubljanskem barju (vir podatkov: ARSO, Atlas okolja, januar 2013)



OBSEG POPLAVNEGA OBMOČJA NA LJUBLJANSKEM BARJU

Ena najpomembnejših značilnosti Ljubljanskega barja so poplave. Redne oziroma vsakoletne poplave zalijejo osrednje dele barja v površini 2.364 ha ali 15% celotne površine barja. Ob izrednih poplavah je pod vodo kar 8.034 ha oziroma skoraj polovica celotne površine barja. Ljubljansko barje je največje poplavno območje v Sloveniji (Slovenija, pokrajine in ljudje, 1998).

Poplavni svet na Ljubljanskem barju, ki je prikazan na zgornji sliki, se od Vrhnike proti Ljubljani oži. Na levem bregu Ljubljanice so poplavljena obsežna območja barja med osamelci, od Sinje Gorice, mimo Blatne Brezovice, Bevk in Plešivice do Notranjih Goric ter naprej ob potoku Drobnetinka. Vzhodno od tu je zaradi nanosov vodotokov s severa (Gradaščica) površje nekoliko višje in ga redne poplave ne zalijejo, zato se tod poplavno območje zoži na 250 metrski pas ob Ljubljanici. Na desnem bregu

Ljubljanice se poplavni svet širi v dolžini 15 km, od Ljubije pri Vrhniki do Črne vasi. Sklenjen poplavni svet se zaradi umetnih ali naravnih ovir deli na več manjših delov. Obsežnejša dela sta med Ljubljanico, Borovniščico in cesto Podpeč–Borovnica ter med Podpečjo in Črno vasjo (Slovenija, pokrajine in ljudje, 1998).
Redne poplave so tudi na jugovzhodnem delu Ljubljanskega barja, vendar so poplavljene manjše površine, saj so s preureditvami vodnega omrežja uspešno omejili poplave. Poplavna območja so ob prekopu Izer od Ižice do Babne Gorice, ter na obeh straneh ceste med Igom in Škofljico (Slovenija, pokrajine in ljudje, 1998).

Ob izjemnih poplavah zalije voda velike površine južnih delov Ljubljanskega barja. Poplavna voda sega ob Borovniščici do Borovnice, ob Iški do Strahomera in ob Želimeljščici do Želimelj. Na levem bregu Ljubljanice poplavni svet obsega območje med Vrhniko in osamelci vse do Ljubljane (Trnovo, Ilovica). Globina poplavne vode je največja med Sinjo Gorico in Notranjimi Goricami, kjer doseže globino tudi do 90 cm, v povprečju pa doseže od 50 do 70 cm. Na poplavnem svetu med Podpečjo in Črno vasjo je poplavna voda nekoliko plitvejša, običajno od 30 do 50 cm (Slovenija, pokrajine in ljudje, 1998).

VZROK ZA NASTANEK POPLAV NA LJUBLJANSKEM BARJU

Za nastanek poplav na Ljubljanskem barju je več vzrokov. Pomemben dejavnik nastanka poplav so nekraški površinski vodotoki, zlasti 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 na Ljubljanskem barju so tudi visoke vode iz kraških izvirov, ki zaradi zadrževanja v kraškem podzemlju na barje pritečejo z zakasnitvijo in podaljšajo trajanje poplav.

Ključni razlog za poplave Ljubljanskem na barju je tudi skoraj ravno površje, zaradi katerega ima Ljubljanica minimalen padec. Ljubljanica ima namreč na 26 km dolgem toku med Vrhniko in Ljubljano le 4 metre padca, zaradi česar je njen tok zelo upočasnjen. To seveda vpliva tudi na odtok poplavne vode in zelo počasno zniževanje visokih voda.

Med vzroki za nastanek poplav na Ljubljanskem barju je treba dodati še talno vodo v vršajih na obrobnih delih Ljubljanskega barja (prodni nanosi med Iško in Ižico, ob Gradaščici in Šujici, ob Borovniščici). Talna voda se na stiku prepustne prodnate naplavine vršajev in neprepustne ilovice v osrednjih delih Barja pojavi na površju v obliki številnih izvirov.

KDAJ SE POJAVLJAJO POPLAVE NA LJUBLJANSKEM BARJU

Poplave so najpogostejše ob spomladanskem in jesenskem deževju ter pozimi. Trajajo po večini 2-5 dni, odvisno od količine padavin v povirjih Ljubljanice in njenih pritokov (Slovenija, pokrajine in ljudje, 1998).
Pred regulacijo Ljubljanice skozi Ljubljano, v 30-ih letih prejšnjega stoletja so bile ekstremne poplave pogostejše, saj je npr. v obdobju 1885–1933 Ljubljansko barje prizadelo kar pet velikih poplav (1885, 1888, 1904, 1926, 1933) (Natek, 2005).

DVOJNOST POPLAVNEGA OBMOČJA NA LJUBLJANSKEM BARJU

Ljubljansko barje prikazuje z vidika poplav dva različna obraza: 1) obsežen poplavni svet vzdolž Ljubljanice med Vrhniko in Ljubljano, kjer so se zaradi pogostih poplav ohranile ključne značilnosti poplavnega območja, ter 2) poplavni svet ob spodnjem toku Gradaščice, kamor se je širil južni deli Ljubljane, zlasti po 2. svetovni vojni. Gre za izrazit pokrajinski kontrast med poplavnim območjem z obsežnimi mokrišči, zadnjimi ostanki barij in ekstenzivno kmetijsko rabo ter gosto poseljenim mestnim obrobjem. Kontrast pa je izrazit tudi z vidika poplavne ogroženosti (Natek, 2005).

Na poplavnem območju ob Ljubljanici se pojavljajo precej pogoste (celo dva do trikrat letno) poplave kraškega tipa, ki nastopijo počasi in običajno trajajo več dni. Poplavne vode ob »običajnih« vsakoletnih poplavah ne povzročajo posebne škode, saj so naselja, kmetijska zemljišča in večina prometnic na nekoliko višjem obrobju ali na osamelcih, osrednji del Barja (razen naselij Lipe in Črna vas) pa je ostal povsem neposeljen (Natek, 2005).

Poplavno območje ob spodnjem toku hudourniške Gradaščice kaže povsem drugačno sliko, saj je tu velik del Ljubljane, ki se nezadržno širi naprej proti jugu, na poplavne površine. Ta del Barja v ničemer ne spominja na poplavno območje, saj je v celoti urbanizirano, tudi stanovanjske hiše so zgrajene tik ob Malem grabnu (spodnji tok Gradaščice). Kljub temu pa je južni del Ljubljane poplavno ogrožen, kar so zelo nazorno pokazale poplave septembra 2010. Za varovanje tega dela Ljubljane pred poplavami se že dolgo pripravljajo protipoplavni ukrepi, vendar je pripravljavcem načrtov ostalo zelo malo manevrskega prostora (Natek, 2005).

PRIMER KATASTROFALNE POPLAVE NA LJUBLJANSKEM BARJU – SEPTEMBER 2010 *(Globevnik, Vidmar, 2010)*

Septembra 2010 je prišlo do katastrofalnih poplav na Ljubljanskem barju, ki jih lahko uvrstimo med 100-letne poplave. Dne 20.9.2010 je bilo poplavljenih kar 76,8 km^2 površin, prostornina vode je znašala kar 34 mio m^3. Poplave so najbolj so pri-

zadele Ljubljano, posebej resno stanje je bilo na Viču in na Ljubljanskem barju. Poplave so povzročile veliko škode prebivalcem Viča, Rožne doline, Črne vasi, Lip, Rudnika, domačinom ob Ižanski cesti in drugih krajih na Ljubljanskem barju. Na Viču je bilo zaprtih več cest (Tržaška, Tbilisijska ..), ceste na območju Črne vasi in Lip so bile več dni neprevozne, saj je bila voda ponekod visoka celo 80 cm. Poplavljene so bile kleti, ponekod pa je voda vdrla v stanovanjske in poslovne dele stavb. Poplavna voda je na vzhodni del Barja dotekala v noči med soboto (18. 9. 2010) in nedeljo (19. 9. 2010), dne 20. 9. 2010 (v noči na ponedeljek) pa se je nenadoma v osmih urah dvignila za cca 35 cm. Vzrok hitrega dviga gladin je bilo prelitje Iščice preko Ižanske ceste nad odcepom Matenske ceste in dotok poplavne vode Iške v smeri padnice terena (to je proti križišču Ižanske in Črnovaše ceste), kar je enako smeri Iške pred regulacijo v 19. stoletju (Globevnik, Vidmar, 2010).

Na Barje je pritekala tudi podzemna voda. Vsi arteški ali umetni vodnjaki so »bruhali vodo«, kar pomeni, da je bila voda pod velikim pritiskom in prav ta pritisk je povzročil tudi "izginotje" Iške v četrtek 23. 9. 2010.

Ključna spoznanja ob poplavi (Globevnik, Vidmar, 2010):

- Ceste na Ljubljanskem barju delujejo kot visokovodni nasipi (Ižanska in Črnovaška cesta).
- Poplave v septembru 2010 so imele verjetnost nastopa 1% (100 letna poplava.).
- Območje Barja je izredno pomembno za zadrževanje visokih voda, saj obstoječe površine nudijo ustrezno prostornino za pojave z odtočnim koeficientom večjih od 0,60. Ljubljansko barje deluje kot kraško polje.
- Nadaljnje množične pozidave in nasutja bi predstavljali zelo velika tveganja za povečanje ogroženosti prebivalcev Barja in Ljubljane.

Obseg poplav na Ljubljanskem barju 10. 9. 2010 (vir: Globevnik, Vidmar, 2010)

Poplave ob Ižanski cesti, 10. 9. 2010 (foto: ARSO arhiv, 2010)

Viri:

- *Atlas okolja, ARSO.*
- *Slovenija, pokrajine in ljudje. Ljubljansko barje (dr. Milan Orožen Adamič). ZRC SAZU, Ljubljana, 1998.*
- *Natek, K: Poplavna območja v Sloveniji. Geografski obzornik, št. 1, letnik 52, Ljubljana, 2005.*
- *Breznik, M.: Antropogeni vplivi na posedanje in poplave Ljubljanskega barja. 1. Šukljetovi dnevi, 4. posvetovanje slovenskih geotehnikov, Ljubljana, 2000.*
- *Brilly, M., Mikoš, M., Šraj, M., 1999. Vodne ujme: varstvo pred poplavami, erozijo in plazovi. Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.*
- *Sodelovanje in pomoč pri oblikovanju strokovnih izhodišč za pripravo Uredbe o krajinskem parku Ljubljansko barje, končno poročilo. Inštitut za vode RS, Ljubljana, 2007.*
- *Benedičič, U. 2011. Poplavna varnost Ljubljane in poplave septembra leta 2010. diplomsko delo, UL, FGG, Ljubljana, 2011.*
- *Globevnik, L., Vidmar, A., 2010. Poplave na Ljubljanskem barju v septembru 2010, Mišičev vodarski dan 2010, Maribor.*
- *Poročilo o stanju okolja 2002. MOP ARSO, Ljubljana, 2003.*
- *Državni načrt zaščite in reševanja ob poplavah. Ministrstvo za obrambo, Uprava RS za zaščito in reševanje, Ljubljana 2005.*
- *Plut, D., 2000: Geografija vodnih virov. Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo, Ljubljana.*

naloga 5

MERJENJE KOLIČINE PADAVIN

Večja količina padavin, ki pade v kratkem časovnem obdobju na določenem mestu (npr. ob obilnem deževju ali nevihti), lahko povzroči obsežne poplave ali celo sproži zemeljske plazove. Za predvidevanje tovrstnih dogodkov in ustrezno zaščito pred njimi je ključnega pomena merjenje količine padavin.

Ali se dež lahko meri?

Zakaj je koristno meriti količine dežja?

MERILEC DEŽJA - DEŽEMER

Pripomočki:

- *plastičen ali kovinski lij,*
- *kos trde plastike,*
- *velika steklena ali prozorna plastična posoda,*
- *ravnilo,*
- *ravna površina na prostem.*

1. Naredi si merilec dežja oziroma dežemer. Dežemer z lijakom lovi padavine, ki od tam odtečejo v posodo. Voda, ki se je nabrala v posodi, predstavlja količino padavin.
   - Na prostem izberi lokacijo, kamor boš postavil dežemer. Izogibaj se postavitvi dežemera pod drevo ali ob objekt, saj ne boš dobil pravih podatkov o količini padavin. V tla izkoplji luknjo in vanjo namesti plastično ali stekleno posodo.
   - V kos trde plastike naredi luknjo.
   - V luknjo vtakni spodnji (ožji) del plastičnega ali kovinskega lija. Nato vse skupaj namesti nad posodo, ki je v zemlji. Pravkar si naredil dežemer.

2. Po vsakem deževnem dnevu izmeri višino vode v posodi in si zapiši rezultate.
   - Ali je razlika v izmerjeni količini vode, če je bilo deževanje rahlo ali močno?
   - Kolikšna je razlika?

MERJENJE KOLIČINE PADAVIN IN IZDELAVA KARTE PADAVIN

Pripomočki:

- *škatla, napolnjena z majhnimi papirčki (velikost največ 1x1 cm),*
- *več prijateljev,*
- *stoli,*
- *papir in svinčnik.*

1. Z naslednjo igrico boste lahko s prijatelji oponašali merjenje padavin:

- Stole razporedite v več vrst, da naredite mrežo. Vsak stol predstavlja eno točko v padavinski merilni mreži. Usedite se vsak na svoj stol. Eden od prijateljev naj ostane izven mreže. Njegova naloga bo, da bo »vodil« nevihto.
- Škatlo napolnjeno s papirčki vzame tisti, ki sedi približno na sredini. Ko mu bo vodja nevihte dal znak (»Zdaj!«) bo z enim gibom sunkovito dvignil posodo in raztresel papirčke po zraku.
- Ostali boste oponašali nevihto tako, da boste sledili navodilom. Vodja nevihte pokaže gib, ki ga morajo vsi posnemati do takrat, dokler ne pokaže naslednjega giba.

Da bo nevihta zares zabavna, lahko uporabite naslednje gibe (prikazujejo naj se v naslednjem vrstnem redu):
(1) podrgnete dlani eno ob drugo, tlesknite s prsti;
(2) ploskajte z rokami v neenakomernem ritmu;
(3) z rokami se potolčete po stegnih;
(4) z nogami topotate po tleh;
(5) z rokami udarjajte po stegnih in hkrati z nogami topotajte po tleh (uprizarjate nevihto, ko se najbolj razbesni);
(5) z nogami topotajte po tleh;
(6) z rokami se udarjajte po stegnih;
(7) ploskajte z rokami v neenakomernem ritmu;
(8) tleskajte s prsti;
(9) drgnete dlani eno ob drugo, nato razprete dlani in obmirujte.

- Ko nastopi vrhunec nevihte (gib 5), da vodja nevihte znak (»Zdaj!«), nato naj tisti, ki ima škatlo papirčkov, sunkovito dvigne posodo, da papirčki poletijo v zrak.
- Ko se nevihta konča se vsi usedete. Papirčki ki so padli na tla predstavljajo količino dežja, ki je padla med nevihto. Vsak naj zbere vse papirčke, ki jih lahko doseže, ne da bi vstal s svojega stola.

2. Izdelava karte padavin:

- Izračunaj količino padavin tako, da prešteješ število zbranih papirčkov pri vseh, vsak papirček predstavlja 1 mm dežja.
- Nariši mrežo merilnih postaj, ki jo sestavljajo prijatelji s svojimi stoli.
- Število vseh zbranih papirčkov na posamezni "merilni postaji" vpiši v pripadajoče polje v mreži.
- Poišči območje, kamor je padlo največ papirčkov (največ mm dežja), ter ga na mreži označi z X.
- S črtami poveži polja s podobnimi količinami dežja. Na ta način dobimo območja, kjer je padlo 50, 40, 30, 20 in 10 mm padavin. Črte se med seboj ne smejo križati.

Nalogo lahko večkrat ponovite in tako dobiš različne karte, z različnimi količinami padavin.

- Kako imenujemo črte na karti? (Črte imenujemo izohijete. V teoriji te črte nakazujejo, da ima vsaka točka na tej liniji enake vrednosti).
- Kako bi lahko hidrologi uporabili podatke iz te karte (napovedovanje poplav, namakanje ...)?

3. Zdaj pa lahko pripravite tudi prave izohijete. Na zemljevidu kraja v katerem bivate naj vsak od vas vriše položaj svoje hiše. Vsak naj postavi svoj dežemer v bližini svoje hiše in z njim izmeri količine padavin ob naslednjem deževju ali nevihti. Po vsakem merjenju si sporočite rezultate in jih skupaj vpišite k svojim hišam na zemljevid. Po enem mesecu izrišite karto padavin za svoj domači kraj in jo pokažite učiteljici v šoli!

naloga 6

MODEL POPLAV

Poplave se spontano pojavljajo kot dinamična komponenta življenja rek in so v največji meri odvisne od količine padavin. Močno deževje povzroči dvig gladine rek, jezer in ostalih vodnih teles do te mere, da voda prestopi bregove. Varno življenje na obalah rek in jezer je možno zgolj ob dobrem poznavanju in pravilnem predvidevanju, kje in kdaj bo prišlo do poplav.

