

POVRŠINSKE VODE V TRNOVEM

GEOGRAFIJA

RAZISKOVALNA NALOGA

PIA LANA CIZELJ 9.RAZRED,
HANA OROŽEN VAJDE 9.RAZRED

FRANC FERDO KUKEC

2019/2020

OŠ TRNOVO



POVRŠINSKE VODE V TRNOVEM

GEOGRAFIJA

RAZISKOVALNA NALOGA

9. RAZRED



2019 / 2020

KAZALO

KAZALO SLIK:	5
KAZALO GRAFOV:	5
UVOD	6
ZAHVALA.....	7
POVZETEK	8
NAMEN	10
METODE DELA	11
HIPOTEZA.....	12
LJUBLJANICA.....	13
KRAŠKO ZALEDJE IZVIROV LJUBLJANICE	14
POREČJE LJUBLJANICE	14
IZVIRI LJUBLJANICE	15
KAKOVOST VODE.....	16
MALI GRABEN	16
GRADAŠČICA.....	18
HIDROGEOGRAFIJA.....	19
POPLAVNA NEVARNOST	20
ONESNAŽENOST	20
POSEGANJE V GRADAŠČICO SKOZI ZGODOVINO	20
POTEK MERJENJA (GRADAŠČICA, 29.11.2019).....	22
POTEK MERJENJA (GRADAŠČICA IN LJUBLJANICA, 7.12.2019).....	23
POTEK MERJENJA (MALI GRABEN, 28.2.2020)	25
POSKUS TRDOTE VODE.....	29
ZAKLJUČEK	30

KAZALO SLIK:

Slika 1: Raziskovalki pred Malim grabnom	10
Slika 2: Merjenje temperature	11
Slika 3: Mali graben - pozimi	16
Slika 4: Mali graben - jeseni.....	17
Slika 5: Gradaščica	18
Slika 6: Izliv Ljubljanice	19
Slika 7: Breg Gradaščice.....	19
Slika 8: Trnovska cerkev ter Gradaščica	22
Slika 9: Merjenje temperature	23
Slika 10: Breg Ljubljanice	24
Slika 11: Mali graben	25
Slika 12: Avtorici raziskovalne naloge	25
Slika 13: Poskus trdote vode	29

KAZALO GRAFOV:

Graf 1: Pretok Ljubljanice na podlagi meritev hitrosti ter dimenzij reke	26
Graf 2: Pretok Mali graben na podlagi meritev hitrosti ter dimenzij reke	26
Graf 3: Pretok Gradaščica na podlagi meritev hitrosti ter dimenzij reke.....	27
Graf 4: Prikazuje povprečno hitrost Ljubljanice ob bregu ter v sredini.....	27
Graf 5: Prikazuje povprečno hitrost Gradaščice ob bregu ter v sredini	28
Graf 6: Prikazuje povprečno hitrost Malega grabna ob bregu ter v sredini.....	28

UVOD

Za najino raziskovalno nalogo sva si izbrali površinske vode v Trnovem. Želeli sva si raziskati tudi teoretični del.

Za najino raziskavo pa sva izbrali 3 reke: Ljubljanico, Gradaščico in Mali graben. Vse tri reke predstavljajo lepo celoto v Trnovem.

Na meritvah sva merili hitrost, onesnaženost ter pH lestvico.

Raziskave so bile zanimive iz njih pa sva se tudi veliko naučili.

Postavili sva si naslednje hipoteze:

- Meniva, da imajo vse reke v sredini večji pretok, kot ob strani, ker se na videz to lahko opazi ampak sva to še vedno želeli preveriti.
- Meniva, da rečna voda ni trda, da se trdota vode v rekah nagiba k pitni vodi in to sva želeli dokazati.
- Meniva, da je najhitrejša Ljubljanica in potem Mali Graben, najpočasnejši pa Gradaščica.
- Meniva, da je najbolj onesnažen Gradaščica, najmanj pa Ljubljanica.
- Meniva, da imajo vse reke $\text{pH} = 7$

ZAHVALA

Zahvalili bi se radi najinemu mentorju, Francu Ferdu Kukcu. Spodbujal naju je čez celoten proces ter nama vedno znova odpiral obzorja, tudi ko si sami nisva mislili, da na nekem področju lahko odkrijeva še več.

Radi bi se zahvalili tudi učiteljici kemije Vidi Rupert, ki nama je rade volje pomagala ob eksperimentalnem delu. Skupaj smo izvedle poskus trdote, pri katerem pa se nam je pridružila tudi učiteljica biologije Tina Korent Štrumbelj.

POVZETEK

Naslov naloge: POVRŠINSKE VODE V TRNOVEM

Raziskovalki: PIA LANA CIZELJ, 9.razred; HANA OROŽEN VAJDE, 9.razred

Šola: OŠ TRNOVO

Mentor: FRANČ FERDO KUKEC, učitelj geografije – OŠ Trnovo

Ključne besede: reka, raziskava, pritok, izliv.

POVZETEK NALOGE:

Za raziskovalno nalogo sva izbrali tekoče površinske vode v Trnovem. Odločili sva se, da bova podrobneje raziskali tri reke. To so Ljubljanica, Gradaščica in Mali Graben.

Poleg teoretičnega dela sva se odločili še za terensko raziskovanje, saj sva si želeli seznaniti z nama novimi metodami, ki bi se razlikovale od standardnega šolskega dela. Tri reke, ki tečejo po Trnovem so med seboj zelo različne. Med njimi najdaljša je Ljubljanica, ki je dolga kar 41 km. Izvira v Retovjah in se izliva v Podgradu. Prečkamo jo lahko čez mnogo mostov. Kot npr. Zmajski most, Čevljarski most, Mesarski most, Prulski most, tri mostove, ki tvorijo Tromostovje, itd.

Njeni desni pretoki so Ljubija, Blistra, Boravniščica, Iška, Ižica, Gobovšek in Besnica.

Njeni levi pritoki pa so Bela, Podlipšica, Mali Graben in Gradaščica.

Gradaščica je dolga 33 km, površina njenega porečja je 181 km². Izliva se v Ljubljanico in je ena od njenih levih pretokov. Prečkamo jo lahko čez Trnovski most.

Je reka v osrednji Sloveniji, ki priteka iz hribovja zahodno od Šentjošta nad Horjulom in Velike Božne iz podobnega hribovja na območju Rovt. Njena desna pritoka sta Proscia in Šujica, njen levi pritok pa je Glinščica. Predstavlja glavni vodotok v Polhograjskem hribovju ter teče proti tektonski udornini Ljubljanskega Barja.

V preteklosti je povzročala nevarnost poplav, zato so izkopal naravni razbremenilni kanal; Mali graben. Od Gradaščice se odcepi nedaleč od gradu Bokalce in teče ob stanovanjskem naselju Murgle ter se v bližini Grubarjevega kanala, kot levi pritok izliva v Ljubljanico.

