

Propusnost tla uz rijeku Dravu

Učenci: Jana Biškup, 7.r., Lara Rogina, 8.r. i Irina Rogina, 7.r. (VŽ)

Lana Vujnovac, 8.r., Karla Pezer, 8.r., Stela Marković, 8.r. (Belišće)

Mentorice: Marina Balažinec (VŽ) i Lidija Tivanovac (B)

OŠ Ivana Kukuljevića, Belišće i III. OŠ Varaždin, Varaždin

SAŽETAK

Unazad osam godina proveli smo nekoliko istraživačkih projekata vezanih uz mjerenja na rijeci Dravi od kojih je zadnji bio vezan uz mogućnost poplava. Kako bi nadopunili sliku zapitali smo se koliko je tlo uz obalu propusno za vodu i o čemu to ovisi? Cilj rada je okarakterizirati tlo uz obalu rijeke Drave, odrediti njegovu propusnost u Varaždinu (uzvodno) i Belišću (nizvodno). Hipoteze su: 1) Što se više udaljujemo od obale to je propusnost tla manja jer je tlo manje zasićeno vodom i ima veću moć upijanja. 2) Propusnost tla veća je kako idemo nizvodno zbog većeg postotka čestica pijeska u istočnom dijelu Hrvatske 3). Tlo koje je građeno od većih čestica ima veću propusnost. Kako bi dobili odgovore na postavljena pitanja napravljena je analiza tla na mjernim postajama Varaždin i Belišće. Na obje mjerne postaje uzorci tla su uzeti s 10 cm dubine na 5, 10 i 15 m udaljenosti od obale. Za metode rada korišteni su GLOBE protokoli za pedosferu i biosferu. Potvrdili smo sve tri hipoteze te zaključili kako tla uz Dravu kod Belišća sadrže veće količine pijeska te su propusnija za vodu čime smo i potvrdili rezultate prošlogodišnjeg istraživanja kojima smo dokazali kako je Belišće ugroženije od poplava od Varaždina. Također smo zaključili kako su uz samu obalu rijeke aluvijalan tipovi tla koji su zasićeni vodom te su zbog toga propusniji od tla koje je udaljenije od obale.

During last eight years we conducted several research projects on Drava River, the last of which was related to the possibility of flooding. In order to complete the picture, we asked ourselves how permeable the soil along the coast is and what does permeability depends on? The aim of the work is to characterize the soil along the banks of the Drava River, to determine its permeability in Varaždin (upstream) and Belišće (downstream). Our Hypotheses are: 1) The further away from the coast, the lower the permeability of the soil, because the soil is less saturated with water and has a greater absorption power. 2) The permeability of the soil is higher as we go downstream due to the higher percentage of sand particles in the eastern part of Croatia 3) If the particle size is larger, the permeability of the soil will be higher. At both measuring stations, soil samples were taken from a depth of 10 cm at a distance of 5, 10 and 15 m from the shore. GLOBE protocols for the pedosphere and biosphere were used for work methods. We confirmed all three hypotheses and concluded that the soils along the Drava near Belišće contain larger amounts of sand and are more permeable to water. We confirmed results of our last research were we concluded that Belišće is more endangered from floods than Varaždin. We also concluded that there is an alluvial type of soil along the river bank that is saturated with water and is therefore more permeable than the soil that is further from the bank.