POPLAVA V POSODI

Pripomočki:

- *široka prozorna plastična posoda,*
- *voda,*
- *plastelin ali glina,*
- *3 prazne pločevinke z naluknjanim dnom,*
- *dve skodelici,*
- *majhni koščki kovine ali trde plastike.*

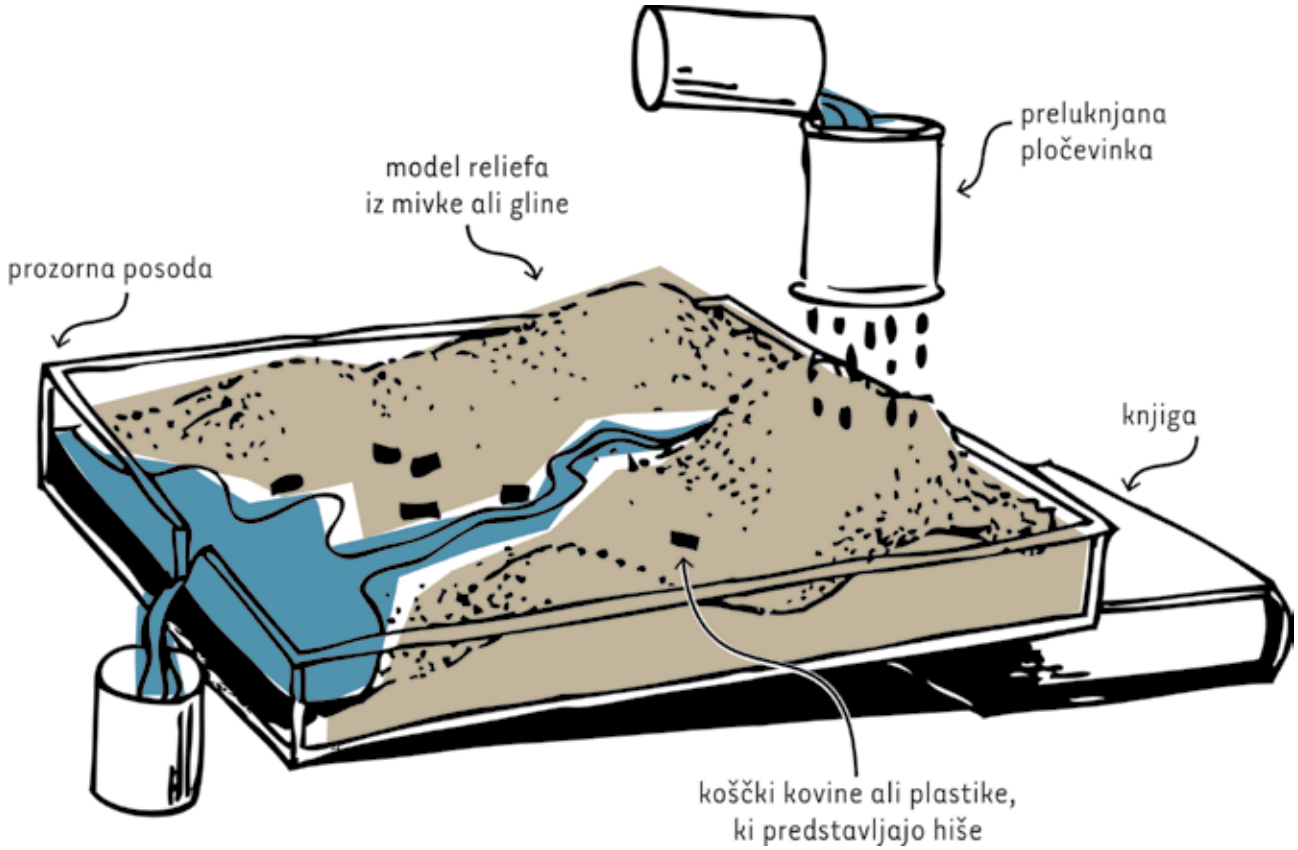
1. Naredi model:

- Vzemi široko prozorno plastično posodo. V eno od stranic zareži rob v obliki črke V, s čimer omogočiš odtok reke oziroma lagunastega rečnega ustja.
- V posodo položi plastelin ali glino in oblikuj krajino s hribi na eni ter jezerom ali laguno na drugi strani.
- Tisti del posode, v katerem si oblikoval "hribovje", podložimo s knjigo, da ustvarimo rahel padec.
- Vzemi preluknjano pločevinko, vanjo vlij vodo in pusti, da "dežuje" toliko časa, da prične iz modela odtekati voda. To so padavine v običajnem obsegu in ne povzročajo poplav.
- Z majhnimi kovinskimi ali plastičnimi koščki ponazori naselje s hišami na obrežju reke ali jezera. Postavi jih nekoliko stan od vodotoka, tako da so varne pred "vsakoletnimi poplavami".

2. Z opazovanjem modela nariši zemljevid, vanj vriši reko, jezero in položaj hiš. Na rob plastične posode označi nivo vode.

3. Povečaj količino dežja (dve pločevinki), tako da voda ne more več tako hitro odtekati, kot doteka in začne naraščati. Ko voda malo naraste, na rob plastične posode označi nivo vode.

4. Zaradi povečanja »padavin« reka poplavlja, zato so to poplave, ki so pogoste, redne in se pojavljajo skoraj vsako leto.
(Zdaj lahko še enkrat razmisliš, kako so postavljene hiše. Ali so izven poplavnega območja rednih poplav?)
Območje, ki je poplavljeno, imenujemo poplavno območje.



5. Količino dežja še nekoliko povečaj (3 pločevinke). Voda še nadalje narašča in prične zalivati hiše. Tokrat si s povečanjem količine padavin ustvaril večje poplave, ki se pojavljajo na daljše časovno obdobje. Tako velike poplave se pojavijo redkeje.

- Kako pogoste so stoletne poplave? Kaj pa desetletne ali tisočletne poplave? (Stoletne poplave se statistično pojavijo enkrat na sto, desetletne se pojavijo enkrat na deset let, tisočletne pa enkrat v tisoč letih.)
- Kaj misliš, kaj pomeni "pretoki rek so dosegli povratno dobo 100 let"?
- Ali je človek prilagojen na redke poplave?

Možnosti, da bo nekdo zadel na loteriji, so zelo majhne. Vendar nekateri vseeno zadenejo in dobijo nagrado. Kakšna je možnost, da se bo 1000-letna poplava zgodila jutri? Skoraj nič. Vendar, če se to zgodi, lahko vpliva na veliko število ljudi.

naloga 7

POZITIVNI UČINKI POPLAV

Poplave so ponekod dobrodošle in ponekod celo nujno potrebne za vzdrževanje visoke rodovitnosti kmetijske zemlje. Kmetijstvo in gospodarska moč starega Egipta sta temeljila na izkoriščanju Nilovih poplav, ki so se pojavile vsako poletje. Nil je prestopil bregove in voda je za več mesecev namočila zemljo ter naplavila debelo plast rodovitnih organskih snovi, ki so izboljšale rodovitnost peščenih puščavskih tal. Hkrati so ljudje razvili takšne namakalne sisteme, da so ob poplavah vodo tudi uskladiščili. Tako so prav poplave omogočale zadostne količine hrane za številne državljane te mogočne stare države.

Poleg tega so poplavna območja tudi eden najbogatejših ekosistemov. Obilica vode ter naplavine, bogate s hranljivimi snovmi, so idealna podlaga za razvoj življenja. Mokrotna poplavna območja (mrtvi rokavi, logi, mokrišča, mokrotni travniki itd.) predstavljajo specifična življenjska okolja, kjer uspevajo številne rastlinske in živalske vrste, ki so prilagojene takšnih posebnim razmeram. Zato so tovrstna območja izrednega pomena za biološko raznovrstnost.

NAMAKAJMO S POPLAVNO VODO

Pripomočki:

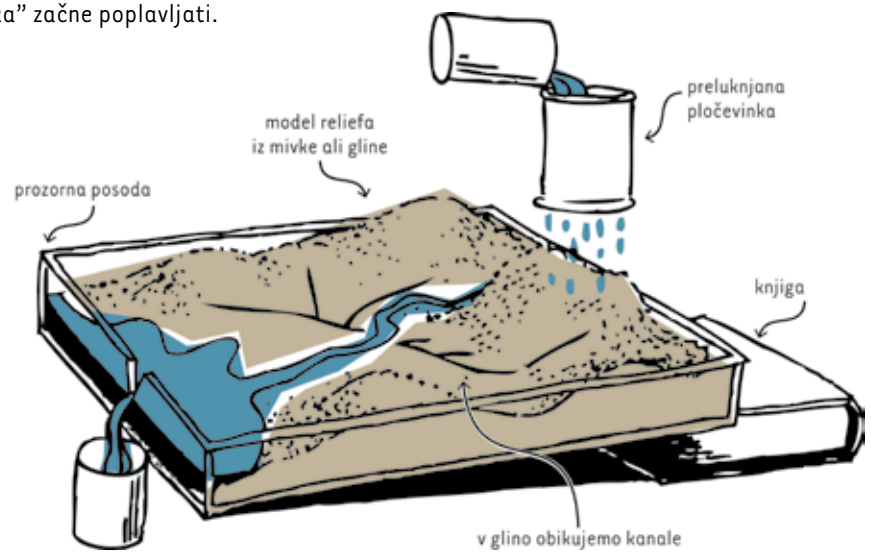
- *široka prozorna plastična posoda,*
- *voda,*
- *plastelin ali glina,*
- *3 prazne pločevinke z naluknjanim dnom,*
- *dve skodelici.*

1. Izdelaj model ali pa uporabi model iz naloge »Poplava« in ga nekoliko prilagodi.

- Vzemi široko prozorno plastično posodo. V eno od stranic zarežeš rob v obliki črke V, s čimer omogočiš odtok »reke«.
- V posodo položi plastelin ali gliino in oblikuj krajino s hribi na eni ter ravnino na drugi strani. Ravnina naj obsega večji del posode.
- Tisti del posode, v katerem si oblikoval "hribovje", podloži s knjigo, da ustvariš rahel padec.
- Vzami preluknjano pločevinko, vanjo vlij vodo in pusti, da "dežuje" toliko časa, da prične iz modela odtekati voda. Povečaj količino dežja, tako da "reka" začne poplavljati.

2. Poskusi ugotoviti, kako bi bilo možno poplavno vodo preusmeriti, da bi jo lahko uporabil v druge namene, npr. za poljedelstvo.
V modelu izdelaj kanale, s katerimi boš poplavno vodo preusmeril. Še enkrat simuliraj dež in opazuj.

- Kaj se dogaja? (Voda iz reke se preusmeri v kanale)
- Za kaj lahko uporabimo vodo? (Voda je primerna za poljedelstvo. Za pitje ta voda ni ustrezna.)



BIOLOŠKA PESTROST POPLAVNIH OBMOČIJ

Pripomoček:

- *Delovni list 4: Rastline in živali na poplavnih območjih*

Na Delovnem listu 4: »Rastline in živali na poplavnih območjih rek« pobarvaj le tiste rastline in živali, ki se nahajajo na poplavnem obvodnem prostoru.

Po pravilne odgovore odskakljaj do poglavja Odgovori za radovedne!

naloga 8

POPLAVE NA LJUBLJANSKEM BARJU

Ena najpomembnejših značilnosti Ljubljanskega barja so poplave. Vsakoletne poplave zalijejo približno 15 % njegove površine, zlasti osrednji del. Ob izrednih poplavah je poplavljena skoraj polovica celotne površine barja. Ljubljansko barje je tako največje poplavno območje v Sloveniji.

Ključni vzroki za nastanek poplav na Ljubljanskem barju so:
- Ljubljansko barje ima obsežno hidrološko zaledje, od koder se stekajo padavine nanj. Nekraški površinski vodotoki (Gradaščica, Iščica) hitro narasejo in poplavljajo na vzhodnem delu Ljubljanskega barja. Vode iz kraškega zaledja pritečejo na barje v obliki kraških izvirov z zakasnitvijo in podaljšajo trajanje poplav.
- Ljubljansko barje je skoraj ravno, zato voda zelo počasi odteka. Med Vrhniko in Ljubljano ima Ljubljanica v 26 km zgolj 4 metre padca.
- Ob visokih vodah se na Ljubljanskem barju pojavijo številni izviri podzemne vode, ki dodatno povečajo količine poplavnih voda.

Poplave so najpogostejše ob spomladanskem in jesenskem deževju ter pozimi. Poplave trajajo po večini od 2 do 5 dni, odvisno od količine padavin v povirjih Ljubljanice in njenih pritokov.

Si že kdaj videli poplavljeno Ljubljansko barje?

Zakaj pride do poplav na Ljubljanskem barju?

Zakaj so poplave na Ljubljanskem barju tako pogoste?

Kako se je človek prilagodil poplavam na Barju?

RAZUMEVANJE POJAVLJANJA POPLAV NA LJUBLJANSKEM BARJU

Pripomočki:
- *Delovni list 5 - Kviz o poplavah na Ljubljanskem barju,*
- *svinčnik.*

1. Izpolni Delovni list 5: »Kviz o poplavah na Ljubljanskem barju«.

2. Da preveriš, če si pravilno odgovoril, si pomagaj s poglavjem »Odgovori za radovedne!«.

4 LJUBLJANSKO BARJE KOT MOKRIŠČE

KAJ JE TO MOKRIŠČE?

Mokrišča so območja, kjer tla občasno ali stalno prekriva voda. Običajno predstavljajo vmesna območja med kopnim in površinsko vodo. Nekatera mokrišča so stalno prekrita z vodo, medtem ko so druga poplavljena le v določenem delu leta. Za vsa mokrišča je značilno, da imajo stalno namočena tla oziroma podlago, kar ključno vpliva na živali in rastline, ki rastejo oziroma živijo v mokriščih. Močvirja se lahko pojavljajo v zelo različnih okoljih, zato obstaja več vrst mokrišč – npr. močvirja, nizka in visoka barja, kali, ribniki, rečne mrtvice, poplavni gozdovi, mokrotni travniki, zaliti glinokopi ali gramoznice, območja obalnega morja (soline, somornice) itd. Mokrišča so lahko naravnega ali antropogenega nastanka.

Definicija mokrišč v Ramsarski konvenciji:
Mokrišča so območja močvirij, nizkih barij, šotišč ali vode, naravnega ali umetnega nastanka, stalna ali občasna, s stoječo ali tekočo vodo, ki je sladka, brakična ali slana, vključno z območji morske vode, katere globina pri oseki ne preseže šestih metrov.

POMEN IN FUNKCIJE MOKRIŠČ

Dolga stoletja se je mokrišča dojemalo kot nekaj slabega oziroma neuporabnega, saj naj bi bila zgolj leglo komarjev in drugega mrčesa, za kmetijstvo »neuporabna« zemlja, mračnjaški kraji z neprijetnimi vonjavami, ipd. Zaradi tega so bila mokrišča deležna stalnih degradacij (izsuševanje, zasipavanje), ki so vodila tudi v njihovo postopno izginjanje. Zaradi brezbrižnega ravnanja in pomanjkanja zavedanja v preteklosti so mokrišča danes med najbolj ogroženimi ekosistemi. Ogrožajo jih predvsem posegi v okolje, vnosi tujerodnih organizmov in onesnaženje.

V zadnjih letih se odnos do mokrišč spreminja, saj vedno bolj cenimo njihovo vlogo v naravi, zaradi česar se pojavljajo tendence po ohranitvi in ponovni vzpostavitvi naravnih mokrišč. Človeštvo je namreč spoznalo, da so mokrišča izredno dragocen ekosistem, ki ima številne pozitivne vplive na ljudi in okolje.

Ključne funkcije mokrišč:

- Zadrževanje vode in preprečevanje poplav: 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.
- Življenjsko okolje številnih rastlinskih in živalskih vrst: Specifična hidrološka dinamika v mokriščih pogojuje posebne rastne razmere, zaradi katerih so mokrišča življenjsko okolje za številne redke in ogrožene rastlinske in živalske vrste. Mokrišča so zakladnice biotske raznovrstnosti.
- Čiščenje onesnažene vode: Mokrišča imajo zaradi bogate vegetacije, ki omogoča odlaganje strupenih snovi in hranil, dobre samočistilno sposobnosti. Delujejo kot naravne čistilne naprave, kjer se voda prečiščuje, zaradi tega so »ledvice krajine«.
- Vir hrane in dobrin: Ob preudarni rabi so lahko mokrišča vir hrane in drugih dobrin – ribe, kmetijski pridelki, krma, les ipd.
- Učilnica na prostem: Mokrišča so raznolika, hidrološko kompleksna in izredno dinamična življenjska okolja, zaradi česar so idealen prostor za raziskovanje, izobraževanje in ozaveščanje o širšem okolju v katerem živimo.
- Rekreativna funkcija: Mokrišča so primerna tudi za opazovanje narave in sprostitev (opazovanje ptic, ribolov, fotografiranje, izleti, pikniki, veslanje ipd).

Naravni rezervat Mali plac jeseni, Ljubljansko barje (foto: T. Verbič, 2012)

LJUBLJANSKO BARJE KOT MOKRIŠČE

Ljubljansko barje je eno najbolj južnih visokih barij v Evropi in edini primer nižinskega visokega barja v Sloveniji, pri čemer moramo poudariti, da tu zaradi vseh sprememb v zadnjih stoletjih (izsuševanje, zniževanje podtalnice, izginotje šotišč ipd) danes ne moremo več govoriti o visokem barju.

Kljub temu pa Ljubljansko barje še vedno predstavlja eno največjih slovenskih mokrišč, saj s 160 km^2 obsega največje območje mokrotnih travišč 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 nekdaj obsežnega barja (MOP, 2009).

Ljubljansko barje ni uvrščeno v seznam mokrišč po Ramsarski konvenciji, kljub temu , da njegov velik del, s poplavnimi območji in povodjem Ljubljanice, izpolnjuje potrebne pogoje.

Cvetenje vodne perunike na Malem placu, Ljubljansko barje (foto: L. Vidic, 2002)

SAMOČISTILNE SPOSOBNOSTI MOKRIŠČ – NARAVNA ČISTILNA NAPRAVA

Če vodo v naravnem okolju onesnažimo, se po določenem času sama očisti. Temu pravimo samočistilna sposobnost voda. To sposobnost voda so ljudje odkrili šele ob onesnaževanju voda ter to spoznanje strnili v izrek, da se voda očisti, ko steče čez sedem kamnov. Sliši se preprosto, vendar gre pri tem za preplet različnih, med seboj soodvisnih naravnih procesov:

- Fizikalni procesi - redčenje, sedimentacija, filtracija, prezračevanje itd.
- Kemijski procesi - oksidacija in redukcija, ter vrsta spremljajočih procesov (npr. adsorbcija, absorbcija, koagulacija, kompleksacija itd.).
- Biološki procesi - mineralizacija (razgradnja odmrle organske snovi na osnovne elemente) in asimilacija (uporaba in vgradnja snovi v svoja telesa prek prehranjevalnih spletov).

V mokriščih, za katero je značilna velika biotska pestrost in bujna vegetacija s svojim koreninskim sistemom, so ugodne razmere za te procese. Zato pravimo, da imajo mokrišča veliko samočistilnih sposobnosti. V njih se prečiščujejo škodljive snovi in prekomerne količine hranil v vodi, s tem pa se preprečuje vstop škodljivih snovi v podzemno vodo. Mokrišča zaradi svojih samočistilnih sposobnosti predstavljajo naravne čistilne naprave za čiščenje voda.

Na podlagi teh spoznanj je človek ugotovil, da bi lahko samočistilne sposobnosti narave uporabil tudi za čiščenje odpadnih voda. Danes se zato pri čiščenju odpadnih voda skuša umetno ustvariti podobne pogoje, kot so v mokriščih – rastlinska čistilna naprava. To je sistem za čiščenje odpadne vode, kjer se te čistijo s pomočjo vodnih rastlin in mikroorganizmov. Najbolj pogosta tipa rastlinskih čistilnih naprav sta grajeno močvirje in čistilna laguna.