Tri reke predstavljajo lepo celoto v Trnovem, ki sva jo uspešno raziskali.

NAMEN

Ideja za raziskovalno nalogo se nama je porodila, ker sva želeli delati praktično in nekaj, kar se bo razlikovalo od klasičnega dela, ki ga opravljamo v šoli. Želeli sva si pestrega dela in s tem pridobiti novo znanje. V raziskovalni nalogi sva si poleg raziskovanja zastavili tudi teoretični del. Prvotno naju je zelo zanimala zgodovina in vpliv na ostale dejavnike, ob tem pa sva nalogo hoteli povezati tudi z ostalimi področji. Imeli sva odlično geografsko okolico, ne glede na to, da sva se nahajali neposredno v središču mesta, sva se ob treh rekah počutili, kot v naravi. Seveda pa brez pomoči in spodbude najinega mentorja ne bi raziskale toliko področij, saj nama je velikokrat "odprl oči", da sva vedno videli še širšo sliko. Seveda sva hoteli izvesti nekaj primerjav med rekami, vendar sva ob opravljanju terenskega dela ugotovili, da se reke med seboj močno razlikujejo ter se odločili, da v kolikor bova zaznali neko posebnost le to tudi poskušali prikazati.



Slika 1: Raziskovalki pred Malim grabnom

METODE DELA

Poiskali sva veliko literature. Iz šolske in mestne knjižnice sva si izposodili razne knjige, članke, revije, itd... katere sva doma pregledali. V nekaterih gradivih sva našli veliko informacij, v nekaterih malo manj. Ob manjši količini podatkov sva jih izpisali ter jih posamezno zbirali, tako sva jih ob zadostni količini združili ter iz njih oblikovali celoto.

Velik del raziskovalne naloge je predstavljalo tudi terensko delo. Ob merjenju reke sva uporabljali različne pripomočke, kot na primer meter, zunanji termometer, termometer za merjenje temperature vode, štoparico, lističe za merjenje pH.

Hitrost sva izmerili s pomočjo štoparice in tršega vendar plavajočega objekta; ki sva ga vrgli v vodo in izmerili njegovo hitrost na razdalji enega metra, ki sva jo predhodno izmerili.

Pretok sva izmerili na podlagi izmerjenih razdalj, v kolikor je bilo to mogoče, če razdalje nisva mogli natančno izmeriti sva se z mentorjem pogovorili o navidezni oceni razdalje, ki smo jo poskusili potrditi s podatki literature ali že predhodno narejenih meritev na območju.

Izvedli sva tudi nekaj kemijskega dela pri katerem sva uporabili vzorce, ki sva si jih priskrbeli na terenskem delu, lističe za merjenje pH, milnico, čaše, epruvete, stojalo za epruvete... Izvedli sva poskus penjenja vode in primerjali trdote, ter poskus pH z lističi, da bi ugotovili morebitne posebnosti.



Slika 2: Merjenje temperature

HIPOTEZA

- Meniva, da imajo vse reke v sredini večji pretok, kot ob strani, ker se na videz to lahko opazi ampak sva to še vedno želeli preveriti.
- Meniva, da rečna voda ni trda, da se trdota vode v rekah nagiba k pitni vodi in to sva želeli dokazati.
- Meniva, da je najhitrejša Ljubljanica in potem Mali Graben, najpočasnejši pa Gradaščica.
- Meniva, da je najbolj onesnažena Gradaščica, najmanj pa Ljubljanica.
- Meniva, da imajo vse reke $\text{pH} = 7$.

LJUBLJANICA

POREČJE: 1.860 km²

DOLŽINA: 41 km

IZVIR: Retovje

PRETOK: 24,1 m³/s (pri Vrhniku), 55,6 m³/s (Moste)

IZLIV: Podgrad

MOSTOVI: Tromostovje, Zmajski most, Čevljarski most, Mesarski most, Ljubljana, Hrdeckega most

LEGA: v delu Ljubljanske kotline, desni pritok Save. Izvira iz več kraških izvirov v bližini Vrhnike, prečka celotno Ljubljansko barje, teče skozi mesto Ljubljana in po južnem robu Ljubljanskega polja ter se pri naselju Podgrad izliva v Savo. Njeno kraško zaledje je veliko obsežnejše in sega daleč na jug v dinarsko kraški svet.

LEVI PRITOKI: Bela, Podlipščica, Mali graben in Gradaščica

DESNI PRITOKI: Ljubija, Bistra, Borovniščica, Iška, Ižica, Gobovšek in Besnica

Ljubljanica izvira v več kraških izviroh južno od Vrhnike in pri Verdu, v katerih pridejo na dan vode iz obsežnega kraškega zaledja, mdr. iz Cerkniškega polja, ponorov Unice na severnem koncu Planinskega polja in z Logaškega polja. Pod površjem so obsežni jamski rovi, po katerih priteka voda do kraških izvirov.

Reka ima dva povirna kraka: zahodni se imenuje Mala Ljubljanica in priteka iz zatrepne doline Močilnik tik južno od Vrhnike, v kateri sta kraška izvira Veliki in Mali Močilnik; nekoliko niže dobi še levi pritok Belo. Drugi

povirni krak je Velika Ljubljanica in priteka iz zatrepne doline Retovje, tik jugozahodno od Verda. V njej je več kraških izvirov, največja sta Veliko in Malo okence, ki prihajata na dan v majhnih jezercih pod strmo skalnato steno. Po dobrem kilometru ločenega toka se oba povirna dela združita v Ljubljanico.

Glavno mesto Slovenije je nastalo ob Ljubljanici v tako imenovanih Ljubljanskih vratih v vrzeli med Grajskim hribom in Rožnikom. Na južnem robu mesta dobi Ljubljanica levi pritok Mali graben, ki je umetno izkopen razbremenilnik Gradaščice (manjši del se kot Mestna Gradaščica izliva v Ljubljanico v Trnovem), pri Špici pa se od nje odcepi Grubarjev prekop.

Skozi mesto teče Ljubljanica po umetno poglobljeni strugi. Zaradi močnega nasipanja Save v zadnji ledeni dobi je potisnjena povsem na južni rob ravnine in z leve ne dobiva nobenih pritokov, z desne pa se vanjo stekajo manjši potoki z Golovca in najzahodnejšega dela

Posavskega hribovja (Gobovšek). Tik pred izlivom dobi v Podgradu z desne še Besnico in se malo naprej izlije v Savo.

KRAŠKO ZALEDJE IZVIROV LJUBLJANICE

Posebnost Ljubljanice je njeno obsežno kraško zaledje, ki sega na jugu vse do Snežnika in slovensko-hrvaške meje. V kraških izviroh na jugozahodnem robu Ljubljanskega barja pritekajo na površje vode iz Notranjskega podolja in Pivške kotline, kjer se vode kraške Ljubljanice pod različnimi imeni pojavljajo na dnu kraških polj. Ker naj bi bilo teh ponikalnic šest, so ljudje začeli reko imenovati reka sedmerih imen.