UVOD

Rijeke su integralni dio tla, nastale u turbulentnim vremenima oblikovanja Zemlje i mijenjale su se tijekom njezine povijesti. Uz vodu one pronose i otopljene minerale i hranjive tvari te žive organizme. Njihova stalno promjenjiva korita, obale i podzemna voda ispod njih neodvojivi su dijelovi rijeke. Čak i livade, šume, močvare i ostaci poplavljenih ravnica mogu se promatrati kao dijelovi rijeke, ali i rijeka kao njihov dio. Obalna područja posebno su osjetljiva na varijacije u hidrološkom ciklusu i služe kao dobri pokazatelji ekoloških promjena uzrokovanih radom hidroenergetskih objekta. Obalni ekosustavi nude pogodna staništa za mnoge vrste i funkcioniraju kao filteri između kopnenih i vodenih staništa te služe kao putovi za raspršivanje i migraciju organizama i samim time predstavljaju zanimljivo područje istraživanja (Čuljak, 2022). Rijeka Drava nalazi se na jugu središnje Europe i druga je najveća pritoka Dunava (Dadić i sur. 2015). Izvire u južnom Tirolu u Italiji odakle teče prema Republici Austriji, Republici Sloveniji te Republici Hrvatskoj, gdje se kod Osijeka ulijeva u Dunav koji teče dalje prema Republici Srbiji. Ukupna joj je slivna površina 42 238 km², što ju čini jednom od najvažnijih pritoka Dunava (Trockner i dr. 2009). Prema Grlici (2008: 5–8) ukupna joj je dužina 725 km, a izvor joj se nalazi na 1175 m nadmorske visine, kišno-ledenjačkoga je režima s malom vodenom količinom zimi i velikom krajem proljeća i početkom ljeta. Rijeka se Drava ubraja u skupinu brzih rijeka s većim padom, što je rezultiralo gradnjom čak 23 hidroelektrane. Tla uz rijeku Dravu su aluvijalna (nanosi), pjeskovita i plitka (profili 0-1,5, eventualno maksimalno 2 metra dubine) na naslagama krupnog šljunka, mjestimično i nekoliko desetaka metara. Tlo u Varaždinskom području oko Drave sastoji se od šljunaka, pijesaka i gline donjopliocenske starosti. Vodonosnik je smješten u kvartarnim naslagama koje čine pretežno šljunci, a pijesci su istaloženi većinom u vršnom dijelu naslaga čija se debljina povećava od zapada prema istoku. Šljunak je dobro zaobljen; valutice imaju najviše kvarca, dok metamorfita, vapnenaca, dolomita ima manje. Pijesak se sastoji od kvarca, feldspata i karbonatnih minerala (Rauš, 1992). Tlo u Belišćanskom području oko Drave uglavnom je ilovasto i glinasto. Nizinski dio ima pad od zapada prema istoku, kao i gorje, od 119,04 metra n. v. do 86,08 metara n. v.. Obronci gorskog dijela se sastoje od diluvijalnog, laporastog i belvederskog šljunka, odnosno od derivata prakamenja. Među njima je nataložena vatrostalna glina, grafiti i antraciti. Slijedeći sloj je glinasti lapor koji je debljine preko 38 metara, a potom slijede sedimentne stijene ilovače, prvotno vapnenac, kloritni škriljevac, kremenovac, a na gorskom dijelu blistavac. (Purgar, 2018). Od svojstvenih biljnih vrsta na obalama rijeke Drave najčešće su crna i bijela topola i bijela vrba. U sloju gmlja javljaju se petosjemeni glog, crvena hudika, trusljika, vez, crni glog, dud, crni trn, svib, divlja loza i dr. (Romac, 2017).

Cilj projekta: Fizikalno-kemijska svojstva rijeke Drave pratimo već 8 godina. Do sada su napisana tri zajednička istraživačka rada vezana uz Dravu, a u zadnjem istraživačkom radu bavili smo se pitanjima mogućnost poplave uz rijeku Dravu. Ovaj rad nastavak je našeg istraživanja, odnosno tijekom pisanja prošlog rada prirodno su se javila neka pitanja. Kako bi nadopunili sliku o mogućnosti poplava uz obale Drave, zapitali smo se koliko je uopće tlo uz obalu propusno za vodu i o čemu to ovisi? **Cilj** nam je okarakterizirati tlo uz obalu rijeke Drave, odrediti njegovu propusnost u Varaždinu (uzvodno) i Belišću (nizvodno) te na taj način nadopuniti istraživanje koje smo radili prošle godine.

Istraživačka pitanja: **1)** Kako se propusnost tla i karakteristike tla mijenjaju s udaljenošću od obale?**2)** Kako se propusnost tla i karakteristike tla mijenjaju kada se krećemo nizvodno niz rijeku?**3)** Kako veličina čestica utječe na propusnost tla?