Viri:

- *Vahtar, M., Zdešar, M.: Kako se reka očisti? – priročnik za mentorje. ICRO, Domžale, 2004.*
- *Slovenija, pokrajine in ljudje. Ljubljansko barje (dr. Milan Orožen Adamič). ZRC SAZU, Ljubljana, 1998.*
- *Ramsarska konvencija. URL: http://www.ramsar.si.*
- *Mokrišča nas povezujejo, zloženka. MOP, Ljubljana, 2009.*

naloga 9

KAJ JE MOKRIŠČE?

Mokrišča so nekakšna vmesna območja med kopnim in površinskimi vodami, kjer je občasno ali stalno prisotna voda. Za vsa mokrišča je značilno, da imajo stalno namočena tla. Velika namočenost mokrišč in specifični pogoji za rast vplivajo na to, da v mokriščih uspevajo rastlinske in živalske vrste, ki so prilagojene življenju v takšnih razmerah. Zaradi tega so mokrišča življenjsko okolje za številne redke in ogrožene rastlinske in živalske vrste. Močvirja se lahko pojavljajo v zelo različnih okoljih, zato obstaja več vrst mokrišč – npr. močvirja, nizka in visoka barja, kali, ribniki, rečne mrtvice, poplavni gozdovi, mokrotni travniki, zaliti glinokopi ali gramoznice, območja obalnega morja (soline) itd.

Mokrišča so bila skozi stoletja obravnavana z negativnega stališča, posledica so bile stalne degradacije in izginjanje mokrišč. Zaradi brezbrižnega ravnanja in pomanjkanja zavedanja v preteklosti so mokrišča danes med najbolj ogroženimi ekosistemi. V zadnjih letih se odnos do njih spreminja, saj vedno bolj cenimo njihovo vlogo v naravi, zaradi česar se pojavljajo tendence po ohranitvi in ponovni vzpostavitvi naravnih mokrišč. Mokrišča namreč niso le leglo komarjev ali za kmetovanje »neuporabna« zemlja, temveč imajo pomembno vlogo v človekovem življenju, v preteklosti pa so pomembno vplivala tudi na razvoj civilizacij. Še danes so to območja z visoko pestrostjo rastlinskih in živalskih vrst, hkrati pa varujejo okolje pred poplavami (zadrževalniki visoke vode), čistijo onesnažene vode (samočistilna sposobnost mokrišč), so vir hrane in različnih dobrin ter območja, kjer se človek lahko sprosti in doživlja naravo. Mokrišča so bogat življenjski prostor, ki se vzdržujejo sama, njihova vrednost je neprecenljiva.

Pojdi na izlet na katero od ohranjenih mokrišč na Ljubljanskem barju.

MODEL MOKRIŠČA

Pripomočki:

- *večja steklena posoda (ali prozorna plastična posoda),*
- *modelarska glina,*
- *košček kuhinjske gobe ali spužve (širine 7 cm, dolžine enake posodi, lahko se kombinira več gobic),*
- *čista voda,*
- *blatna voda,*
- *merilni kozarec.*

1. Ker so mokrišča zelo kompleksni sistemi, še vedno ni povsem razkrito, kako delujejo. Model mokrišča, ki ga boš naredil, ti bo razjasnil tri od mnogih pomembnih funkcij, ki jih imajo mokrišča.

2. Model mokrišča:

- V polovico posode nanesi modelarsko glino, ki bo predstavljala kopno. Drugo polovico posode, ki bo predstavljalo jezero ali vodotok, pusti prazno. Glino oblikuj tako, da se bo teren od roba posode proti polovici postopoma spuščal in zaključil na polovici posode. Glino dobro stisni ob robove posode.
- Kuhinjske gobe sestavi tako, da bo sloj gline na sredini posode možno prekriti v celotni njeni širini. To bo predstavljalo mokrišče. Vendar pa kuhinjske gobe še ne postavi v posodo.

3. Z modelom mokrišča prikaži funkcijo mokrišča kot vodnega zadrževalnika:

- Počasi zlivaj čisto vodo na glino (to bo predstavljalo deževanje)
  Kaj se zgodi?
- Prelij vodo nazaj v kozarec. Položi kuhinjske gobe v model. Gobe bodo predstavljale mokrišče.
  Kaj se bo zgodilo, ko boš ponovno zlili vodo na glino?
- Še enkrat zlij enako količino vode v model. Pazi, da boš to izvedel na povsem enak način kot prej.
  Kaj se je zgodilo tokrat? (Voda se bo najprej vpila v gobo/spužvo – močvirje, šele nato pa se bo počasi odcedila v vodno telo.)

- Večkrat ponovi preizkus z gobo in brez nje ter pri tem meri vodo, ki odteče. Pred vsakim novim poizkusom ožemi gobe. Beleži meritve in primerjaj rezultate.

Mokrišče zaradi svoje vpojne sposobnosti zadržuje vodo in deluje enako kot goba.

4. Z modelom mokrišča prikaži funkcijo mokrišča za zadrževanje poplav.

- Ponovno uporabi model brez gobe. Počasi zlivaj čisto vodo na glino (deževanje) in opazuj hitrost odtekanja vode.
- Prelij vodo nazaj v kozarec. Položi gobe (mokrišče) v model in še enkrat zlij enako količino vode v model. Pazi, da boš to izvedel na povsem enak način kot prej.

Kaj se bo zgodilo s hitrostjo odtekajoče vode? (Voda bo počasneje odtekala v vodno telo, saj jo bo mokrišče zadrževalo.)

Ker so mokrišča večinoma plitvi bazeni, v katerih se zbira voda, se s tem upočasnjuje tudi njeno pretakanje.

5. Z modelom mokrišča prikaži funkcijo mokrišča za filtriranje.

- Izlij čisto vodo iz posode. Gobo pusti v modelu ter vlij nekaj blatne vode na glino. Primerjaj vodo, ki priteče iz močvirja v vodno telo, s preostalo blatno vodo, ki je ostala v kozarcu.

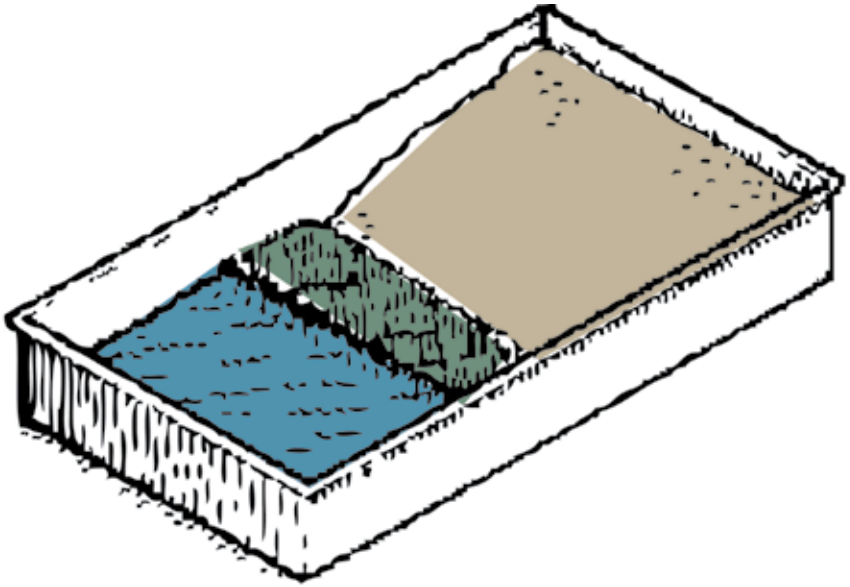
  Kaj se je zgodilo? (Del zemlje v blatni vodi je ostal "ujet" v mokrišču, ker mokrišča delujejo kot filtri za usedline in nekatera onesnaževala.)
- Odstrani gobo iz modela in ponovno zlij vanj blatno vodo.

  Zakaj vsi blatni delci končajo v vodnem telesu? (Brez močvirja, ki deluje kot filter, večina zemljine in mogoče tudi onesnaževal odteče direktno v vodno telo.)

Močvirja pomagajo pri preprečevanju odlaganja erodiranih snovi (sediment) v vodna telesa.

6. S poizkusom si spoznal tri glavne funkcije močvirij:

- Mokrišče zaradi svoje vpojne sposobnosti zadržuje vodo in deluje enako goba.
- Mokrišča so večinoma plitvi bazeni v katerih se zbira voda, s tem se upočasnjuje tudi njeno pretakanje.
- Močvirja pomagajo pri preprečevanju odlaganja erodiranih snovi (sediment) v vodna telesa.



naloga 10

MOKRIŠČE KOT ZADRŽEVALNIK VODE

Ljudje pogosto gradijo svoje domove na mokriščih ali poplavnih ravnicah v neposredni bližini vodotokov, kar privede do uničenja mokrišč in urbanizacije poplavnih območij. Posledično morajo biti za ta območja zagotovljeni protipoplavni ukrepi.

IGRA Z GOBO

Pripomočki:

- *2 pladnja,*
- *2 skodelici vode,*
- *papir,*
- *makete kartonskih hiš,*
- *kuhinjske gobe,*
- *lepilo,*
- *flomaster,*
- *škarje.*

1. Kako lahko najlažje počistiš vodo s pulta?
(s papirnato brisačo, gobo ali s krpo)

2. Na plastičen pravokoten pladenj postavi nekaj kartonastih hiš vzdolž pladnja. Izreži širši trak papirja in ga postavi na sredino pladnja.

Kaj se bo zgodilo s hišami, če poliješ vodo na papir?

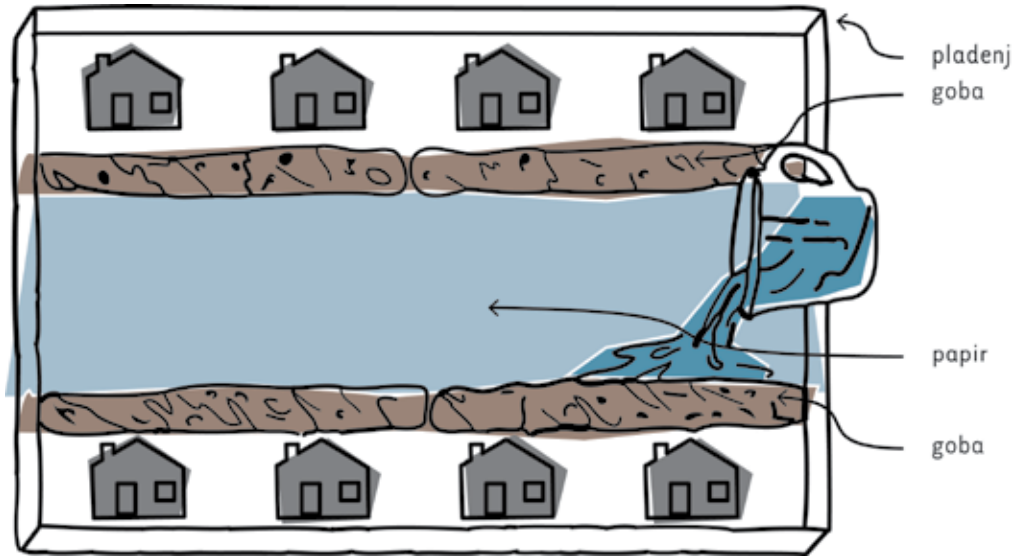
Počasi zlij kozarec vode na papir. (Ker ni ovir, se voda razlije po pladnju in namoči tudi hiše.)

3. Tokrat izvedi preizkus z gobo. Ponovno uporabi plastičen pravokoten pladenj. Papir položi na sredino, vzdolž njega pa nekaj papirnatih hišk. Sedaj postavi koščke gobe vzdolž celotne dolžine papirja, med papir in hiške.

Kaj se bo zgodilo, če boš sedaj polil vodo na papir?

Počasi zlij kozarec vode na papir in opazuj razlivanje vode. (Če si pravilno razporedil koščke gobe, bodo ti absorbirali večino vode in hiše bodo ostale suhe.) Goba deluje kot mokrišče in vodo zadrži.

Mokrišča poleg rek, potokov in jezer prav tako vpijajo vodo zaradi absorpcijskih sposobnosti vegetacije v njih. Če za gradnjo domov, tovarn ali nakupovalnih središč odstranimo mokrišča, bo presežek vode povzročal poplave na teh območjih.



naloga 11

MOKRIŠČE IN ČIŠČENJE VODE

Ena najpomembnejših funkcij mokrišč je njihova sposobnost čiščenja voda (samočistilna sposobnost), kar je dodaten razlog, da jih je treba ohranjati kot dragocen naravni vir. Samočistilno sposobnost voda sestavljajo fizikalni, kemijski in biološki procesi. Fizikalni so redčenje, sedimentacija, filtracija in prezračevanje. Najvažnejša kemijska procesa sta predvsem oksidacija in redukcija, pomaga pa tudi vrsta spremljajočih procesov (npr. adsorbcija, absorbcija, koagulacija, kompleksacija itd.). Biološki procesi se navzven kažejo predvsem kot mineralizacija (razgradnja odmrle organske snovi na osnovne elemente) in asimilacija (uporaba in vgradnja snovi v svoja telesa prek prehranjevalnih spletov).

Se voda v naravi lahko sama očisti? Zakaj in kako? *Si že slišal za rek, da se reka očisti, ko steče čez 7 kamnov?*

KO ODPADNA VODA PRIDE V REKO/JEZERO (REDČENJE)

Pripomočki:
- *4 kozarci,*
- *merica,*
- *2 dl čiste vode (iz pipe),*
- *2 dl blatne vode.*

1. Kaj pomeni, da se odpadna voda razredči, ko pride v vodo/vodotoke?

2. V štiri kozarce nalij po 0,5 dl blatne vode.

3. V kozarce dolij čisto vodo in vsebino vsakega kozarca dobro premešaj:
- Voda v prvem kozarcu bo za primerjavo z drugimi.
- V 2. kozarec dolij 0,1 dcl čiste vode.
- V 3. kozarec dolij 0,5 dl čiste vode.
- V 4. kozarec dolij 1 dl čiste vode.

4. Primerjaj »umazanost« vode v kozarcih.
- Kaj opaziš? (Več ko je dodane čiste vode, manjša je koncentracija blatnih delcev v blatni vodi.)
- Kaj se zgodi, ko odpadna voda iz kanalizacije priteče v potok?

KO REKA STEČE ČEZ 7 KAMNOV

Pripomočki:
- *model kanala (dolžina več kot 1 m), narejenega iz desk,*
- *prodniki, prodec,*
- *droben pesek,*
- *mivka,*
- *dve prozorni ali beli posodi,*
- *dva kozarca,*
- *blatna voda.*

1. Naredi model struge, s katerim boš posnemal učinek čiščenja vode skozi rečno dno:
- Model kanala podloži tako, da dobiš naklon, velik približno 10 stopinj.
- V model enakomerno položi prodnike in pesek, tako da vmes ne bo praznih prostorov.
- Pod nižji konec modela postavi belo ali prozorno posodo, da boš lahko opazoval rezultate.
- V drugo posodo daj blatno vodo in jo premešaj. Del vode odlij v kozarec in jo shrani za primerjavo z očiščeno vodo. Preostalo vodo zelo počasi zlij v strugo. Če boš vodo zlival prehitro, boš lahko videl učinek erozije.

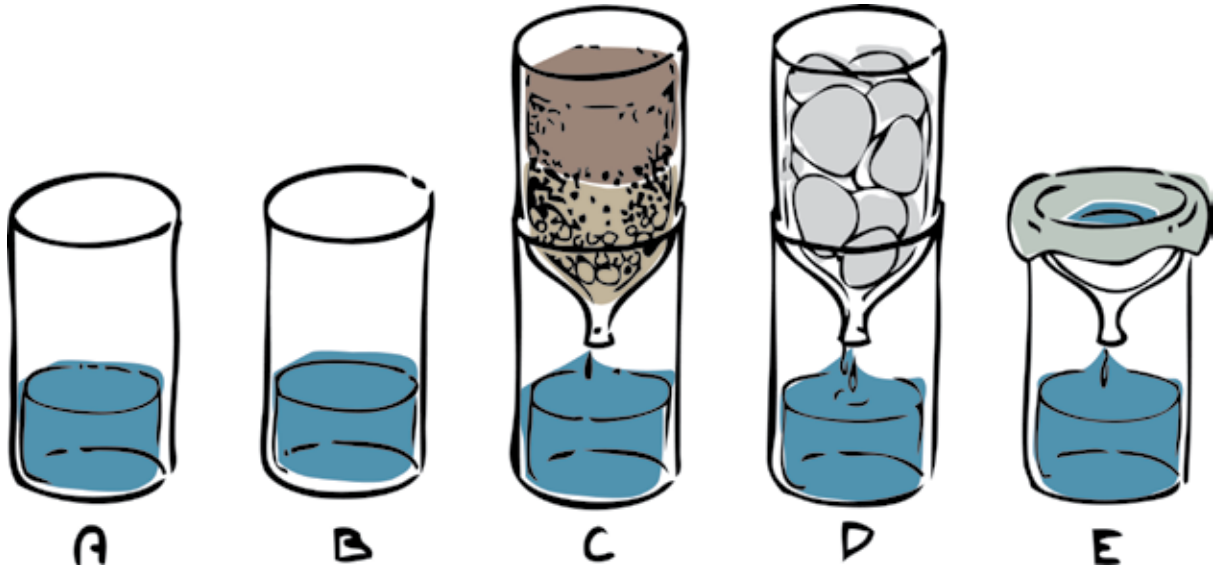
2. Opazuj učinek sedimentacije. Ko si voda počasi utira pot med peskom in prodom se težji delci (blato) usedajo za večjimi kamni, voda pa odteka naprej v drugo posodo.

3. Opazuj učinek filtriranja. Primerjaj preostalo blatno vodo s tisto, ki se je nabrala pod modelom rečnega korita (filtrom).
- Kakšna je v primerjavi z blatno vodo, ki si jo zlival v strugo?
- Kaj se je zgodilo? (Težji in večji delci so se usedli na dno - sedimentacija, oziroma so se ustavili že prej za kamni - precejanje ali filtracija.)
- Kakšen vpliv ima filter (prod in pesek) na vodo?
- Ali je filtracija najpomembnejši proces samoočiščenja? (Ne, zelo pomembni so biološki procesi v samem rečnem koritu in obrežnem pasu.)
- Kako si predstavljaš, da se voda na svoji poti filtrira? (Skozi prod in pesek na dnu rečne struge.)