POREČJE LJUBLJANICE

Zaradi velike količine padavin, ki jih dobiva dinarska gorska pregrada (več kot 2000 mm letno), in obsežnega porečja, se v kraškem porečju Ljubljanice zbere ogromno vode in ta se pretaka večinoma podzemno po obsežnih kanalih. Ob idrijskem prelomu, ki poteka po Notranjskem podolju od severozahoda proti jugovzhodu, so karbonatne kamnine tako pretrte, da predstavljajo nekakšno podzemno zaporo, skozi katero se lahko kraške vode prebijejo samo na dveh mestih: pod Postojnskimi vrati med Pivško kotlino in Planinskim poljem ter na severnem robu Trnovskega gozda južno od Idrije. Porečju Ljubljanice pripada še potok Logaščica, ki dobiva vodo z dolomitnega površja Rovtarskega hribovja in iz dela Hotenjskega podolja, teče po Logaškem polju, ponikne sredi Logatca v ponoru Jačka in se nekje podzemno pridruži toku voda proti izvirov Ljubljanice. Na južnem robu Ljubljanskega barja izvirajo tudi vode z Rakitenskega polja, ki prihajajo na dan najprej v majhnem kraškem polju Ponikve pri Preserju in nato v kraškem izviru pri Kamniku pod Krimom.

Ljubljanica ima kot kraška reka še eno posebnost: Velikosti njenega porečja ne moremo natančno določiti, saj se spreminja s količino vode v krasu, deloma pa poteka razvodnice ni moč določiti. Pri Hotedršici se manjše ponikalnice Hotenjka, Pikeljščica in Žejski potok odtekajo deloma proti izvirov Ljubljanice in deloma proti izviru Podroteja in Divjem jezeru v porečju Idrije. Takšen pojav raztekanja voda imenujemo BIFURKACIJA.

IZVIRI LJUBLJANICE

izvir Ljubljanice pri gradu Bistra

Podzemski tokovi Ljubljanice od Cerkniškega in Planinskega polja prihajajo na dan v več skupinah kraških izvirov na južnem obrobju Ljubljanskega barja pri Vrhniku, Verdu in okolici.

skupina izvirov Močilnik (iz njih nastane Mala Ljubljanica)

- Veliki Močilnik
- Mali Močilnik
- skupina izvirov Retovje (iz njih nastane Velika Ljubljanica)
- izvir Pod Orehom
- izvir Pod skalo
- Malo okence
- Veliko okence
- Furlanove toplice na Mirkah (termalni izvir s stalno temperaturo vode 20 °C) izviri na Verdu (iz njih nastane desni pritok Ljubija)
- Smukov brezen
- Gradarjev brezen
- izvir Na potoku
- Ceglarjev izvir
- Kržajev studenec
- Petričkov studenec
- izviri v Bistri (iz njih nastane desni pritok Bistra)
- trije izviri na območju samostana
- Zupanov izvir
- Trebinja, tudi Galetovi izviri (skupina izvirov)
- Pasji studenec
- Ribičev studenec
- Lintvern izvir

Ljubljanica je značilna kraška reka s počasnim tokom in značilno zelenkasto barvo vode, zlasti na Ljubljanskem barju. Ker priteka izključno iz kraških izvirov, ne prenaša skoraj nič peska in proda, kar je izjemnega pomena za arheologijo, saj se v prodonosnih rekah predmeti v vodi ne morejo ohraniti. Pač pa kot kraška reka prenaša veliko raztopljenega kalcijevega in magnezijevega hidrokarbonata: v 1 m³ vode v povprečju od 170 - 200 g.

Reka ima izrazit dinarski tip dežno-snežnega režima s prvim viškom pretokov v jesenskih mesecih (oktober–december) in drugim viškom spomladi (marec–april). Prvi višek je posledica

poznojesenskih padavin na alpsko-dinarski gorski pregradi, spomladanski višek je deloma posledica taljenja snega in deloma spomladanskih padavin. Najnižji pretok ima Ljubljanica avgusta. Drug razlog je kraška retenenca, zaradi katere se v kraškem podzemlju (in na kraških poljih) zadrži velik del vode od jesenskih deževij in nato počasi odteka proti izvirov na robu Ljubljanskega barja.

KAKOVOST VODE

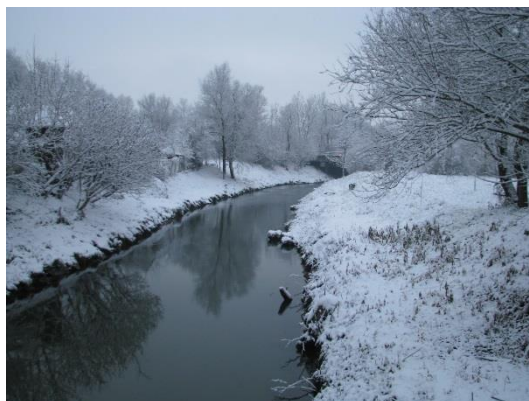
Po podatkih ARSO je bila Ljubljanica leta 2009 in 2010 v dobrem kemijskem stanju in zelo dobrem do dobrem ekološkem stanju. V poletnih mesecih je v nekaj km v spodnjem toku občasno še precej onesnažena zaradi izpustov vode iz ljubljanske čistilne naprave, veliko odpadnih in strupenih snovi priteče vanjo ob močnih padavinah iz urbanih površin in kanalizacijskega omrežja za odvajanje padavinske vode. Pred izgradnjo ljubljanske čistilne naprave in razširitvijo kanalizacijskega omrežja v južnem delu Ljubljane je bila reka močno onesnažena tudi v odseku skozi Ljubljano, a so se razmere v zadnjih letih zelo izboljšale.

MALI GRABEN

Mali graben je naravni razbremenilni kanal reke Gradaščice, ki je bil izkopen zaradi pogostega poplavljanja ljubljanskega mestnega predela Trnovo. Od Gradaščice se odcepi nedaleč od gradu Bokalce, teče po južnem delu stanovanjske četrti Murgle in se v bližini Gruberjevega kanala kot levi pritok izliva v Ljubljano.

Mali Graben od Bokalškega jezua poteka proti jugovzhodu, pri dolgem mostu prečka železniško progo in južno obvoznico potem pa teče skozi Mestni log mimo Murgel na levem bregu Rakove jelše. Na koncu pa se na južnem delu Trnovega izliva v Ljubljano.

Mali graben je manjša reka, ki se blizu središča Ljubljane izliva v Ljubljano. Ribiči v njem čez leto lovijo lepe klene, mrene, podusti in redkejše lipane, pozimi pa sulce, ki jih je v tolmunih Malega grabna še kar veliko.