Hipoteze: **1)** Što se više udaljujemo od obale to je propusnost tla manja jer je tlo manje zasićeno vodom i ima veću moć upijanja; **2)** Propusnost tla veća je kako idemo nizvodno zbog većeg postotka čestica pijeska u istočnom dijelu Hrvatske; **3)** Ako je veličina čestica veća propusnost tla će biti veća

METODE RADA

Istraživanja na postajama uz rijeku Dravu u Varaždinu i Belišću provedena su tijekom mjeseca listopada 2022. godine. Istraživački rad na terenu obavili smo 22. listopada 2022. (Slika 1). Ostatak analize nastavljen je u školskim laboratorijima. Napravljena je analiza tla na mjernim postajama Varaždin i Belišće. Na obje mjerne postaje uzorci tla su uzeti s 10 cm dubine na 5, 10 i 15 m udaljenosti od obale (Slika 1). Za metode rada korišteni su GLOBE protokoli za pedosferu (Karakterizacija tla, infiltracija, vlažnost, GLOBE, 2019). Na terenu smo odredili boju tla, strukturu i konzistenciju tla, pH vrijednost i teksturu tzv. *feel* metodom (Slika 2.). Ostatak analize, teksturu taloženjem čestica, infiltraciju i vlažnost tla, odredili smo u školskom laboratoriju. Također smo odredili pokrov tla na odabranim postajama.



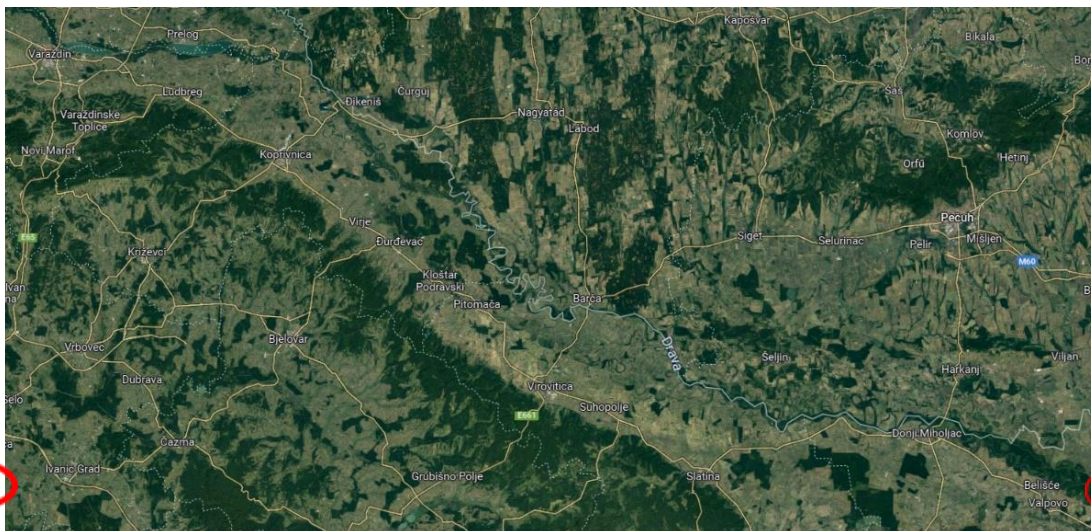
Slika 1. Uzimanje uzorka tla iz iskopane jame



Slika 2. Feel metoda

ISTRAŽIVAČKO PODRUČJE

Istraživačko područje pripada dvjema krajobraznim jedinicama: Sjeverozapadna Hrvatska i Nizinska područja sjeverne Hrvatske (Slika 3). Krajobraznu jedinicu Nizinska područja sjeverne Hrvatske karakterizira agrarni krajolik s kompleksima hrastovih šuma i poplavnim područjima. Prostor Sjeverozapadne Hrvatske karakterizira krajobrazno raznolik brežuljkasti prostor koji okružuju šumovita peripanonska brda.



Slika 3 Lokalizeti uzimanja uzoraka tla

Opis lokacije u Belišću

Mjesto uzimanja uzoraka tla u Belišću je desna obala rijeke Drave koju karakterizira niska obala, pjeskovita i muljevita s privezanim čamcima, uz rub rijeke rastu vrbe, tlo je obraslo niskom vegetacijom i nekoliko stabala vrba (Slika 4). Na ovom dijelu nalazi se most preko rijeke Drave prema Baranji, vidi se utjecaj čovjeka (antropogeni utjecaj) na sam izgled obale jer se u blizini nalazi naselje, prometnica, izgrađen most. Lokacija se nalazi unutar poplavnog područja u vrijeme visokog vodostaja rijeke Drave.