FILTRIRANJE VODE V NARAVI

Pripomočki:

- *5 kozarcev označenih z A, B, C, D in E,*
- *3 plastenke z odrezanim dnom,*
- *nekaj večjih kamenčkov,*
- *grob pesek,*
- *droben pesek,*
- *mivka,*
- *2 l blatne deževnice,*
- *filtrirni papir srednje gostote,*
- *škarje.*



1. Del dobro premešane blatne deževnice zlij v kozarec A (ta kozarec bo za primerjavo z očiščeno vodo).

2. Deževnico zlij tudi v kozarec B in kozarca ne premikaj vsaj 30 minut, da se grobi delci usedejo.

3. V prvo narobe obrnjeno plastenko po vrsti naloži: nekaj večjih kamenčkov, grob pesek, droben pesek in mivko, nazadnje pa lepo potlačeno plast mivke zaščiti še s tanko plastjo večjih kamenčkov. Nato postavi plastenko na kozarec C. (Zagotoviti je treba, da bo iz kozarca C lahko izhajal zrak, sicer se bo voda zelo počasi filtrirala – med kozarec in plastenko npr. vstavimo vžigalico ali zobotrebec.)

Kaj se bo zgodilo, ko boš zlil blatno deževnico skozi peščeni filter? Skozi podoben filter potuje tudi podzemna voda v prodnatih in peščenih naplavinah, ki sestavljajo naša ravninska območja (tudi Ljubljansko barje).

4. V drugo, narobe obrnjeno plastenko naloži večje kamne in grob pesek tako, da med kamni ostanejo prazni prostori. Nato postavi plastenko na kozarec D (pazi na uhajanje zraka). Na podoben način se voda očisti v kraški krajini, saj je v podzemlju veliko kanalov in razpok.

5. Na kozarec E postavi tretjo plastenko z odrezanim dnom. Vanjo daj papirnati filter in z njim prefiltriraj del umazane deževnice. (Tudi tukaj omogoči zraku izhod iz kozarca.)

6. Pomešaj vodo v kozarcu A in ga primerjaj z vodo v kozarcih B, C, D in E.

7. Opazuj model:

- Kakšna je razlika med vodo v kozarcih A, B, C, D in E? (Umazanija je bila v kozarcu B deloma odstranjena z usedanjem, v kozarcih C in E s filtriranjem, v kozarcu D pa se je le malo očistila na poti skozi »kanale in razpoke«.)
- Ali je deževnica, ki je filtrirana, dovolj čista za pitje? (Ne, filtriranje izboljša fizikalno kakovost vode, vendar delci, ki so premajhni, da bi jih filter zadržal – tudi našim očem nevidni – lahko škodujejo zdravju. Predvsem pa takšni grajeni filtri ne odstranijo mikroorganizmov, ki lahko povzročajo hidrične bolezni.)
- Za kaj lahko uporabimo takšno vodo? (Za zalivanje, splakovanje stranišč, kot tehnološko vodo itd..)
- Kako takšno vodo naredimo pitno? (Z dezinfekcijo – na primer s prekuhavanjem vode iz kapnic.)

MOKRIŠČE – NARAVNI ČISTILNI SISTEM

Pripomočki:
- *kozarec vode,*
- *steblo zelene,*
- *barvila za hrano (predstavlja različne snovi v odpadni vodi, organske snovi, hranila, drugi polutanti).*

1. Samočistilne procese v vodnem okolju sestavljajo fizikalni, kemijski in biološki procesi:
- Biološki procesi, zlasti prek prehranjevalne verige. Organsko onesnaženje (npr. odplake) predstavlja hranila za mikroorganizme, ki mrtve organske snovi razgradijo v anorganske snovi, te pa predstavljajo hranila za rastline. Na ta način se pospešuje tudi rast rastlin. Vendar opisan proces poteka le, če voda ni preveč onesnažena in je na voljo dovolj kisika.
- Fizikalni procesi, kot so filtracija, sedimentacija, redčenje in prezračevanje.
- Kemični procesi, kot sta oksidacija in redukcija.

2. Izvedi preizkus: Vzemi kozarec vode, barvilo za hrano dodaj v vodo, dobro premešaj ter položi steblo zelene v obarvano (onesnaženo) vodo. Steblo zelene pusti v onesnaženi vodi čez noč.

3. Naslednji dan poglej, kaj se je zgodilo z obarvano (onesnaženo) vodo.

4. Barvilo predstavlja onesnaženje v vodi, in sicer vodo, onesnaženo z organskimi snovmi, ki pa so hkrati tudi hranila za rastline v vodi. Zelena absorbira obarvano vodo tako kot rastline v naravi polutante iz vode. Lahko pa barvilo predstavlja tudi neorganske snovi, strupene snovi (npr. težke kovine), ki jih nekatere rastline kljub strupenosti absorbirajo in tako očistijo vodo ter sedimente.
- Kaj v poskusu predstavlja zelena? (rastline v mokrišču)
- Kaj se je zgodilo z vodo in kaj z rastlino? (Zelena je absorbirala obarvano vodo na način kot nekatere rastline vsrkajo onesnaževala iz odpadnih voda.)
- Ali rastlina absorbira vse barvilo? (Ne. Nekatera onesnaževala v odpadni vodi so za rastline hranila, zato vpijejo le toliko hranil kot jih potrebujejo. V primeru strupenih snovi pa jih rastlina vpije le toliko kot jih posrka z vodo, ki jo potrebuje za življenjske procese.)
- Kako te lastnosti mokrišča uporabljamo v praksi? (Ponekod imamo rastlinske čistilne naprave. Rastline v RČN absorbirajo v vodi raztopljena onesnažila.)
- Kako lahko vplivamo na samočistilno sposobnost? (Z ohranjanjem obrežnega pasu in lesne vegetacije, poplavnih ravnic in mokrišč, ki imajo veliko čistilno sposobnost.)

V naravi se voda očisti fizikalno, kemijsko in biološko.
Poskusi ugotoviti, kje v naravi potekajo fizikalno, kemijsko in biološko čiščenje.

Po odgovor odskakljaj do poglavja Odgovori za radovedne!

naloga 12

RASTLINSKA ČISTILNA NAPRAVA

Rastlinska čistilna naprava je sistem za čiščenje odpadne vode, kjer se odpadne vode čistijo s pomočjo vodnih rastlin in mikroorganizmov. Poznamo grajena močvirja in čistilne lagune.

Grajeno močvirje je pri nas najbolj razširjen tip rastlinske čistilne naprave in za naše podnebne razmere tudi najprimernejši. V grajenem močvirju se uporablja za osnovo trstičje, zasajeno v plast mešanice peska in gramoza (substrata) na neprepustni podlagi. Odpadna voda se z razvodnimi cevmi razliva in filtrira pod površino substrata, kjer prihaja v stik s koreninami močvirskih rastlin. Trstičje skozi korenine v substrat dovaja kisik. V substratu tako nastajajo razmere za razvoj aerobnih in anaerobnih mikroorganizmov (tistih, ki živijo v okolju z oziroma brez kisika). Organizmi se hranijo z organskimi in anorganskimi snovmi v odpadni vodi. Očiščena odpadna voda se nato z drenažnimi cevmi zbere na koncu čistilnega polja v iztok. Nivo vode se v posameznem polju uravnava s spreminjanjem pretoka na dotoku in iztoku (oziroma z višinami prelivov).

V rastlinski čistilni napravi (grajeno močvirje) poteka čiščenje odpadne vode poteka po naslednjih korakih:

1. Predčiščenje (mehansko): Z njim se iz odpadne vode odstranijo grobi delci (plavine in pesek), lahko pa tudi drobni delci, kot sta mulj in blato, ki se ju posebej obdela v kompost.

2. Filtriranje in razgradnja organskih snovi: Osnova je neprepustno polje z ustrezno mešanico proda in peska ter zasajenim trstičjem, kjer se v porah substrata usedajo v odpadni vodi lebdeče organske snovi, ki jih mikroorganizmi razgradijo.

3. Razgradnja organskih spojin: Osnova so neprepustna polja z zasajenim trstičjem, kjer poudarjeno poteka razgradnja organskih snovi, raztopljenih v vodi, ob hkratni porabi hranil za rast rastlin. Nekatere organske snovi (fenoli) se v rastlinah uskladiščijo.

4. Poraba rastlinskih hranil (fosfati, nitrati): Osnova so neprepustna polja, gosto porasla z močvirskimi rastlinami, kjer poudarjeno poteka poraba hranil za rast rastlin. Lahko se nasadijo tudi takšne vodne rastline, ki absorbirajo težke kovine in druga onesnažila.

5. Laguna za večnamensko rabo: V laguni se porabijo še preostala hranila. Hkrati se lahko vanjo zasadi za onesnaženje občutljive rastline kot pokazatelje onesnaženja v primeru slabega delovanja čistilne naprave. Sicer pa je laguna lahko odličen krajinski element za zasnovo zanimivega vodnega vrta.

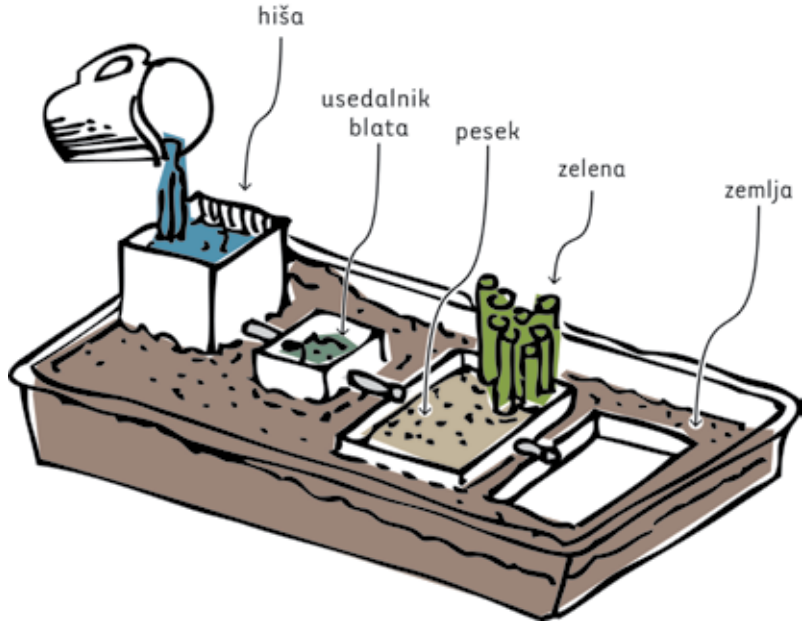
Kje konča odpadna voda?

Kako se odpadno vodo čisti?

ČIŠČENJE VODE Z RASTLINSKO ČISTILNO NAPRAVO

Pripomočki:

- *plastična škatla dimenzij 1 m x 0,5 m,*
- *tri škatle iz tetrapaka (1x 2-litrska, 1x litrska, 1x 0,25-litrska),*
- *slamice,*
- *zemlja,*
- *lepilo,*
- *škarje,*
- *pesek,*
- *steblo zelene (ali rabarbare),*
- *živilsko barvilo,*
- *kozarec,*
- *Delovni list 6: "Rastlinska čistilna naprava."*



1. Priprava materiala:

- Dvolitrski škatli odreži vrh in jo opremi z napisom »HIŠA«.
- Četrtlitrsko škatlo prereži na polovico višine in jo opremi z napisom »USEDALNIK«.
- Litrsko škatlo prereži na polovico po dolžini. Polovici predstavljata dve celici grajenega mokrišča oziroma rastlinske čistilne naprave. Eno celico naluknjaj tako, da bo lahko voda počasi ponikala.
- Z nožičkom v škatle izvrtaj luknje za slamice na mestih, kot kaže slika.

2. Naredi model usedalnika blata:

- Največjo škatlo do polovice napolni z zemljo. Vanjo položi model.
- »Hišo« in »usedalnik« poveži s slamicami (cevmi), kot kaže slika. Na stikih slamica - škatla in slamica - slamica uporabite lepilo, tako da tesni.

3. Naredi model rastlinske čistilne naprave:

- Poveži usedalnik blata s prvo celico rastlinske čistilne naprave ter jo napolni s peskom. V celico »posadi« stebla zelene ali rabarbare.
- Prvo celico poveži z drugo, naluknjano, skozi katero bo voda ponikala v tla.

4. Preizkusi rastlinsko čistilno napravo. Model položi v škatlo, napolnjeno z zemljo, ki ne sme biti zbita.
V »hišo« počasi zlij vodo, v katero si primešal živilsko barvilo, ki predstavlja onesnažila v odpadni vodi. To je odpadna voda prebivalcev hiše.

- Kaj se dogaja? (Voda gre v usedalnik blata in nato v prvo celico rastlinske čistilne naprave. Tam stebli zelene posrkajo snovi iz odpadne vode. Delno očiščena voda nadaljuje pot v drugo celico, kjer ponika v tla.)
- Kaj predstavljajo stebla zelene? (Zelena absorbira obarvano vodo, tako kot nekatere rastline v mokriščih absorbirajo onesnažila iz odpadne vode. Rastline absorbirajo le toliko »hrane«, kolikor je potrebujejo.)

5. Reši Delovni list 6: »Rastlinska čistilna naprava«.

- Kakšne so razlike med naravnim in grajenim mokriščem?
- Kje bi lahko uporabili samo grajeno mokrišče oziroma rastlinsko čistilno napravo? (Na območjih, kjer ni možno imeti urejenega odvajanja odpadnih vod s kanalizacijo /več 100 m dolge kanalizacije do posameznih hiš/, v manjših naseljih, kjer ni potrebe po konvencionalni čistilni napravi, v kmetijskih obratih.)

Ali je mokrišče lahko rastlinska čistilna naprava?
Po odgovor odskakljaj do poglavja Odgovori za radovedne!

5 POGREZANJE BARJA

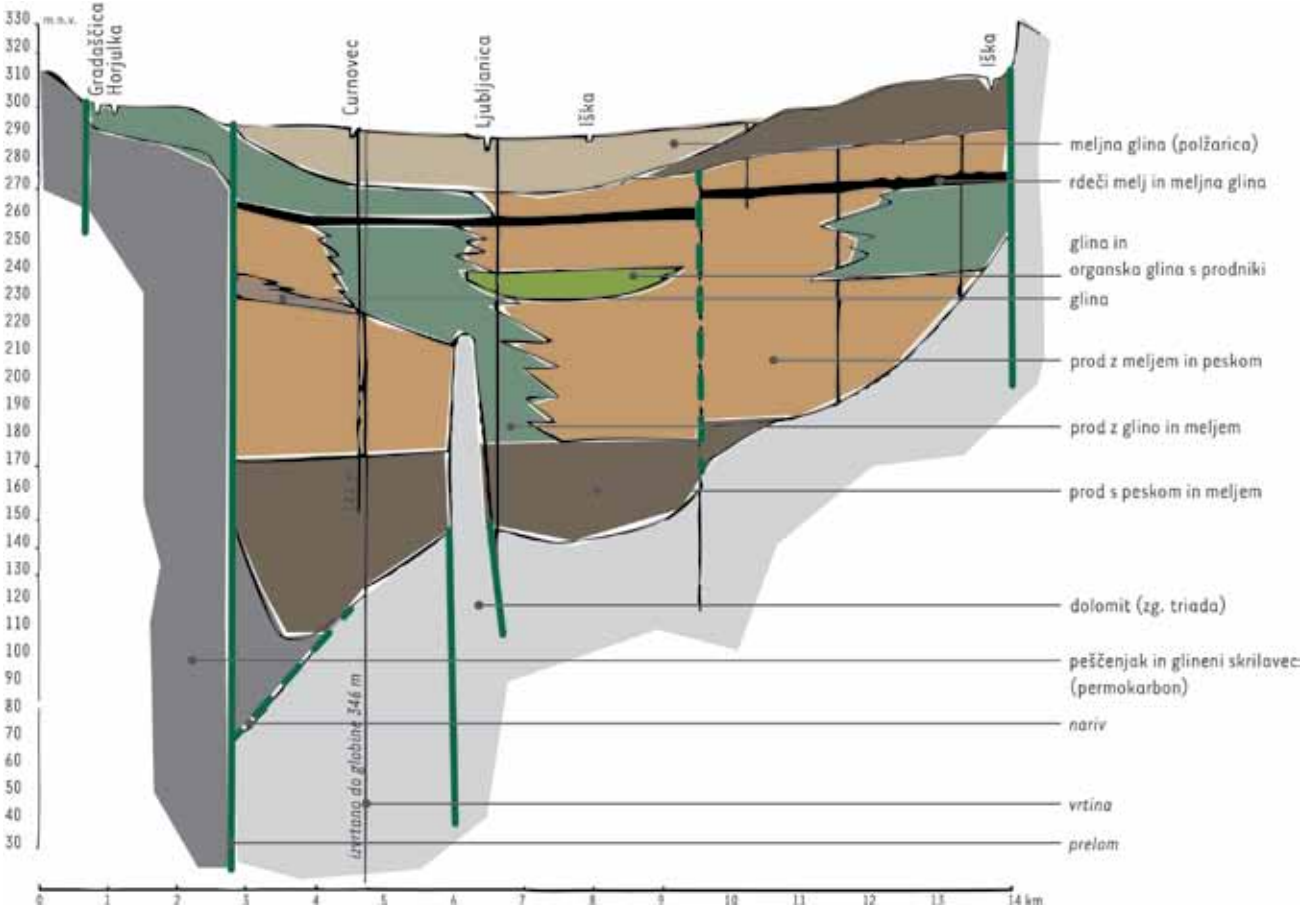
GEOLOŠKE IN GEOMORFOLOŠKE ZNAČILNOSTI BARJA

Ljubljansko barje obsega skrajni južni del Ljubljanske kotline in predstavlja obsežno, več kot 20 km dolgo in okrog 10 km široko depresijo, z obsežnim naplavljenim dnom. Barje z vseh strani obdaja višji hribovit in gričevnat svet - na jugu in jugovzhodu se iznad njega zelo markantno dvigajo Dinarske kraške planote, medtem ko ga na severu in zahodu obdaja alpsko predgorje, s Škofjeloško – Polhograjskim hribovjem. Za Ljubljansko barje so značilni »osamelci«, ki so manj ugreznjeni deli njegovega dna, kjer se nahaja tudi večina naselij.

Ljubljansko barje je nastalo na tektonsko močno aktivnem območju, ki ga prečkajo številni prelomi, ki potekajo tako v alpski (jugozahod – severovzhod) kot tudi dinarski smeri (severozahod – jugovzhod). Ljubljansko barje je tektonska udorina, globine od 80 do 180 m, ki je nastala z ugrezanjem kamninske osnove vzdolž tektonskih jarkov, katero so kasneje zasule kvartarne naplavine. Ugrezanje je bilo močnejše v vzhodnem in jugovzhodnem delu, zaradi česar je živoskalna osnova v tem delu globlje pod površjem. Z vrtanjem je bilo ugotovljeno, da je razpon debeline skladov usedlin in nanosov od nekaj deset metrov, v zahodnem delu, do skoraj 200 metrov v vzhodnem delu (spodnja slika).

V severnem delu predstavljajo kamninsko podlago neprepustni permokarbonski glinasti skrilavci in peščenjaki, v večjem južnem delu Barja pa pretežno slabo prepusten triadni dolomit.