Slika 3: Mali graben - pozimi



Slika 4: Mali graben - jeseni

GRADAŠČICA

PRETOK: 2,27 m³/s

DOLŽINA: 33 km

POVRŠINA POREČJA: 181 km²

IZLIV: Ljubljana

MOSTOVI: Trnovski most



Slika 5: Gradaščica

Gradaščica je reka v osrednji Sloveniji. Predstavlja levi pritok Ljubljane. Njen začetek je na sotočju Male vode, ki priteka iz hribovja zahodno od Šentjošta nad Horjulom, in Velike Božne iz podobnega hribovja na območju naselja Rovt. Od Polhovega Gradca naprej teče reka po mestoma nekoliko razširjeni dolini proti vzhodu, pri Bokalcah vstopi v ravnino Ljubljanskega barja in se v Ljubljani v dveh delih izliva v Ljubljanico.

DESNA PRITOKA: Prosa in Šujica

LEVI PRITOK: Glinščica

Predstavlja glavni vodotok v Polhograjskem hribovju in teče od širokega razvodnega hrpta proti porečju Poljanske Sore na zahodu v glavnem v vzhodni smeri proti tektonski udorini Ljubljanskega barja. Njeni povirni potoki so v hribovje, ki je v tem delu zgrajeno iz spodnje in srednjetriasnih dolomitov ter lapornatih apnencev, vrezali kratke, a globoke grape z zelo strmimi, večinoma gozdnatimi pobočji. Mala voda teče po teh kamninah do iznad Briš, kjer vstopi v nekoliko širšo dolino, se obrne proti severu in malo pod Polhovim Gradcem združi z Veliko Božno v Gradaščico.

Od Polhovega Gradca navzdol teče Gradaščica skoraj ves čas po razmeroma široki dolini proti vzhodu, kjer se dolina širi. Tik severno od doline poteka izrazita, v pokrajini lepo vidna kamninska meja med neprepustnimi kamninami v podlagi in nanje narinjenimi srednjetriasnimi dolomiti, v katerih je površje veliko strmejše in skoraj v celoti pod gozdom.

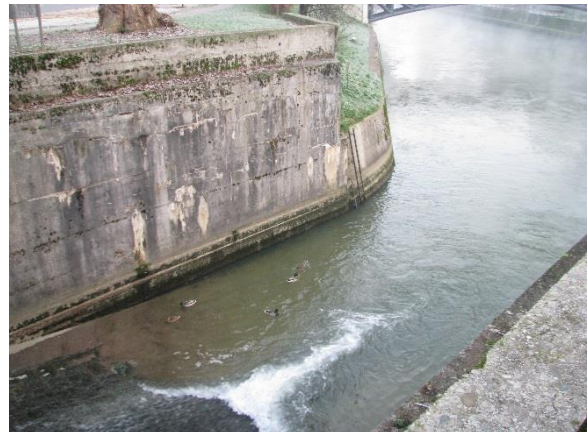
V Dolenji vasi dobi z desne pritok Prosa, pod Dvorom pa se tudi Gradaščica zaje v te odpornejše kamnine, v katerih je dolina veliko ožja in ima izrazito strmejša pobočja.

Pod Hruševim se dolinsko dno razširi na skoraj kilometer in Gradaščica teče po ravnini mimo Šujice in Dobrove, kjer se v glavno dolino steka dolina ob desnem pritoku Šujici, vendar pa potok teče več kot dva kilometre daleč vzporedno z Gradaščico in se ji pridruži šele pod gradom Bokalce na zahodnem obrobju Ljubljane.

Od sotočja naprej teče reka pod zahodno ljubljansko obvoznico, nekoliko niže pa se pri bokalškem jezcu razdeli v dva dela: nekdanja vijugasta, danes v celoti regulirana struga Gradaščice (Mestna Gradaščica), kmalu vstopi na območje mesta Ljubljana, teče naprej skozi Vrhovce in Vič, kjer dobi z leve prav tako reguliran pritok Glinščico, ter se med Trnovim in Krakovim izliva v Ljubljanico. Večji del vode Gradaščice je danes speljan v Mali graben, ki od bokalškega jezca poteka proti jugovzhodu, pri Dolgem mostu prečka železniško progo in južno obvoznico, nato pa teče skozi Mestni log mimo Murgel na levem bregu in Rakove Jelše na desnem ter se na južnem robu Trnovega izliva v Ljubljanico.



Slika 7: Breg Gradaščice



Slika 6: Izliv Ljubljani

HIDROGEOGRAFIJA

Gradaščica ima dinarski dežno-snežni režim s prvim viškom jeseni (november, december) in drugim viškom spomladi (marec, april). Prvi višek je posledica obilnejših jesenskih padavin in manjšega izhlapevanja zaradi nižjih temperatur, drugi pa spomladanskega taljenja snega in padavin. Izrazit je poletni nižek, medtem ko so zimski pretoki v povprečju večji kot poletni zaradi dežnih padavin v nižjih nadmorskih višinah. Poleti je v Mestni Gradaščici občasno zelo malo vode, ki se zaradi umetnega korita precej segreje in je zaradi pretirane rasti alg izrazito neprivlačna.

Še bolj 'neprivlačna' je Gradaščica zaradi izrazito hudourniškega značaja, s katerim so povezane razmeroma pogoste hudourniške poplave, ki zlasti v spodnjem toku povzročajo velike težave. Prijazna reka se lahko v nekaj urah spremeni v divji hudournik, ki s sabo odnaša vse, kar ji stoji na poti.

POPLAVNA NEVARNOST

Glavni razlog za veliko poplavno ogroženost zaradi Gradaščice je razširitev Ljubljane na njeno poplavno ravnico dolvodno od bokalškega jezua, ki jo je v celoti zasedlo mesto in ni nikjer prostora za poplavne vode. V zgornjem in srednjem toku nevarnost poplav ni tolikšna, saj so naselja odmaknjena na višji svet na obrobju doline in skoraj v celoti izven dosega poplav Gradaščice; v tem delu je največ škode na kmetijskih zemljiščih.

Ob Gradaščici imamo sklenjeno poplavno območje vse od sotočja obeh povirnih vodotokov pod Polhovim Gradcem do Ljubljane, kjer se izteče v še obsežnejše poplavno območje Ljubljanskega barja. Med Dvorom in Hruševim, kjer je dolinsko dno ožje, ga v celoti poplavijo že običajne, skoraj vsakoletne poplave, ki se jim je človek v veliki meri prilagodil.

ONESNAŽENOST

Gradaščica je v zgornjem in srednjem toku bistra in čista reka, tudi v spodnjem toku (Mali graben) je po uradnih podatkih ARSO v dobrem kemijskem in ekološkem stanju z vidika posebnih onesnaževal, kar pomeni, da v vodi ni težkih kovin, mineralnih olj in ostankov pesticidov, ne pomeni pa, da je voda popolnoma neobremenjena z odpadnimi snovmi. Mestna Gradaščica je zaradi umetnega korita in majhnega pretoka zlasti poleti onesnažena in ima občasno celo zelo neprijeten vonj, v njej tudi ni skoraj nikakršnega življenja. Ob močnejših padavinah je njeno močno onesnaženje vidno tudi s prostim očesom, saj se vanjo na vsej poti izlivajo odvodni kanali za padavinsko vodo, ki priteka s cest in drugih umetnih površin ter je močno onesnažena.

POSEGANJE V GRADAŠČICO SKOZI ZGODOVINO

Z vidika poseganja človeka v rečno strugo imamo na Gradaščici dva zelo različna odseka. Od sotočja obeh povirnih vodotokov pod Polhovim Gradcem do bokalškega jezua je rečna struga v bolj ali manj naravnem stanju, s prodnatim dnom in z drevjem ter grmovjem obraščenimi brežinami. Regulacijski posegi so omejeni na posamične kratke odseke, kjer je bilo potrebno upočasniti njeno erozijsko delovanje. Za razliko od tega dela je v spodnjem toku struga Gradaščice povsem spremenjena, saj so z obsežnimi regulacijami poskušali zmanjšati nevarnost poplav, vendar posegi niso bistveno zmanjšali nevarnosti. Uspešnejši so bili posegi v strmih hudourniških grapah v povirju, kjer so že pred prvo svetovno vojno začeli graditi protierozijske pregrade in sanirati erozijska žarišča, od koder je ob visokih vodah prihajala ogromna količina plavja. Še obsežnejša so bila tovrstna dela po katastrofalnih poplavah septembra 1926, vendar je bilo njihovo vzdrževanje v desetletjih po drugi svetovni vojni, ko smo imeli daljše obdobje

brez poplav, razmeroma skromno, pozornost se je tudi preusmerila na urejanje struge ob spodnjem toku.

Na mestu današnjega bokalškega jezua, ki je daleč največji vodogradbeni objekt na Gradaščici, je že v preteklosti stal lesen jez, ki pa ga je ob poplavih večkrat odneslo. Po poplavi leta 1924 so začeli s pripravami na gradnjo sedanjega jezua, ki so ga postavili v letih 1926–1927. Jez ima 47 m dolgo in 1,5 m visoko prelivno polje, na njegovi levi strani pa so zapornice, skozi katere odteka del vode v (Mestno) Gradaščico, del pa mimo prelivnega polja v Mali graben.

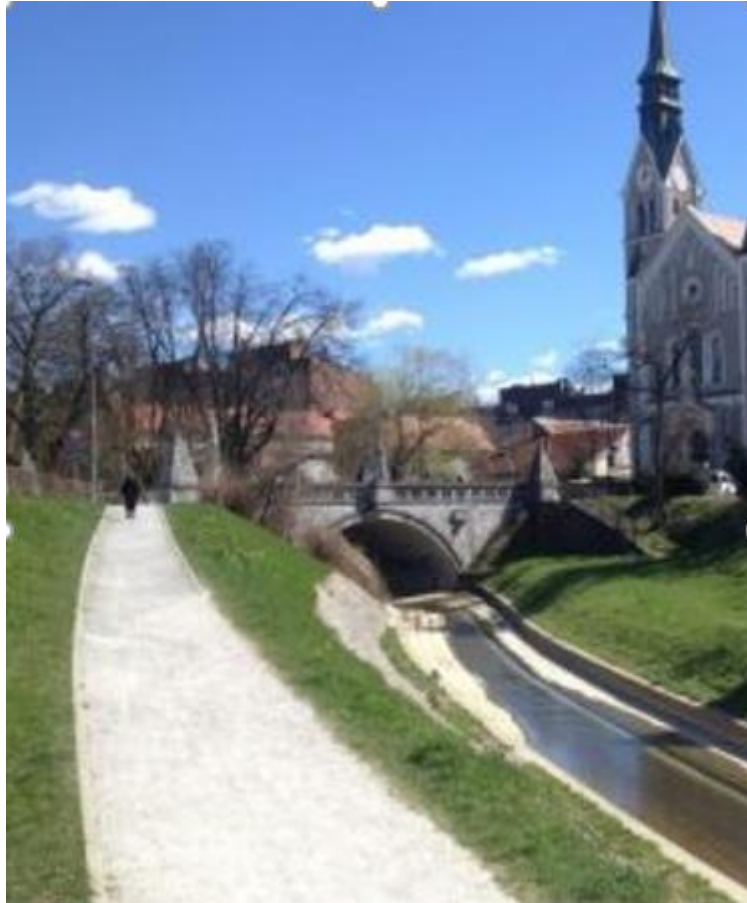
Gradaščica je bila v preteklosti pomemben vir energije in je poganjala številne mline, žage in druge naprave. Objekti so bili večinoma majhni in v lasti kmetij, pod gradom Bokalce je stal velik grajski mlin, večja je bila tudi Božnarjeva žaga v Polhovem Gradcu. Že na začetku 20. stoletja so nekateri lastniki namestili dinama, s katerimi so pridobivali električno energijo za lastne potrebe in bližnjo soseščino.

Razmere so se spet povsem spremenile po poplavih leta 1924 in 1926, ko so zgradili nov in večji bokalški jez. Odtlej večina vode Gradaščice odteka po Malem grabnu, le manjši del pri jezua spuščajo v Mestno Gradaščico.

Ob pogledu na njeno današnjo ureditev med Krakovim in Trnovim si to danes težko predstavljamo, a ko je arhitekt Jože Plečnik med letoma 1928 in 1932 načrtoval ureditev Mestne Gradaščice, je bilo v njej veliko več vode. Pred 2. svetovno vojno je bila Gradaščica še prava reka, po hudourniški preureditvi pa deluje bolj kot skromen potok.

Po poplavi leta 1926 so vijugasti tok Malega grabna skozi današnji Mestni log izravnali in poglobili in naj bi po takratnih načrtih zadoščal za odtok vse poplavne vode (zmogljivost 167 m³/s), ki pa je ne zmore prevajati in zato pogosto poplavlja. Da bi jugozahodne dele Ljubljane zavarovali pred poplavi Gradaščice, so pripravili načrte o gradnji več protipoplavnih zadrževalnikov v njenem srednjem toku in ob pritokih.

Že pred desetletji so obstajali načrti o drugačni ureditvi Gradaščice in Malega grabna na območju Ljubljane, vendar so ostali samo na papirju in v sedanjih načrtih za zagotavljanje poplavne varnosti jugozahodnega dela Ljubljane sploh niso omenjeni.



Slika 8: Trnovska cerkev ter Gradaščica

POTEK MERJENJA (GRADAŠČICA, 29.11.2019)

V petek, 29.11.2019 sva se pod mentorstvom učitelja F. Kukca odpravili raziskovat Gradaščico. Med raziskovanjem sva ugotovili ogromno zanimivega.