Ljubljansko barje naj bi bilo predvsem tektonskega nastanka, vendar pa so imele pomemben vpliv na preoblikovanja površja tudi klimatske spremembe oziroma pojav ledenih dob in vmesnih toplejših obdobij. Ledenodobne ohladitve in suše so povzročale mehansko razpadanje kamnin, vmesna otoplitvena obdobja pa močno erozijo in zasipavanje polagoma pogrezajoče se kotline. To dokazujeta tudi zaporedje in sestava usedlin na Ljubljanskem barju – v toplih dobah so se odla-



Prečni profil čez vzhodni del Ljubljanskega barja (vir: Globevnik, L., Vidmar, A., 2010; po Mencej Z., Prodni nasipi pod jezerskimi sedimenti Ljubljanskega barja, Geologija 1988/89)

gale kreda, ilovice in gline, v hladnih pa prodi in peski. Pod šoto in apnenčasto meljno glino ali polžarico (ime je dobila po ostankih polžev), ki je ohranila visok delež vode zaradi stalno navzgor strujajoče podtalnice, tako ležijo sloji melja, gline, peska in gramoza z arteško podtalnico.
Prvotne teze o obstoju velikega jezera na Ljubljanskem barju (polžarica in drugi ilovnati sedimenti, mostiščarji, razprostranjenost šote) so se v zadnjem času pokazale za pomanjkljive. Velika heterogenost polžarice namreč bolj spominja na okoliščine, ki nastanejo na pogosto poplavljenem ravninskem svetu, ki ga prečkajo številni tokovi ter ustvarjajo s svojim nasipavanjem ter zastajanjem vode v nižjih ravnicah med njimi še posebno pestro sestavo odkladnin in tudi pogoje za trajnejše zastajanje vode.

Mlajše razvojne faze Ljubljanskega barja nakazujejo, da so bili pogoji za poplave in trajnejše zastajanje vode skozi ves holocen izredno ugodni. K temu je še posebno veliko pripomogla Gradaščica, ki se v Ljubljanico izliva prav ob njenem izstopu iz kotline, hkrati pa je močno hudourniška in je z nasipavanjem močno zavirala odtok poplavnih voda z Barja ter tako pospeševala zamočvirjenje. Z razvojem obsežne holocenske ravnine so se pogoji za zastajanje vode še stopnjevali, kar je pripeljalo do zelo širokega in trajnega zastajanja vode. Zastajanje poplavnih voda na barju je tako povzročilo zamočvirjenje prvotno bolj suhih tal. V takem okolju so uspevale posebej prilagojene rastline, predvsem šotni mahovi. Zaradi stalne vlage in zadrževanja padavinske vode je odmrla organska snov slabo razpadala in nastala je plast šote.

Od leta 1780 doživlja Ljubljansko barje temeljite spremembe, saj se je takrat začelo njegovo sistematično in širokopotezno osuševanje. Izkopana je bila mreža odvodnih jarkov (500 km), izravnani so bili bregovi Ljubljanice. Poleg tega se je začelo izkoriščanje šote ter njeno požiganje za pridobivanje kmetijskih zemljišč. Z rezanjem šote se je zniževalo tudi barjansko dno.

ZAKAJ SE BARJE POGREZA?

Dokazano je, da se določeni predeli Ljubljanskega barja posedajo oziroma se njegova površina glede na okolico znižuje; posedanje barja je deloma posledica naravnih pojavov, deloma pa je pogojeno z delovanjem človeka (antropogeno). Glavni vzroki za posedanje barja so:

- Naravno pogrezanje kamninske podlage Ljubljanskega barja

Gre za naravno pogrezanje kameninske osnove, ki je naraven pojav in se bo nadaljeval neodvisno od človeških vplivov. Ocena pogrezanja kamninske podlage je 1–2 mm/leto, pogrezanje je večje na tistem delu Barja, kjer je najdebelejša plast kvartarnih sedimentov, saj so to najbolj aktivni deli neo-tektonske udorine.

- Naravna konsolidacija skladovnice kvartarnih sedimentov Ljubljanskega barja

Gre za konsolidacijo oziroma posedanje šote in glinasto meljastih naplavin, ki je posledica naravnih pojavov na katere človek s svojimi aktivnostmi ne vpliva.
Na konsolidacijo in posedanje je najbolj občutljiva holocenska polžarica (glinast melj), ki ima v svoji prostornini 70% vode ter v mineralni snovi 60% apnenčastih delcev. V naravnem stanju je polžarica malo konsolidirana, saj je visok delež vode ohranila zaradi stalno navzgor strujajoče podtalnice in majhne obtežbe s šoto (Breznik, 2000). Posedanje zaradi naravne konsolidacije kvartarnih sedimentov je ocenjeno na 1,2-1,3 mm/leto. Tudi tu je pogrezanje najbolj izrazito na tistih območjih, kjer je največja debelina glinasto-meljastih kvartarnih sedimentov.

- Obremenitev površine Ljubljanskega barja z dodatno obtežbo zaradi gradenj

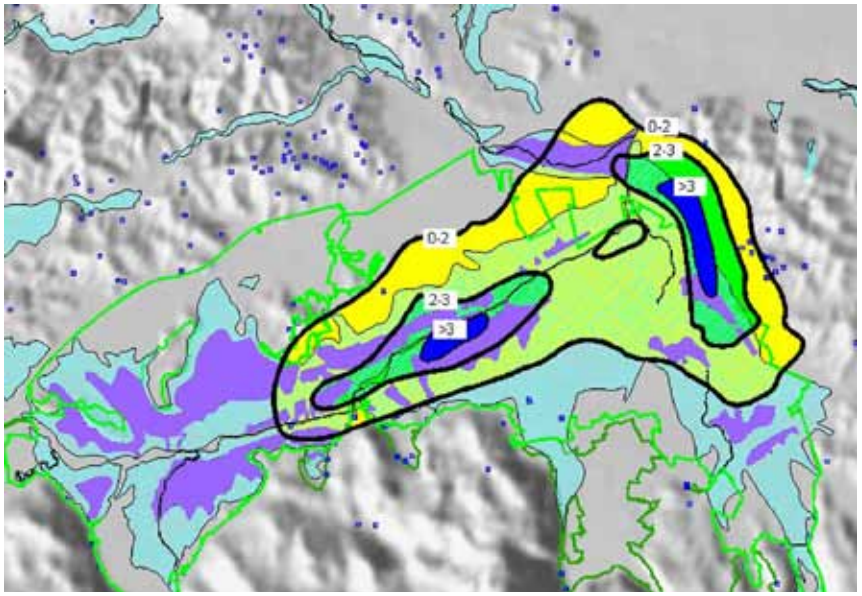
Do velikih lokalnih posedanj lahko pride zaradi preobremenjenosti zemljišča, ki je posledica teže novih objektov. Povečano posedanje površine povzroča nov način temeljenja objektov, kjer se na polžarico nasuje 1 do 2 m debel sloj proda ali kamenja, nanj pa temelji novega objekta. Tak način temeljenja je enostavnejši in cenejši, vendar pa se na ta način celotna obtežba prenaša na šoto oziroma polžarico, iz katere se bo izcedila voda, s tem pa se bo območje dodatno posedlo. Če gre za večjo zgoščenost stavb, ki so temeljena na tak način, se lahko posede celotno območje (npr. Rakova Jelša, Ilovica). V preteklosti se je stavbe na Ljubljanskem barju (npr. Črna vas) temeljilo na kolih, ki so jih skozi sloj polžarice zabili do nosilnih slojev v globini. Na ta način se je obtežitev prenesla na trdno podlago v globini, s tem pa preprečevalo posedanje objektov. (Breznik, 2000)

- Posedanje zaradi hidrotehničnih posegov in črpanja podzemne vode na Ljubljanskem barju.

Sistematično osuševanje Ljubljanskega barja se pričelo pred 250 leti. Takrat so izkopali 500 km glavnih osuševalnih kanalov, zaradi katerih se je zniževal nivo podtalnice Ljubljanskega barja. V zadnjih 30 letih pa se je na Barju povečala tudi poselitev. V tla so bile skopane številne toplotne črpalke in nasipale so se večje površine. Gladina podzemne vode se je v tem obdobju znižala za približno 2 m (Breznik, 2000). Polžarica je v preteklosti ohranila visok delež vode zaradi stalno navzgor strujajoče podtalnice. Zaradi zniževanja nivoja podtalnice prihaja v vrhnjih slojih do osuševanja polžarice, s tem pa se pospešuje konsolidacija polžarice in intenzivira posedanje tal.

MERJENJE POSEDANJA BARJA

Zaradi posedanja Ljubljanskega barja je treba pred kakršnimkoli posegom v ta prostor poznati hitrosti in mesta posedanj. Zato je bila leta 1949 razvita nivelmanska mreža, katere namen je predvsem pridobiti nove podatke o posedanjih na tem območju. To nivelmansko mrežo 1. reda so sistematično začeli meriti leta 1962/63, meritve pa se sistematično ponavljajo z različnimi časovnimi zamiki. Ciklus izmere za leto 2000/2001 je bil že enajsti po vrsti. Merjenja, ki se ponavljajo v določenih časovnih presledkih, nudijo podatke o vertikalnem gibanju tal določenega območja, zato si z vsako meritvijo ustvarimo bolj popolno sliko.



Letni posedki na Ljubljanskem barju v mm (vir: Železnik, B. in Globevnik, L., 2008, Hydrological and hydrogeological elements for protection of drinking water sources of the Ljubljana Moor Area, Poster, European Geophysical Union annual conference, Vienna, 2008)

Naravno ugrezanje kameninske osnove in posedanja površine Ljubljanskega barja je skupno 2 do 3 mm na leto. Veliko večja pa so posedanja, ki so posledica človeških dejavnosti – osuševanje in razpad šote, črpanje in zniževanje gladine podtalnice, neustrezno temeljenje gradbenih objektov. Antropološko pogojeno usedanje je tako ocenjeno vse do 17 mm/leto.

Analiza posedanja barja kaže, da so posedanja največja vzdolž znanih tektonskih jarkov Bistra–Rudnik in Ig–Ljubljana. V območju teh jarkov je ugrezanje kamninske podlage že staro in obsežno, zaradi česar je tu tudi največja debelina sedimentov, ki se konsolidirajo in posedajo. Iz razpoložljivih podatkov lahko zaključimo, da se najbolj posedajo območje Rudnika, območje pri sotočju Ljubljanice in Iščice, območje Havptmanc (približno 15-20 mm/leto) ter območje naselij Lipe in Črna vas (5-10 mm/leto).

POSLEDICE POSEDANJA BARJA

Preden se odločimo za kakršen koli poseg na Ljubljanskem barju bi bilo treba poznati hitrost in mesto posedanj ter to nujno upoštevati pri projektiranju in gradnji objektov ter ostalih ureditvah. V nasprotnem primeru bo posedanje gotovo imelo negativne posledice na zgrajene objekte, ki se običajno pojavijo šele čez nekaj let.

Posedanje Ljubljanskega barja običajno ni enakomerno in ravno to posedanje povzroča največje težave pri objektih. Zaradi neenakomernega posedanja se namreč tla na različnih delih objekta lahko različno posedajo, zaradi česar lahko v nekaj letih pride do deformacij, pokanj v konstrukciji, razpok v stenah in podobno. Še večji vpliv pa ima posedanje na linijske infrastrukturne objekte (ceste, kanalizacija, vodovod), kjer neenakomernost posedanja pride še bolj do izraza. Na prometnih površinah, kjer so posedanja in posledice (valovito in poškodovano cestišče, lomljenje in izpadanje robnikov ipd) hitro vidne, je lažja tudi sanacija. Poškodbe zaradi posedanja na območju komunalnih vodov, ki so pod zemljo, so težje opazne, hkrati pa je tudi sanacija poškodb zahtevnejša in dražja. Praviloma je posedanje tal, ki presega 10 mm na leto (0,5 m v 50 letih), za kanalizacijo nedopustno. Na takšnih območjih bi morali uporabiti posebne tehnologije, s čimer pa bi se bistveno povečal strošek komunalnega opremljanja zemljišč.

Posledice posedanja tal so najbolj izrazite in opazne na območju nakupovalnega središča Rudnik na Ilovici, kjer so vidne poškodbe asfalta na cestah in parkiriščih,

posamezne trgovske objekte pa so morali zaradi neenakomernega pogrezanja tal celo zapreti.

Dodatna obremenitev polžarice ali šote zaradi novih objektov povzroča intenzivnejše posedanje, s čimer se zmanjšuje tudi višinska kota teh območji, zaradi česar se dolgoročno povečuje tudi njihova poplavna ogroženost. Poplavna ogroženost območja Ilovice, ki se najbolj intenzivno poseda, se tako povečuje.

UKREPI ZA OMILITEV POSLEDIC POSEDANJA NA BARJU

Posedanja, ki je naravno pogojeno, ni moč preprečiti. Vendar pa je možno zmanjšati posedanje, ki je posledica človekovega delovanja. Hkrati pa je treba vse ureditve na Ljubljanskem barju prilagoditi posedanju površja, s čimer se tudi posledice posedanja (poškodbe ipd.) bistveno zmanjša.

Posedanje površine Ljubljanskega barja je možno omiliti z ukrepi s katerimi se prepreči zmanjševanje gladine podtalnice, ki je povezana s hidrotehničnimi posegi in črpanjem podzemne vode.

Smiseln, vendar težko izvedljiv, ukrep je prepoved obtežbe površine s težkim nasipom, ki omogoča plitvo temeljenje stavb. Na Ljubljanskem barju bi bilo treba zagotavljati globoko temeljenje na betonskih kolih, ki se jih zabije skozi mehko polžarico. Na ta način bi se zmanjšalo posedanje površja oziroma konsolidacija polžarice zaradi novih objektov. Pri tem je treba posebno pozornost posvetiti komunalnim vodom, ki bodo iz objekta potekali tudi preko območij, ki se bodo posedali. (Breznik, 2010)

Ključen ukrep za omilitev posledic posedanja na Ljubljanskem barju je ustrezno prostorsko načrtovanje, v okviru katerega se poselitev ne usmerja na tiste območje Barja, kjer je posedanje najbolj izrazito. Kjer pa se načrtuje nove posege in ureditve na območju Barja, pa je treba izvesti potrebne analize posedanja ter rezultate upoštevati pri njihovi izvedbi.

Primer posedanja tal na Ljubljanskem barju, Rudnik (foto: S. Jakljič, 2000)

Viri:

- *Slovenija, pokrajine in ljudje. Ljubljansko barje (dr. Milan Orožen Adamič). ZRC SAZU, Ljubljana, 1998.*
- *Ježovnik, V.: Raziskava posedanj Ljubljanskega barja zaradi črpanja vode v vodarni Brest. Geodetski vestnik, 53/2009-1. Ljubljana, 2009.*
- *Breznik, M.: Antropogeni vplivi na posedanje in poplave Ljubljanskega barja. 1. Šukljetovi 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.*
- *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.*
- *Kogovšek, P., 2008: Enodimenzionalna konsolidacija tal z napetostno odvisnimi materialnimi parametri. Diplomska naloga. Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Ljubljana.*

naloga 13

KONSOLIDACIJA TAL

Zemljine se pod obremenitvijo bolj ali manj stisnejo, kar je odvisno tako od velikosti obremenitve kot od sestave zemljine. Če z vodo nasičene zemljine obtežimo, se obtežitev prenese na vodo v porah zemljine, saj je voda za razliko od zemljine nestisljiva. Zaradi tega pritiska voda počasi odteka iz por zemljine, hitrost tega odtekanja pa je neposredno odvisna od njene vodoprepustnosti. Ko voda počasi odteka iz por zemljine, se obtežba postopoma prenaša iz vode na delce zemljine, ki se postopoma prerazporedijo v bolj stabilno in gosto stanje. To povzroči deformacijo oziroma zmanjšanje prostornine zemljine in posedanje površja. Opisani proces se imenuje KONSOLIDACIJA.

Sprememba prostornine tal je povezana s spremembo prostornine iztisnjene vode. Hitrost spremembe prostornine zemljine oziroma konsolidacije je neposredno odvisna od vodoprepustnosti, saj je ta tista, ki kontrolira hitrost odtekanja vode iz por zemljine. Proces konsolidacije še toliko hitreje poteka v primeru obtežitve poroznih zemljin, ki niso zasičene z vodo.

Na Ljubljanskem barju je konsolidaciji najbolj izpostavljena polžarica (apnenčasta meljna glina), ki je zaradi stalno navzgor strujajoče podtalnice izredno porozna in je ohranila visok delež vode. Zaradi zniževanje gladine podzemne vode konsolidacija zgornjih slojev polžarice poteka hitreje, kar pa povzroča tudi hitrejše posedanje ter nepričakovane posledice na površju.

Kaj se zgodi, če obtežiš moker pesek?

Kaj se pa zgodi, če obtežiš čvrsto skalo?

MODEL KONSOLIDACIJE

Pripomočki:

- *raven steklen kozarec ali prozorna plastična posoda,*
- *vzmet, pokrovček (ki se tesno prilagaja kozarcu), z luknjo in čepom,*
- *utež,*
- *voda.*

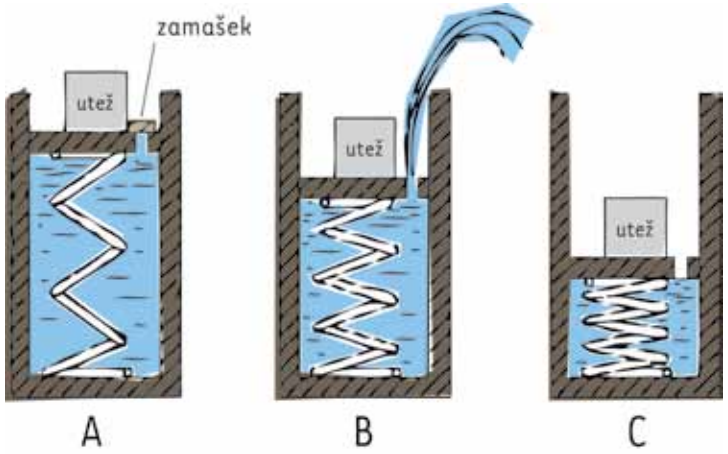
1. Proces konsolidacije boš raziskal z vzmetjo, ki je v celici, napolnjeni z vodo. Zato najprej izdelaj model:
   - V kozarec ali posodo položi vzmet. V posodo zlij vodo in vse skupaj pokrij s pokrovčkom, na katerem je luknja, zamašena s čepom. Na pokrovček postavi obtežitev. (slika A)

Model prikazuje primer nasičene zemljine, kjer vzmet predstavlja strukturo zemljine, voda v celici pa vodo v porah zemljine.

2. Slika A: Ker je luknja v pokrovčku (ki predstavlja velikost por) zaprta s čepom, skoraj celotno obtežbo prevzame voda, saj je nestisljiva v primerjavi z vzmetjo in zato se kljub obtežitvi ne zgodi nič.

3. Slika B: Sedaj odpri čep in opazuj, kaj se bo zgodilo. Voda bo začela odtekati, obteženi pokrovček pa se bo spuščal. Z odtekanjem vode bo sčasoma celotno obtežitev prevzela vzmet (slika C). Čas, v katerem se bo celotna obtežba iz vode prenese na vzmet, je odvisen od hitrosti odtekanja vode skozi luknjo; torej od velikosti luknje na pokrovčku, ki v naravi predstavlja velikost por. Manjša, kot je luknja (manjše pore), počasneje bo voda odtekala, zaradi česar bo za konsolidacijo potrebno več časa.

4. Kaj bi se zgodilo, če bi odstranil obtežitev? (Pokrovček bi se dvignil, vendar se zaradi deformacije vzmeti (kamnine) ne bi vrnil povsem do začetnega položaja.)
Kaj bi se zgodilo, če bi na pokrovček postavili večjo obtežitev? (Pokrovček bi se še bolj spustil, saj bi se vzmet še bolj stisnila.)



naloga 14

PREPOZNAJ ZNAKE POSEDANJA BARJA

Ljubljansko barje je tektonska udorina, ki je nastala z ugrezanjem kamninske osnove vzdolž tektonskih jarkov, katero so kasneje zasule kvartarne naplavine. Dokazano je, da se Ljubljansko barje pogreza oziroma poseda, kar je deloma posledica naravnih pojavov (2-3 mm), deloma pa je posedanje antropogeno pogojeno (do 17 mm). Posedanja so največja vzdolž znanih tektonskih jarkov Bistra–Rudnik in Ig–Ljubljana.

Glavni vzroki za posedanje barja so:
- Naravno pogrezanje kamninske podlage kvartarnih sedimentov Ljubljanskega barja (približno 1-2 mm letno), ki je najbolj izrazito v vzhodnem delu barja.
- Naravna konsolidacija skladovnice kvartarnih sedimentov Ljubljanskega barja, kateri so najbolj izpostavljena območja z najdebelejšim slojem polžarice.
- Obremenitev površine Ljubljanskega barja z dodatno obtežbo zaradi gradenj (antropogeno pogojena konsolidacija). V preteklosti so stavbe na Barju temeljili na kolih, s čimer se je razbremenilo obtežitev vrhnjega sloja tal ter s tem zmanjšalo posedanja zaradi obtežitve.
- Posedanja zaradi zniževanja gladine podtalnice, ki je posledica hidrotehničnih posegov in črpanja podzemne vode na Ljubljanskem barju. Zaradi zniževanje podtalnice so vrhnji sloji polžarice izpostavljeni hitrejši konsolidaciji.

Posedanje Ljubljanskega barja ni enakomerno, zaradi česar se posledice posedanja odražajo na površini. Posledice posedanja tal so najbolj nazorno vidne na območju nakupovalnega središča Rudnik, kjer so vidne poškodbe asfalta na cestah in parkiriščih. Posedanje ima zlasti velik vpliv na linijske infrastrukturne objekte (ceste, kanalizacija, vodovod, ipd), saj lahko pride do večjih poškodb, ki so povezane v visokimi stroški za njihovo sanacijo. Zato je potrebno na območju barja posedanje tal upoštevati že pri projektiranju novih ureditev.

PREPOZNAVANJE ZNAKOV POSEDANJA BARJA

Pripomočki:
- *zemljevid Ljubljanskega barja,*
- *fotoaparat,*
- *Delovni list 7 »Posedanje Ljubljanskega barja«.*

1. Odpravi se na izlet po Ljubljanskem barju in upoštevaj navodila iz Delovnega lista 7: »Posedanje Ljubljanskega barja«.

2. Preglej fotografije znakov posedanj, ki si jih naredil na izletu in preveri, kako so lokacije fotografij razporejene na zemljevidu.

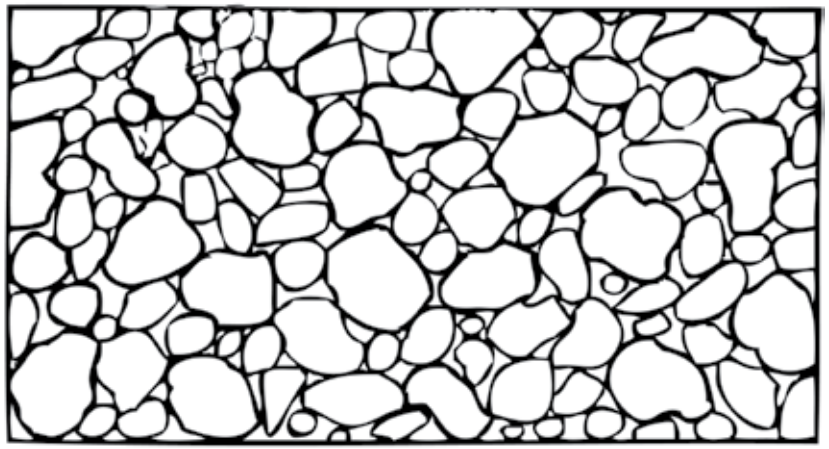
Kje so posledice posedanja najbolj opazne?
(Na urbaniziranih območjih, kjer so objekti. V naravnem okolju posledice posedanja niso tako izrazite.)

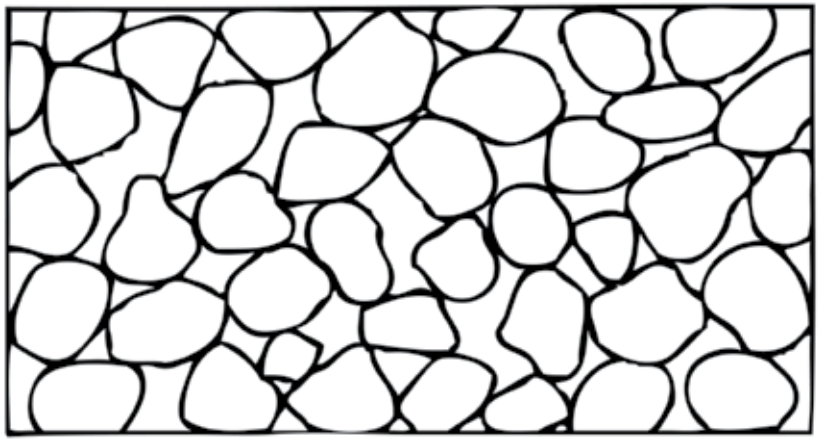
V katerem delu barja so bili znaki posedanja barja bolj izraziti?
(V vzhodnem delu Barja, kjer je posedanje bolj izrazito.)

delovni list 1

POROZNOST IN PREPUSTNOST

NAVODILO: Pobarvaj praznine med kamnitimi delci in ugotovi, katera plast je bolj porozna. Za boljši prikaz vode uporabi moder flomaster ali barvico.





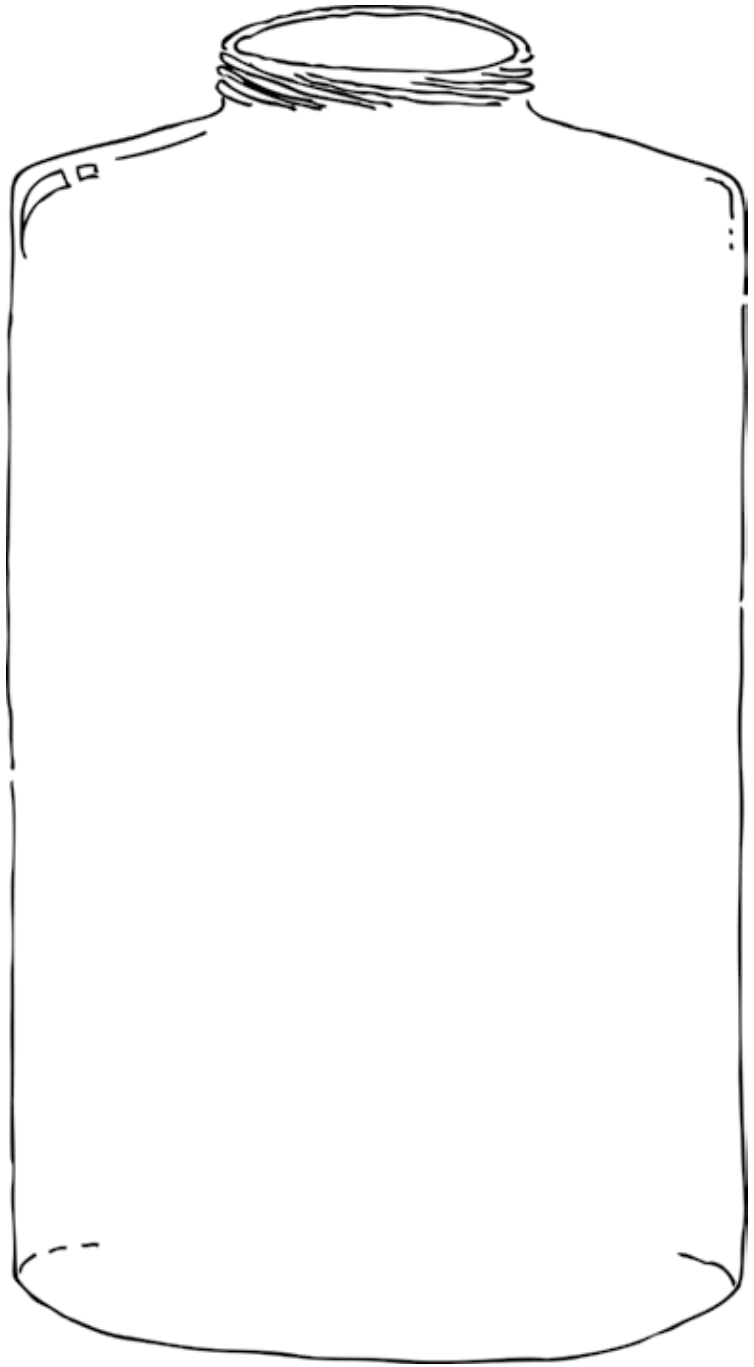
Katera skica ima več odprtih površin?

Katera bo zadržala več vode?

Zakaj?

NAVODILO: Razreši spodnja labirinta. Možne poti, ki jih lahko voda ubere med delci, označi z modrim flomastrom ali barvico.

Na kateri skici se lahko voda giblje bolj prosto?



delovni list 2

PODZEMNA VODA

NAVODILA:

1. Opazuj model podzemne vode in v risbo vriši posamezne plasti peska, kamenja, gline in zemlje.
2. Nad posodo je začelo »deževati«. Opazuj, kako voda prodira v plasti in zapiši ugotovitve.

3. Z modro pobarvaj prazne prostorčke v pesku, produ ter označi nivo podzemne vode, neprepustno plast in vodonosno plast (naš vodonosnik).

delovni list 3

PREREZ SKOZI ZEMELJSKE PLASTI

NAVODILO: Pozorno preglej spodnjo skico in poskušaj razložiti naslednje izraze:

KAMNINSKA PODLAGA

VODONOSNIK

NIVO PODZEMNE VODE

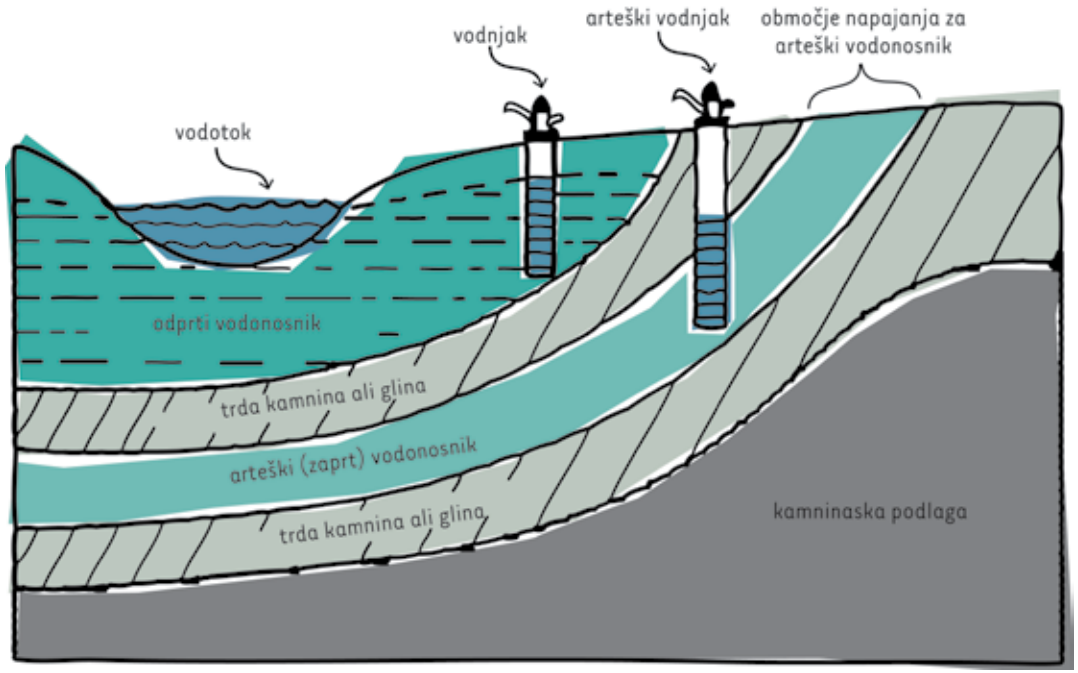
ARTEŠKI VODNJAK

PODZEMNA VODA

ARTEŠKI VODONOSNIK

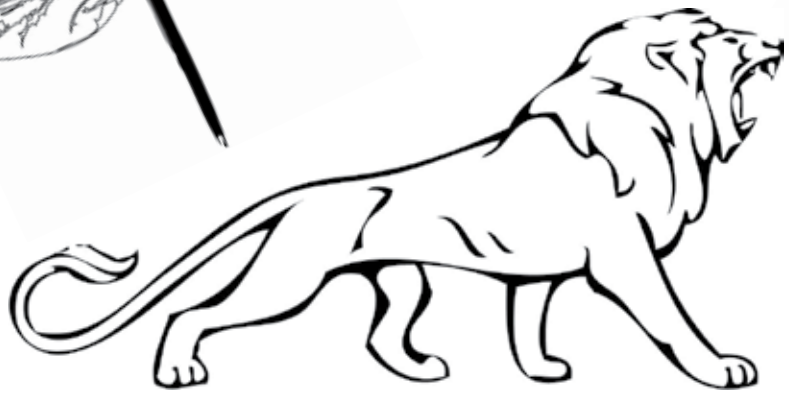
ZAPRT VODONOSNIK

VODNJAK



RASTLINE IN ŽIVALI NA POPLAVNIH OBMOČJIH

NAVODILO: Pobarvaj tiste rastline in živali, ki se nahajajo na poplavnih območjih.



Po pravilni odgovor odskakljaj do poglavja Odgovori za radovedne!

delovni list 5

KVIZ O POPLAVAH NA LJUBLJANSKEM BARJU

1. Kolikšen del Ljubljanskega barja je poplavljen ob izrednih (stoletnih) poplavah?
a) celotno barje
b) polovica barja
c) tretjina barja

2. Kateri so najpomembnejši vodotoki za poplavljanje Ljubljanskega barja (več odgovorov)?
a) Borovniščica
b) Curnovec
c) Drobtinka
d) Gradaščica
e) Iška
f) Iščica
g) Ljubljanica
h) Sava
i) Škofljica oziroma Izar
j) Želimeljščica

3. Zakaj so poplave na Ljubljanskem barju tako obsežne?
a) Človek je poselil celotno barje.
b) Ker je Ljubljansko barje prepredeno s številnimi kanali.
c) Ljubljansko barje ima veliko vodno zaledje, zaradi česar se stekajo proti barju velike količine vode.

4. Zakaj visoke vode ob poplavah tako počasi odtekajo iz Ljubljanskega barja?
a) Ljubljansko barje je zelo ravno in ima zelo majhen padec.
b) Ker ob poplavah bobri zajezijo Ljubljanico.
c) Zaradi jezu na Ljubljanici v Mostah.

5. Na kakšen način podzemna voda vpliva na poplave na Ljubljanskem barju?
a) Podzemna voda poplavi črpališča pitne vode.
b) Pojavijo se občasni izviri podzemne vode.
c) Podzemna voda ne vpliva na poplave.

6. Ali so bili na Ljubljanskem barju izvedeni kakšni ukrepi za povečanje varnosti pred poplavami? Kateri?
a) Ne.
b) Da. Izvedeni so bili: _____

_____

_____

7. Ali ob poplavah na Ljubljanskem barju voda zalije tudi hiše?
a) da
b) ne
c) Ljubljansko barje ni poseljeno.

8. Kje je človek praviloma zgradil naselja na Ljubljanskem barju za varnost pred poplavami?
a) na osamelcih in obrobju
b) neposredno ob Ljubljanici
c) vsepovprek

9. Katera naselja na Ljubljanskem barju so najbolj izpostavljena poplavam (več odgovorov)?
a) Bevke
b) Blatna Brezovica
c) Brest
d) Črna vas
e) Ig
f) Ljubljana
g) Notranje Gorice
h) Vnanje Gorice
i) Podpeč
j) Vrhnika

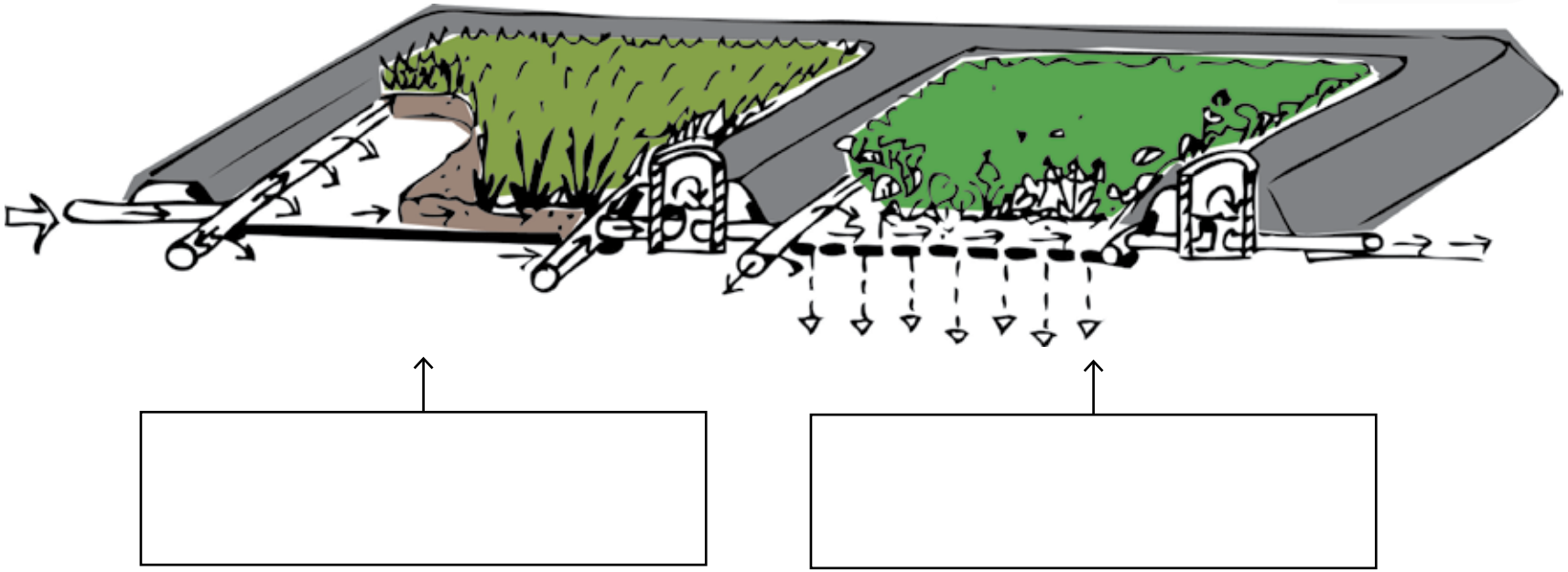
Po pravilne odgovore odskakljaj do poglavja Odgovori za radovedne!