Odpravili smo se ob 7:40. zunaj je bila temperatura približno 9 stopinj celzija, voda je bila 1 stopinjo celzija toplejša, torej 10 stopinj celzija. Voda ni bila prozorna vendar nekoliko motna. Ni imela posebnega vonja, v njej so plavali razni trši delci kot npr. kosi alg, listje, vejice, itd... V kozarec sva zajeli vodo, ki je bila v strugi motna, zunaj nje pa prozorna. Preverili sva tudi morebitne posebnosti z lističi za merjenje pH, a je bilo stanje nevtralnno oz. pH 7. Zaradi padavin je bil tok močan. Ker je dno nekoliko stopničasto je bil tok ob robu, kjer je voda nižja počasnejši, kot na sredini, kjer je voda višja. Opravili smo nekaj meritev. Izkazalo se je, da je povprečna hitrost 2,8 s/m. Višino smo ob bregu izmerili, na sredini pa ocenili. Hitrost sva merili s štoparico ter kosom lesa na v naprej odmerjeni razdalji 1m. Nivo vode je odvisen od padavin; najmočnejši vpliv imajo padavine v polhograjskih dolomitih.



Slika 9: Merjenje temperature

POTEK MERJENJA (GRADAŠČICA IN LJUBLJANICA, 7.12.2019)

V petek, 7.12.2019 sva se pod mentorstvom učitelja F. Kukca odpravili raziskovat na teren. Obiskali smo Gradaščico in Ljubljano.

Ob 7:30 smo prispeli do reke Gradaščice. Tokrat smo se podali na drug breg, kot zadnje štirikrat, saj so bila tla razmočena zaradi predhodnih padavin in je druga stran dostopna po betonskih stopnicah. Voda je bila toplejša od temperature zraka in sicer 12 stopinj celzija, zunaj vode je bila temperatura 4 stopinje celzija. Seveda moramo upoštevati dejstvo, da sva meritve vedno opravljali pred šolo, ko je bilo ozračje še nekoliko zamegljeno, sonca še ni bilo. Lahko bi se izrazili "sveže". Zaradi temperaturne razlike so se iz vode opazno dvigovali vodni hlapi. Voda je izgledala nekoliko motna, v njej so plavali trdi delci. Ni imela posebnega vonja. Ko sva vodo zajeli v kozarec je izgledala jasna, do neke mere motnost povzroči dno poraščeno z algami. Izmerili sva tudi hitrost ob bregu in na sredini. Izkazalo se je, da je povprečna hitrost 2,6 s/m. Potem smo se napotili še do Ljubljane. Tja smo prispeli ob 8:05. Merili smo približno 30m po toku od priliva Gradaščice. Zunanja temperatura se je zvišala za 2 stopinji celzija. Reka je bila relativno nizka in nismo mogli doseči gladine ter izmeriti temperature, zato smo se osredotočili na meritve hitrosti. Merjenje hitrosti je bilo bolj kompleksno, saj je reka opazno širša in sva opravili več meritev; na 1/2, 1/3, 1/4 polmera od bregu ter na sredini struge. Povprečna hitrost Ljubljane je bila 4,6 s/m.



Slika 10: Breg Ljubljance

POTEK MERJENJA (MALI GRABEN, 28.2.2020)

V petek, 28.2.2020 sva se ob 7:20 odpravili iz šole. Do Malega Grabna sva prispeli ob 7:35. Zunanja temperatura je bila 1 stopinja celzija.

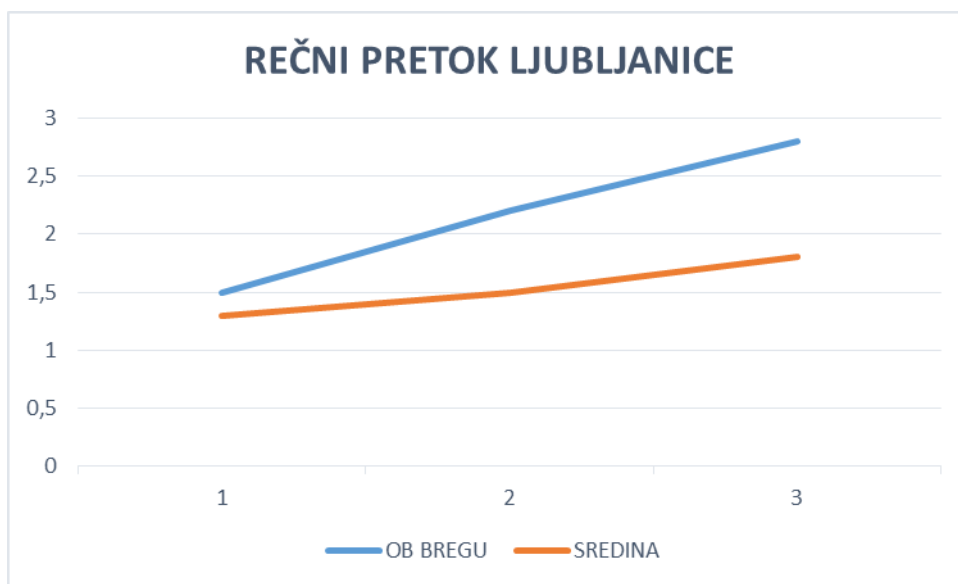
Izmerili sva temperaturo vode, bila je 7 stopinj celzija. Voda je na videz tekla živahno in je bila prozorna. Na videz ni izgledala onesnažena, tudi v kozarcu je bila jasna. Skoznjo se je videlo dno; kamnito na odsekih poraščeno, opazili sva tudi nekaj odpadnih kosov zarjavele kovine zataknjene za skale. Tudi breg je bil nekoliko onesnažen. Izmerili sva tudi hitrost in sicer na treh različnih oddaljenostih glede na breg. Povprečna hitrost je bila 3,1 s/m. Potem sva se odpravili še do Ljubljanice ter opravili naslednje meritve. Temperatura zraka je bila 2 stopinji celzija, reka pa je imela temperaturo 6 stopinj celzija. Bila je zelene barve, velika količina je izgledala nekoliko motna, a ko sva vodo zajeli v kozarec nisva opazili znakov motnosti. Tudi pH je bil pričakovano nevtralen. Reka se je na videz valila počasi; izgledala je mirna. Meritve so pokazale povprečni hitrost 6,1 s/m. Potrdile so najina opažanja.