Poplave na Ljubljanskem barju (foto: B. Vidmar)

delovni list 6

RASTLINSKA ČISTILNA NAPRAVA

NAVODILO: Opazuj sliko in pobarvaj pot odpadne vode. Napiši, kateri so označeni elementi rastlinske čistilne naprave in kakšna je njihova funkcija (poraba hranil, razgradnja organskih snovi). Opiši, kako deluje!

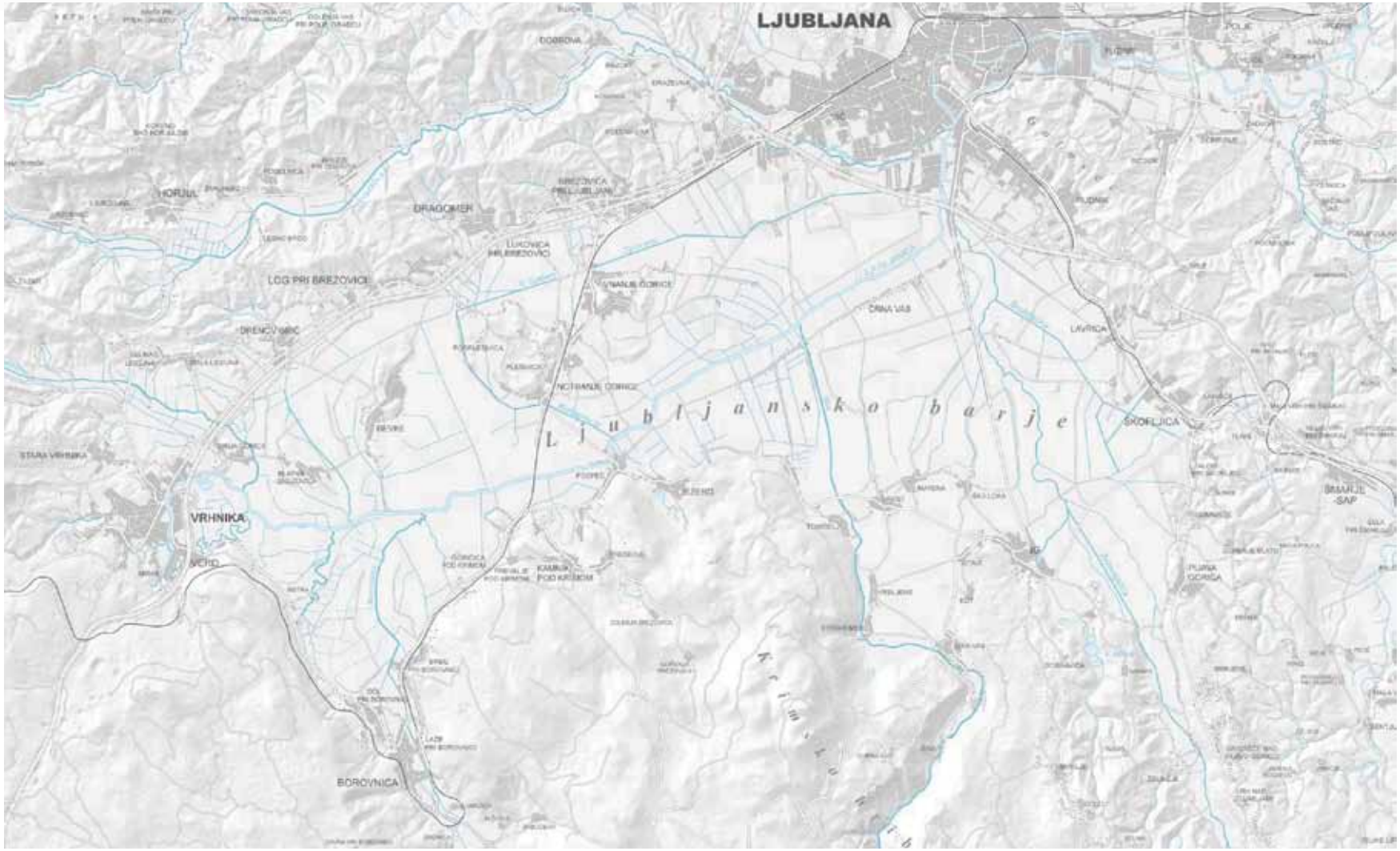


OPIS DELOVANJA:

delovni list 7

POSEDANJE LJUBLJANSKEGA BARJA

NAVODILO: Obišči naselja na Ljubljanskem barju, ki so našteta spodaj in poskušaj poiskati in prepoznati znake posedanja barja. Opiši znake posedanja, ki si jih našel na vsaki lokaciji ter jih fotografiraj. Lokacijo fotografije vriši na zemljevid.



trgovski center Rudnik

Črna vas

Notranje Gorice

Bevke

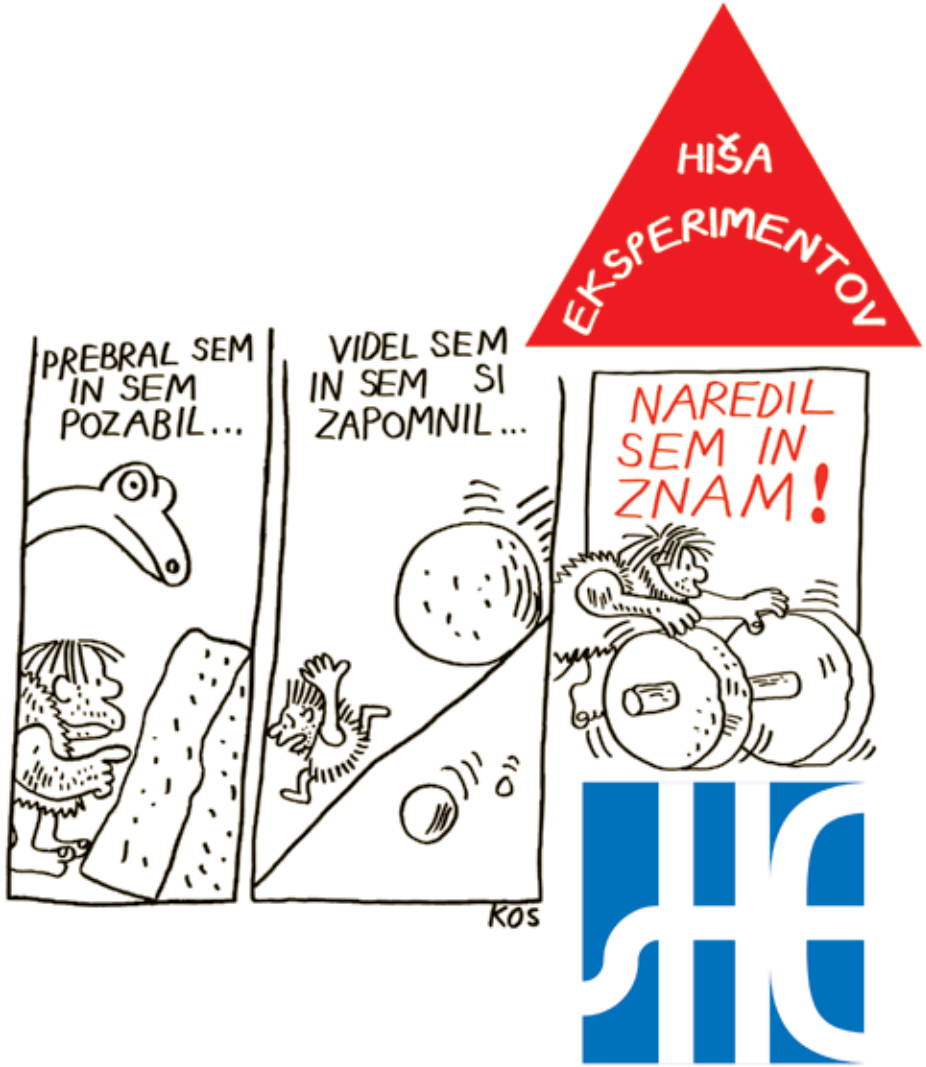
Podpeč

Iška Loka

Ob Ljubljanici (poljubna lokacija)

poljubna lokacija

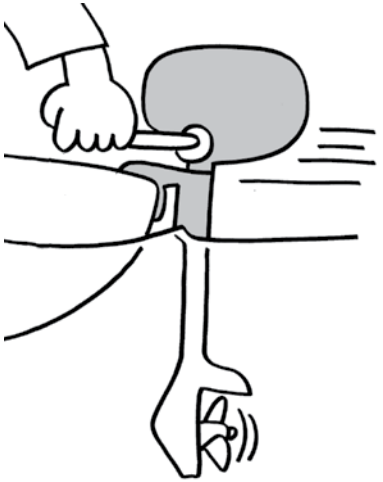
eksperimenti iz HIŠE EKSPERIMENTOV



copyright Hiša eksperimentov

delovni list iz Hiše eksperimentov

KAKO NAREDIMO MINI »MOTORNI ČOLN«?

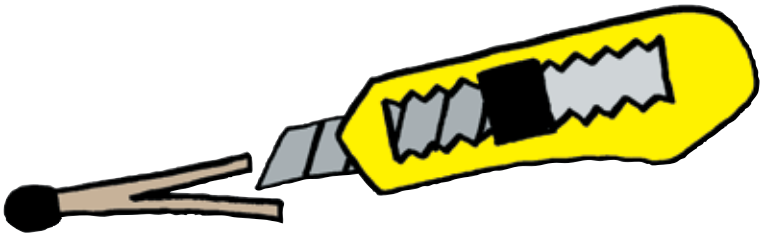


Pripomočki:

- *plastična posoda ali kopalna kad,*
- *krožnik,*
- *vžigalice,*
- *detergent za pomivanje posode,*
- *tapetni nož,*
- *poper.*

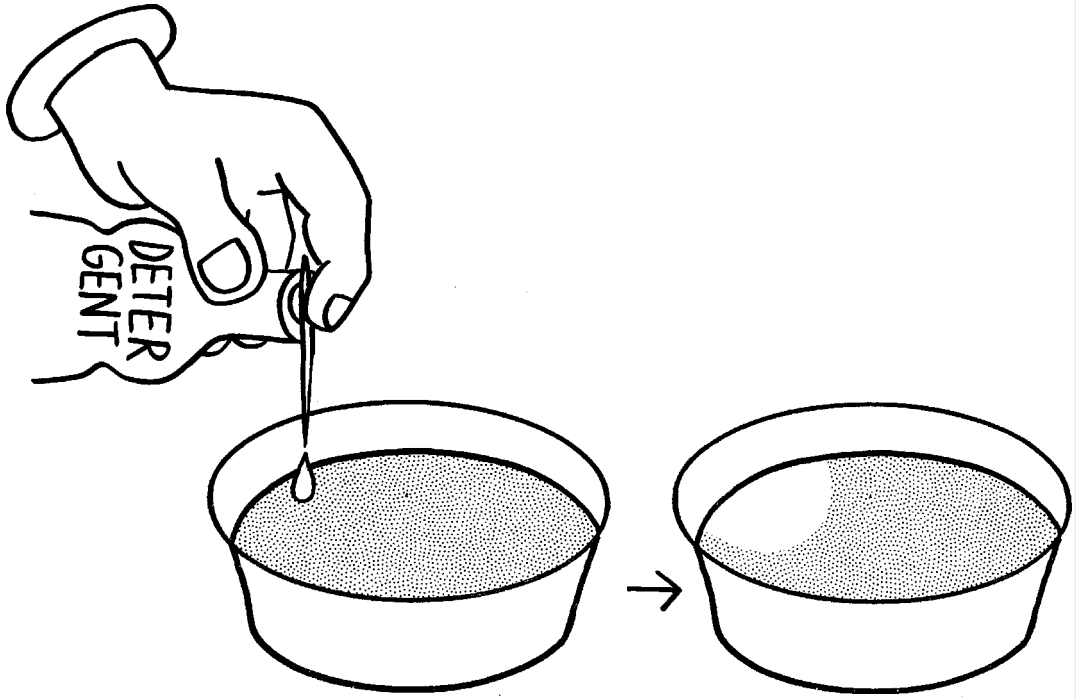
Potrebujemo vžigalico in detergent za pomivanje posode. Vzemite vžigalico in prosite nekoga od odraslih, da z nožem zareže v vžigalico, kot kaže slika levo. Zareza naj bo dolga od 0,5 do 1 centimetra. Zarezo previdno razširite, tako da boste na koncu vžigalice naredili majhno črko v. V kopalno kad natočite toliko vode, da bo prekrila dno (vode je lahko tudi več).

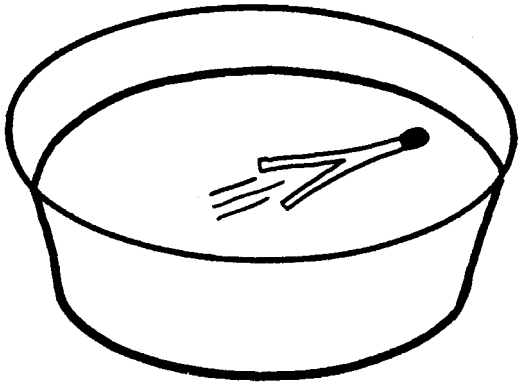
Zdaj v zarezo vžigalice kapnite tekoči detergent: ta kapljica pri našem poskusu predstavlja gorivo. Vžigalico previdno položite v vodo. »Motorni čoln« že deluje. Vžigalica bo nekaj časa plula.



Za lažje razumevanje tega, kaj se je zgodilo, naredimo še en poskus.
Vzemimo krožnik, vanj natočimo vodo in po površini vode enakomerno potresemo poper (previdno, da ne boste kihali).

Zdaj na eni strani krožnika kapnite v vodo malo detergenta za pomivanje posode.





Kaj se je zgodilo?

Poper je nenadoma odplaval od detergenta na drugo stran krožnika.

Zakaj?

Verjetno ste že večkrat opazili, da se zdi, kot da bi voda na površini imela tanko kožico. To lahko opazite, če kozarec do vrha in še malo več napolnite z vodo.
Zdelo se bo, da ta kožica preprečuje vodi, da bi se izlila iz kozarca. Kožica je posledica tega, da se delci vode na površini močneje držijo skupaj kot tisti v kozarcu.
Ko smo vodo zlili v krožnik, se je ta kožica napela čez celotno površino. Poper se je ulegel na kožico. Detergent ima to lastnost, da lahko zmanjša napetost kožice. Na tisti strani krožnika, kamor smo kapnili detergent, je napetost popustila. Kožico je zato skupaj s poprom kot napeto elastiko potegnilo na drugo stran krožnika.

To lastnost uporablja tudi naš motorni čoln. Detergent na zadnji strani vžigalice mehča elastičnost kožice za čolnom. Pred čolnom je napetost kožice večja, zato čoln vleče naprej.
Ko se bo čoln ustavil, napolni gorivo. Čez nekaj časa kopalno kad izprazni in nalij svežo vodo.

copyright Hiša eksperimentov

delovni list iz Hiše eksperimentov

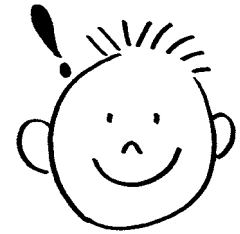
ZAKAJ VODA NE STEČE IZ KOZARCA?

Pripomočki:

- *kozarec,*
- *povoščen papir (peki papir).*

To je poskus z vodo, zato ga delajte nad kopalno kadjo ali umivalnikom!

Kozarec primite v roko, do konca ga napolnite z vodo ter čezenj previdno položite košček povoščenega papirja. Položite dlan druge roke čez papir in kozarec na hitro obrnite navzdol ter dlan odmaknite.



Kaj se je zgodilo?

Voda iz kozarca ne bo iztekla, čeprav je obrnjen navzdol. Zdi se, kot da je papir dovolj močan, da lahko zadrži vodo v kozarcu.

Ali je res papir tisti, ki drži vodo v kozarcu?

Živimo na zemlji in dihamo zrak. V vesolju ni zraka – tam je brezzračni prostor. Zrak kot nekakšen ovoj obdaja zemljo. Mi živimo na dnu tega zračnega ovoja.

Zrak ima svojo težo in pritiska na nas z vseh strani. Pritiska z isto silo, kot če bi bilo namesto zraka nad nami deset metrov vode.
Zrak tako pritiska tudi na povoščen papir, z druge strani pa na papir pritiska voda, ki je v kozarcu. Vendar je vode v kozarcu le za kakšen decimeter, zrak pa z druge strani pritiska s silo desetih metrov vode. Tako voda ostane v kozarcu.

Zakaj pa potem voda ne ostane v kozarcu, če ga ne pokrijemo s papirjem in ga le obrnemo?

Takrat lahko zrak, ki je redkejši od vode, prodre v kozarec, voda pa odteče. To je pravzaprav dobro! Kar predstavljajte si, da bi v kozarec nalili sok, ko pa bi ga hoteli piti, ne bi hotel odteči iz njega.

copyright Hiša eksperimentov

SLOVAR

Povodje	Območje, s katerega se reke izlivajo v eno morje. Ponavadi povodja dobijo imena po morju, v katero se reke izlivajo.
Porečje	Območje, s katerega voda odteka v določen potok ali reko.
Razvodnica	Meja med dvema povodjema ali porečjema. Ponavadi poteka po visokih grebenih, ko se voda steka v različna povodja oziroma porečja.
Kamninska podlaga	je trda kamnina, ki leži pod zemljo, peski, prodom, glinami in vsemi ostalimi sipkimi materiali na zemljinem površju. Predstavlja najnižji sloj.
Vodonosniki	so vodonosne zemeljske plasti oziroma nekonsolidirane geološke tvorbe, ki vsebujejo vodo. Ključni vodonosniki so tisti, iz katerih se z vodo oskrbujejo vodnjaki in izviri.
Nivo podzemne vode	je zgornja meja podzemne vode oziroma zgornja meja cone, ki je nasičena z vodo.
Arteški vodnjak	je vodnjak, kjer zaradi pritiska vode, ki je ujeta med neprepustnimi kamninami, voda sama priteče na površje in je ni treba črpati.
Podzemna voda	je voda pod zemeljskim površjem. Najdemo jo v prodnih in peščenih aluvialnih nanosih ter v kanalih in razpokah kamnin.
Arteški vodonosnik	je vodonosnik, ki je ujet med dvema neprepustnima slojema in je pod velikim pritiskom, zaradi česar potiska vodo na površje. Številni izviri pritečejo iz arteških vodonosnikov.
Odprt vodonosnik	je vodonosnik s podzemno vodo, ki ni pod pritiskom, saj je z neprepustnim slojem omejen le s spodnje strani.
Vodnjak	je preluknjana, izvrtana, izkopana luknja oziroma jašek, s katerim pridemo do podzemne vode.
Štirna	je izraz za preprost zabiti vodnjak, ki seže v globino do 8 metrov.
Izohijeta	je črta, ki nakazuje, da ima vsaka točka na tej liniji enake vrednosti.
Piezometrični nivo	zmerjen nivo podzemne vode v napravi, ki ji rečemo piezometer.
Povratne dobe poplav	je standarden statistični podatek, ki nam pove, v kolikih letih lahko statistično pričakujemo ponovitev enako velikih poplav. Vendar pa povratna doba na primer 10 let ne pomeni, da se je poplava zgodila pred 10 leti. Povratna doba je le ilustracija, kako redke so poplave in da se v povprečju pojavljajo na 10 let. Lahko se pojavijo tudi pogosteje ali redkeje.
Filtracija	je postopek pri katerem iz tekočine odstranimo trdne delce.
Sedimentacija	je proces usedanja, kjer se trdni delci izločijo iz zmesi, v kateri plavajo.

Fizikalno čiščenje vode je mehansko odstranjevanje večjih v vodi netopnih snovi (precejanje vode skozi grablje in sita, usedanje ali flotacija).

Kemijsko čiščenje vode (imenovano tudi primarno) je proces odstranjevanja maščob in olj iz odpadne vode. V usedalnem bazenu se s strgali iz površine posnamejo maščobe, ostala gošča pa se nadalje obdela. »Pobrane« maščobe in olja se predelajo. Za te postopke se uporablja kemijske procese nevtralizacija, obarjanje, oksidacija in redukcija. Rečemo, da se odpadna voda na tak način kemijsko čisti.

Biološko čiščenje vode (imenovano tudi sekundarno) je proces razgradnje organskih snovi v odpadni vodi (onesnaženje s hranili, detergenti, mili). Onesnaženje v odpadni vodi se uporablja kot substrat bakterijske združbe, ki za svojo rast porablja organske snovi in kisik. Neusedljiva, raztopljena organska snov v odpadni vodi se tako pretvarja v usedljivo in mineralizirano. Ker se kasneje odstrani iz vode, rečemo, da se odpadna voda na tak način biološko očisti.

Rastlinska čistilna naprava je naprava, kjer s pomočjo rastlin in peskom prečistimo odpadno vodo.

Pogrezanje je počasni vertikalni pomik dela zemeljske skorje navzdol. Posedanje tal lahko povzročijo naravni geološki procesi, kot so raztapljanje, tajanje, zgoščevanje, počasno krivljenje skorje ali umik tekoče lave izpod trdne skorje. Lahko je tudi posledica podpovršinskega rudarjenja ali črpanje podzemne vode ali nafte. Gibanje ni omejeno s hitrostjo, močjo ali s področjem, kjer se dogaja.

Posedanje ima enak pomen kot pogrezanje tal.

Konsolidacija tal pod učinkom obtežbe (obremenitve) se tla v večji ali manjši meri usedajo. Usedanje pomeni zbliževanje trdnih zrn, ki sestavljajo zemljine oziroma zmanjševanje praznin med njimi. Praznine so izpolnjene s kapljevino (vodo) ali plinom (zrakom). Pod obremenitvijo se voda ali plin iztiskata, tla pa se konsolidirajo. Ko iztiskanje ni več mogoče, rečemo, da so tla konsolidirana. Proces iztiskanja vode in plinov iz tal se imenuje konsolidacija tal.

Nivelmarska mreža Na večjem območju ustrezno postavljeni reperji. Reperji so vidno označena mesta (točke), ki jih ne premikamo po nepotrebnem, tla pa se ne posedajo oziroma se ne pomikajo v horizontalni smeri. Ob postavitvi točke (reperja) natančno izmerimo njegovo nadmorsko višino in pozicijo (koordinato v prostoru) ter ju redno merimo (spremljamo spremembe nadmorske višine oziroma merimo posedke in horizontalne premike). Nivelmanska mreža predstavlja bazo za vertikalno predstavo terena (nadmorskih višin) večjega območja.

ODGOVORI ZA RADOVEDNE

Kakšni dogodki lahko vplivajo na Ljubljansko barje?
Ali imajo aktivnosti na Ljubljanskem barju lahko kak vpliv na okoliška območja?

Barje se zaradi svojih geomorfoloških in hidrodinamičnih lastnosti pogreza. Namreč, očem nevidne podzemne tektonske prelomnice, ki potekajo v zahodno - vzhodni smeri in jugovzhodni - severozahodni smeri povzročajo tektonskeo pogrezanje cele kotline. Geološke in jezerske usedline na barju so ponekod globoke tudi do 200 m, večinoma pa med 50 in 100 m. Stiskanje in izcejanje podzemne vode, ki se nahaja v teh usedlinah, povzroča dodatno usedanje in nižanje površine barja. Posedanje barja je v zadnjih dveh stoletjih pospešila gradnja bivalnih, gospodarskih in poslovnih objektov, cest, avtoceste, drenaž, melioracijskih jarkov in regulacija rek. Podobni dogodki (dogajanja) bodo vplivali na še večje izsuševanje usedlin in posedanje barja. Poplavni dogodki vedno znova potrdijo, da je barje velik vodni zadrževalnik. Dodatna izsuševanja in gradnje lahko povzročijo po eni strani manjši čas zadrževanja vode na območju barja, po drugi strani pa večje in daljše poplave zaradi ovir. Cestni nasipi in majhni cevni propusti na jarkih in druga nasipavanja zadržujejo oziroma preusmerjajo tok vod in odvzemajo prostornino za zadrževanje. Na hidrodinamične lastnosti barja znatno vplivajo tudi toplotne črpalke, ki jih je na območju naselij vedno več. Nastajajo »depresijski lijaki« v usedlinah barja. Na vplivnih območjih se zaradi manjših vzgonskih sil (pritiskov vode na tla od »spodaj navzgor«) barje dodatno poseda. Vsa ta dogajanja na barju vplivajo tudi na širše območje. Vplivi se poznajo ne le na Ljubljanskem polju, kjer se pogrezata tako Sava kot Ljubljanica, povečajo se lahko tudi velikosti odtokov reke Save in Ljubljanice ob velikih padavinah. Poplavna ogroženost se povečuje tudi na Krško - Brežiški kotlini.

Ali veš, zakaj se Ljubljanici reče tudi reka sedmih imen?

Za Ljubljanico je značilno, da predstavlja nadaljevanje šestih vodotokov. V Ljubljanico se steka padavinska voda Snežniškega in Kočevskega pogorja, ki se zbere v **Prezidanskem potoku** (imenovan tudi Trbuhovico) ter nato v **Obrhu** v Loški dolini. Obrh ponikne in se spet pojavi kot vodotok z imenom **Stržen** na Cerkniškem polju. Tudi ta ponikne in skozi **Rakov Škocjan** teče kot vodotok **Rak**, potem se na Planinskem polju združi z Unico. Reka **Unica** je nadaljevanje reke **Pivke**, ki zbira padavinsko vodo iz zahodnega pogorja Javornikov. Vse te reke torej izvirajo in ponikajo na kraških poljih v zaledju Ljubljanice: Prezidsko polje Loško polje, Cerkniško polje, Pivška kotlina, Planinsko polje. Zaradi tega je Ljubljanica tudi reka sedmih imen.

Kam izgine deževnica?

Ponika v tla, odteče po površini do potokov, v odtočne jarke ali jaške in od tam v reke.

Kako se voda giblje skozi tla?

Teče med porami delcev navzdol ali pa se dviguje po kapilarah koreninskega sistema.

Skoz kateri material voda pronica najhitreje in zakaj?

Skozi zelo porozen ali luknjičast material.

Skozi kateri material (prod, pesek ali glina) so se vodne molekule najlažje gibale? Zakaj?

Praznine znotraj kraških kamnin, sledijo prod, pesek, glina in na koncu trdna kamnina.

Če bi imel tri kamnine – eno iz proda, drugo iz peska ter tretjo iz gline, ki bi vse vsebovale enako količino vode, v kateri bi izvrtali vodnjak? Zakaj?	Najprimernejša je prodnata kamnina, ker se voda lažje giblje skozi prod kot pa pesek ali glino.
Kako hitro je gibanje vode pod zemljo?	Podzemna voda se premika počasi. V vodonosnikih običajno od 7 do 60 cm na dan. Posledica tega je, da lahko voda ostane v vodonosniku sto ali celo tisoč let.
Ali se podzemna voda lahko nahaja tudi pod nepropustno plastjo?	Da.
Kako pridemo do podzemne vode in jo dobimo za pitje?	Izvrtati vodnjak in jo črpati ali le zajeti na izviru.
Kako globoko pod površje poniknejo padavine?	Odvisno od lastnosti tal in vodonosnika. Lahko sploh ne poniknejo, lahko odtečejo več sto metrov globoko.
Od kod pride voda v vodnjak ali »štirno«?	V vodnjaku se zbere podzemna voda, ki je v praznih prostorčkih med prodom in peskom, v jamah in kanalih kraških kamenin in razpokah v nekraških kameninah.
Ali podzemno vodo lahko uporabljamo za pitje in kako?	Seveda. V Sloveniji je podzemna voda eden glavnih virov pitne vode.
Kako lahko pridemo do podzemne vode?	Izkopljemo vodnjake, vanj postavimo črpalne naprave, lahko pa tudi zajamemo podzemno vodo na izvirih.
V katerem letnem času je pri nas največ padavin? Kdaj so običajno poplave v Sloveniji? Kaj pa na Ljubljanskem barju? Zakaj ravno takrat?	Največ padavin na Ljubljanskem barju običajno pade v spomladanskem času. Poplave se običajno pojavijo jeseni in na začetku zime. Poplave nastanejo zaradi večjih padavin v zaledju (Krimsko pogorje, Mokrc, Snežniško in Javorniško območje).
Koliko padavin letno pade na območje Ljubljanskega barja, koliko pa v njegovo zaledje? Zakaj je pomembno poznati tudi količine padavin v zaledju Barja?	Na območju Ljubljanskega barja pade povprečno 1350 mm/m^2 na leto. V zaledju pade 1600 mm/m^2 na leto. Poplave na Ljubljanskem barju povzročajo padavine v zaledju.

Zakaj je pomembno meriti količine padavin?	Merjenje količine padavin je ključnega pomena, da lahko predvidimo nevarnost poplav ali zemeljskih plazov ter lahko pravočasno izvedemo varovalne ukrepe ali se celo umaknemo iz nevarnega območja. S pomočjo podatkov o količini padavin lahko strokovnjaki tudi predvidijo, če in kdaj bo nastopila suša. V primeru opozorila o prihajajoči nevarnosti primanjkovanja vode, se lahko pravočasno izvedejo ustrezni ukrepi in aktivnosti za varčevanje z vodo.
Kako se meri količine padavin?	Padavine se merijo s pomočjo vremenskih merilnih postaj (meteoroloških postaj). Vsaka vremenska merilna postaja svoje meritve sporoča strokovnjakom.
Na kakšen način se predstavijo izmerjeni rezultati?	S pomočjo tabel, grafikonov in kart se lahko rezultate prikaže tako, da so laže predstavljivi in razumljivi. Namen tovrstnih kart je prepoznati območja s podobnimi količinami padavin, ki so označena z linijami, izohijetami.
Kako hidrologi uporabijo podatke o količini padavin?	Uporabijo jih lahko za napovedovanje in analiziranje pretokov voda, poplav, suš, ugotavljanje potreb po namakanju, proučevanje erozije tal, plazov itd.
Zakaj prihaja do poplav?	Poplave nastajajo iz različnih vzrokov. Nastanejo lahko zaradi obilnih količin padavin v kratkem časovnem obdobju, ko voda ne more odteči dovolj hitro ali pa zaradi dolgotrajnih padavin. Poplave nastanejo tudi zaradi dviga gladine morja, ali takrat voda zaradi visokih valov poplavi kopno. Za Slovenijo so značilne tudi kraške poplave. To so poplave na kraških poljih, tudi poplave na Ljubljanskem barju se uvrščajo v ta tip poplav. Voda na poljih zastaja, ker na njih priteče več vode, kot jo lahko odteče v reke ali ponikne v tla.
Kako lahko svoje domove zaščitimo pred poplavami?	Da jih ne gradimo na območjih poplav. Če so domovi v poplavnih nevarnosti, ustrezno zapremo in zatisnemo odprtine skozi katere lahko poplavna voda prodira v stavbo. Če je gradnja na poplavnem območju dovoljena, povišamo tla, na katerih nato gradimo. Ne gradimo kleti. Tlaki v pritličjih stavb naj bodo vodoodporni, fasade in stavbno pohištvo odporno na vodo. V pritličjih ne shranjujemo vrednih predmetov. Domove zaščitimo tudi tako, da ohranjamo poplavne površine ob vodotokih. Kjer zgoraj našteti ukrepi še vedno ne zmanjšajo ogroženosti pred poplavami se zgradi nasipe ob strugah rek, ki poplavljajo. Lahko se ustrezno poglobi reke in odstrani večjo in gosto vegetacijo v strugah. Tudi izgradnja vodnih zadrževalnikov gorvodno ob rekah zmanjša poplave. Ker pozidava ravnic ob rekah povzroča še več poplav, se temu raje izognemo. Če so namreč poplavne ravnice pozidane in zaščitene z protipoplavnimi nasipi, prihaja do poplav drugod. Izgubljene poplavne površine oziroma prostornine za razlitje visokih voda moramo zato nadomestiti drugje.
V kakšen tip poplav sodijo poplave na Ljubljanskem barju in kako bi jih lahko preprečili ali omilili?	To so kraške poplave. Preprečiti jih ne moremo, lahko pa omilimo škodljive posledice.
Kateri so najboljši ukrepi za varnost pred poplavami?	Varovanje mokrišč, nepozidane ravnice ob vodotokih, odstranjevanje padlega drevja v gozdovih, preprečevanje erozije in plazov v hribovitih zaledjih rek ipd.
Kakšna je razlika med poplavljenim in mokrotnim obvodnim svetom?	Tla na mokrotnem obvodnem svetu so večino leta vlažna oziroma namočena. Tla na poplavnem svetu so lahko tudi suha.

S katerimi procesi se voda očisti?	Morda si pomislil na filtracijo in sedimentacijo, s katerima se v vsakdanjem življenju večkrat srečujemo, a popolno čiščenje vode je v resnici preplet fizikalnih, bioloških in kemijskih procesov.
Kje v naravi se voda filtrira?	Med pronicanjem skozi zemeljske plasti, med pretakanjem po sipkem dnu vodotoka.
Kje v naravi potekajo kemijski postopki čiščenja vode?	Povsod, še najbolj intenzivno pa tam, kjer se spreminjajo razmere, npr. osvetljenost s soncem, območja s kisikom ali brez njega, spremembe kislosti oziroma alkalnosti itd.
Kaj je biološko čiščenje vode in kje poteka?	Rastline in nekateri mikroorganizmi, ki so sposobni sami sebi proizvesti hranilne snovi (avtotrofni mikroorganizmi) potrebujejo mineralizirane, tj. razpadle organske snovi kot hrano za svoj obstoj (rečemo jim tudi hranila). Mineralizacijo organskih snovi pa opravljajo nekateri heterotrofni mikroorganizmi (tisti, ki energijo pridobivajo iz energijsko bogatih organskih snovi) zato jim pravimo tudi razgrajevalci (destruenti). Biološko čiščenje vode poteka v tekočih in stoječih vodah ter tudi povsod tam, kjer je prisotno mikrobno življenje v vlažnem okolju – torej tudi v prsti in v globljih zemeljskih plasteh.
Zakaj pravimo, da so mokrišča naravne čistilne naprave?	Rastline za svojo rast potrebujejo organske snovi. Ker je organskih snovi v mokriščih veliko, tam lahko raste tudi veliko rastlin. Voda postaja zaradi izrabe organskih snovi v mokriščih čistejša. Nekdaj so mokrišča očistila vse zunaj njih proizvedene organske snovi (rečemo, da so to obremenitve iz okolja kamor sodijo tudi odpadki). Danes se vse pogosteje za čiščenje vode (obdelavo močno obremenjenih odpadnih voda) uporabljajo umetno ustvarjena mokrišča. Vodni ekosistemi v mokriščih so zaradi fizikalnih, kemijskih in bioloških procesov, ki tam potekajo, lahko zelo učinkoviti pri izločanju organskih snovi (hranil) in drugih onesnaževal.
Kako bi se lahko izognili posledicam posedanja, oziroma kaj bi bilo treba storiti, da bi bila škoda zaradi posedanja čim manjša?	Da ne bi gradili tam, kjer se tla naravno posedajo, da ne bi takim tlom dodajali obtežb, da ne bi rudarili pod površino in črpali podzemne vode, gradili hiše na pilotih in ne nasipavali terena s težkim materialom.

Delovni list št. 4, pravilni odgovori so: *močerad, žaba, kačji pastir, komar, lokvanj;*

Delovni list št. 5, pravilni odgovori so: *1-b; 2-d,f,g; 3-c; 4-a; 5-b; 6-b (poglobitev Ljubljanice); 7-a; 8-a; 9-d,f;*

BELEŽKA

kvak ... kvak ...