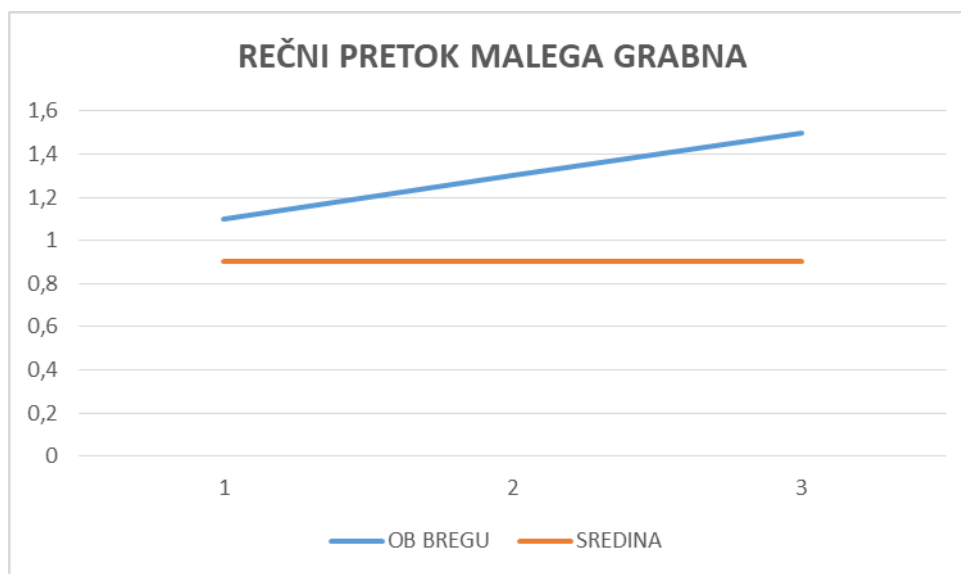
Slika 11: Mali graben



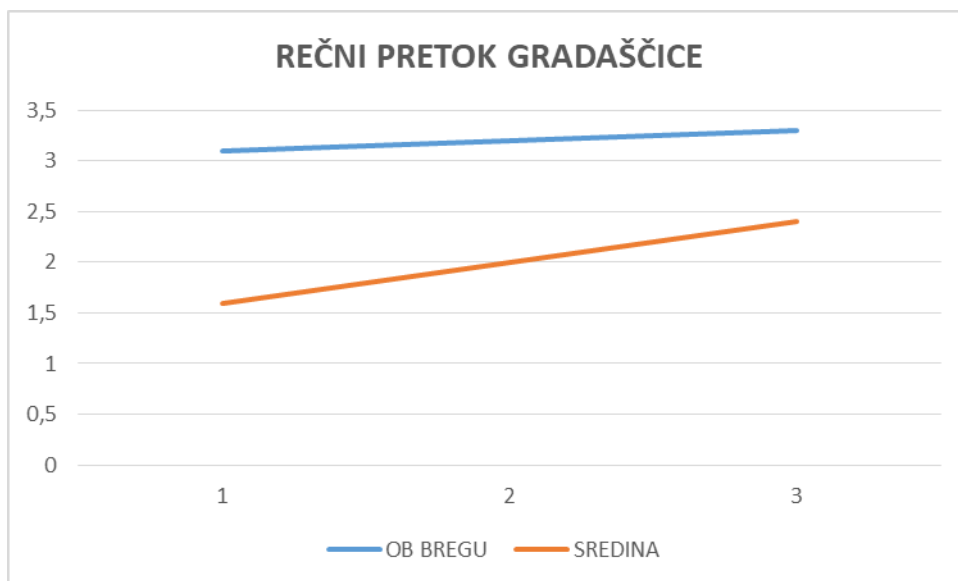
Slika 12: Avtorici raziskovalne naloge



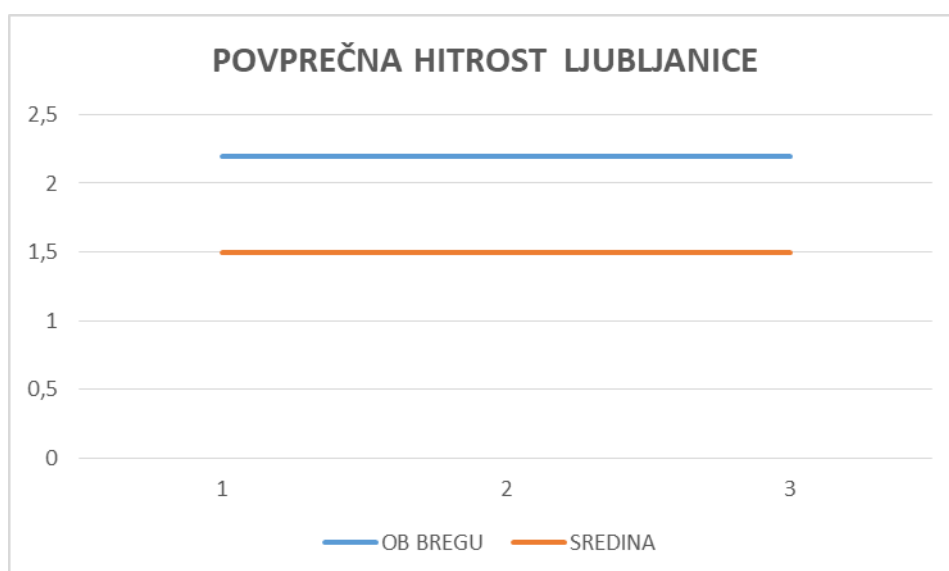
Graf 1: Pretok Ljubljanice na podlagi meritev hitrosti ter dimenzij reke



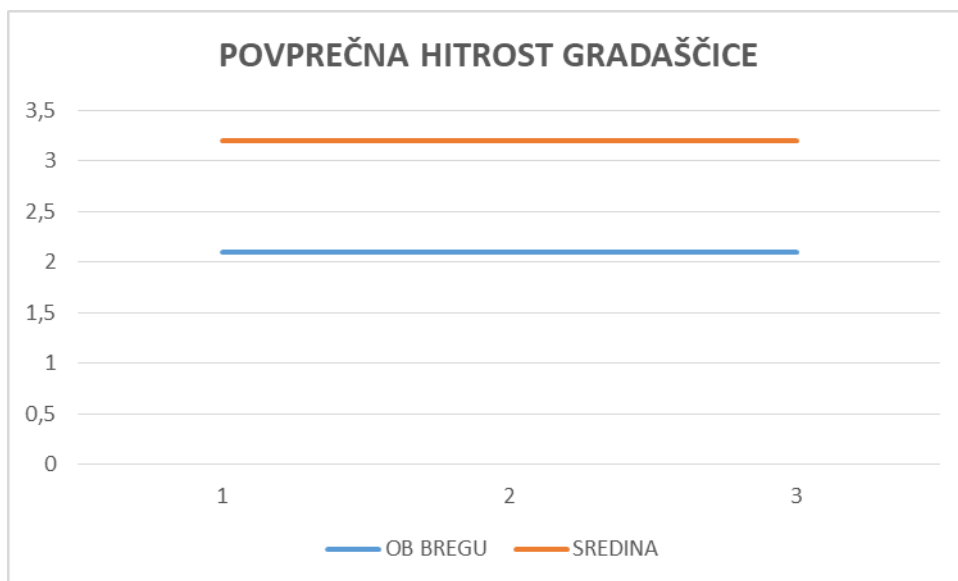
Graf 2: Pretok Mali graben na podlagi meritev hitrosti ter dimenzij reke



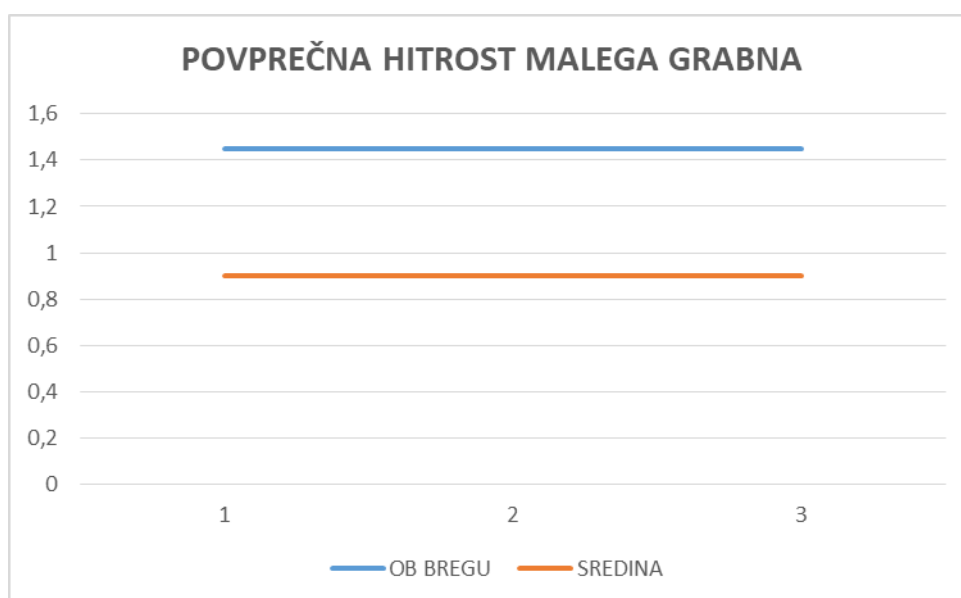
Graf 3: Pretok Gradaščica na podlagi meritev hitrosti ter dimenzij reke



Graf 4: Prikazuje povprečno hitrost Ljubljanice ob bregu ter v sredini



Graf 5: Prikazuje povprečno hitrost Gradaščice ob bregu ter v sredini



Graf 6: Prikazuje povprečno hitrost Malega grabna ob bregu ter v sredini

POSKUS TRDOTE VODE

v petek 27.2.2020 sva vzeli vzorce rek in nato pri učni uri biologije opravili poskus trdote. Gradaščico, Mali graben in Ljubljanico sva primerjali z donatom in z vodo iz pipe.

V epruvete sva približno do polovice natočili omenjene tekočine ter v vsako dodali 2 kaplji mila. Za to sva uporabili kopalnico. Nato sva vsako od epruвет zaprli s pokrovčkom in to 5 krat potresli. Na sliki so vidni rezultati.



Slika 13: Poskus trdote vode

ZAKLJUČEK

Raziskovalna naloga se je začela z zanimanjem za tri reke; Ljubljanico, Gradaščici in Mali graben. reke v najinih očeh predstavljajo velik del narave v Trnovem, naselju v katerem obe preživiva ogromno časa. Reke se med seboj povezujejo, saj je Mali graben razbremenilni kanal Gradaščice, oba pa se kot leva pritoka izlivata v Ljubljanico.

Poleg tega, da sva predelali veliko literature iz katere sva se ogromno naučili, sva se spoznali tudi z terenskim delom, ki je bilo za naju nekaj novega. Tega sva si želeli, nečesa drugačnega. Sprva sva merili le osnovne podatke, kot so hitrost, temperatura, itd... Sčasoma pa se je najino obzorje zelo razširilo. K tem je pripomogel tudi najin mentor. Vedno znova nama je dokazal, da vira nikdar ne izčrpaš popolnoma, da vedno lahko odkriješ še več, le če sam tako želiš ter iščeš zunaj tebi že poznanega. Vključili sva tudi kemijsko; eksperimentalno delo.

Tako sva z skupkom vseh metod prišle do zaključnih ugotovitev in si odgovorili na najine hipoteze, ki sva jih postavili ob začetku raziskovanja.

Potrdili sva hipotezo, da imajo vse reke v sredini večjo hitrost kot ob bregu. To sva dokazali z meritvami. Izmerili sva hitrost na sredini, ob bregu ter tudi na določenih vmesnih razdaljah. S skupka meritev sva v nadaljnjem lahko določili tudi povprečne hitrosti.

S kemijskim poskusom o trdoti vode na podlagi narasle pene po petih tresljajih sva lahko potrdili drugo hipotezo, da rečna voda ni trda in se bolj nagiba k trdoti vodovodne vode.

Ovreči sva morali naslednjo hipotezo, da je najhitrejša Ljubljanica, nato ji sledita Mali graben in Gradaščica. Na podlagi rednih meritev sva ugotovili, da se stanje spreminja. To je odvisno od padavin na določenem območju, podatki so bili velikokrat popolnoma obratni, pa tudi če le po obdobju enega ali dveh tednov.

Hipotezo, da je najbolj onesnažena Gradaščica sva ovrgli, namreč najbolj onesnažen je Mali graben. To sva izvedeli iz literature poleg tega pa so bili v vzorcih vode velikokrat zaznavni trši delci, kar pa ne pomeni da delcev ni bilo tudi v Gradaščici. Vzorci vode Malega grabna so bili nekoliko bolj motni, v vzorcih Gradaščice so bili pogosto prisotni manjši kosmi alg, ki poraščajo betonsko dno struge, število delcev se je opazno namnožilo ob močnem toku. V Ljubljanici delcev nisva opazili, kljub značilni zelenkasti barvi reke same, so bili njeni vzorci jasni. Z kemijskega vidika v vodi treh rek nisva opazili posebnosti; pH je ustrezal nevtralnemu (7). Iz tega sva sklepali da reka ni huje kemijsko onesnažena.

S tem zaključujeva najino raziskovalno nalogo. Z ugotovitvami sva zadovoljni, saj sva si uspešno odgovorili na zastavljena vprašanja. Ob tem sva razširili najino obzorje in se veliko naučili.

VIRI GRADIVA

- <http://www.arso.gov.si/vode/reke/publikacije%20in%20poro%C4%8Dila/REKE%20porocilo%202009-2010.pdf>
- <http://www.dlib.si/details/URN:NBN:SI:DOC-8WMSP9IU>
- <http://www2.pms-lj.si/cdbarje/index.html>
- <https://www.uradni-list.si/glasilo-uradni-list-rs/vsebina?urlid=2003115&stevilka=5033>
- <http://giskd2s.situla.org/rkd/Opis.asp?Esd=22824>