Slika 4 Mjesto uzimanja uzoraka tla u Belišću

Opis lokacije u Varaždinu

Uzorci su uzeti sa područja gdje je rijeka Drava široka oko 300 m. Uz obalu rastu vrbe, a kako se udaljavamo uglavnom je prisutna trava i pokoje drvo Topole (Slika 5). Uz obalu je šetnica i ovo područje je vrlo popularno za šetnje i druženja. U blizini je arena Varaždin i most koji spaja Varaždinsku i Međimursku županiju cestovno ali i željezničkim putem.



Slika 5. Mjesto uzimanja uzoraka tla u

Varaždinu

PRIKAZ I ANALIZA PODATAKA

Podatke koje smo dobili istraživanjem, karakterizacijom tla prikazali smo tablično.

Karakterizacija tla – Drava kod Varaždina (Tablica 1)

Uvjeti okoliša:

Naoblaka: pojedinačni izolirani oblaci, vrsta oblaka: Cirrusi i Cirrostratusi

Temperatura zraka: 15 °C; Temperatura tla: 10°C

Tablica 1. Karakterizacija tla kod Varaždina

Karakteristike tla	5 m od obale	10 m od obale	15 m od obale
struktura	granularna	granularna	granularna
boja	Tamno smeđa 10YR:4/2	Smeđa 5YR:4/2	Svjetlo smeđa 10YR:3/4
pH- vrijednost	7	9	7
konzistencija	Čvrsto (firm)	Rahlo (loose)	Rahlo (loose)
tekstura	Sandy loam	loam	Silty loam
Infiltracija/10 min	88 mL	72 mL	13 mL
karbonati	none	da	none
MUC- 61	vrba	trava	tava, topola
Vlažnost ($m_m - m_s$)/g	36	29	12

Karakterizacija tla- Drava kod Belišća (Tablica 2)

Naoblaka: pojedinačni izolirani oblaci, vrsta oblaka: Cirrusi i Cirrostratusi

Temperatura zraka: 16°C; Temperatura tla: 10°C

Tablica 2. Karakterizacija tla kod Belišća

Karakteristike tla	5 m od obale	10 m od obale	15 m od obale
struktura	zrnata	zrnata	granularna
boja	Tamno smeđa 10YR:4/2	Smeđa 5YR:4/2	Svjetlo smeđa 10YR:3/4
pH- vrijednost	7	7,5	7
konzistencija	Rahlo (loose)	Prhko (friable)	Prhko (friable)
tekstura	Sandy loam	Silty loam	Sandy loam

Infiltracija/10 min	155 mL	115 mL	61 mL
karbonati	Slaba reakcija	Slaba reakcija	Slaba reakcija
MUC- 61	Vrba, trava	Vrba, trava	trava
Vlažnost ($m_m - m_s$)/g	29	21	8

Nakon provedene karakterizacije tla usporedili smo dobivene podatke šest uzoraka tla uzetih u Varaždinu i Belišću:

- Struktura tla (prostorni raspored krutih čestica) uzetih uzoraka tla u Varaždinu je granularna (zrna tla su < 0,5 cm) dok su dva uzorka tla u Belišću zrnata (odvojene čestice koje se ne drže zajedno) i jedan granularni uzorak;
- Boja tla je svjetlo smeđa do tamno smeđa i podudara se u Belišću i Varaždinu;
- Tla su prema pH- vrijednosti većinom neutralna (pH= 7 četiri uzorka, dva u Varaždinu i dva u Belišću), jedan uzorak ima blago lužnati pH (u Belišću), a jedan uzorak je lužnat, pH=9 (u Varaždinu);
- Konzistenciju tla smo odredili prema GLOBE kategorijama, tri uzorka tla su rahle, mekane konzistencije, dva uzorka su prhka (lako zdrobljiva), jedan uzorak je čvrste konzistencije (u Varaždinu);
- Prema dobivenim podacima za teksturu tla tzv. *feel* metodom jedan uzorak tla je ilovača (u Varaždinu), a pjeskovita i praškasta ilovača svi ostali uzorci tla. Uz obalu, na 5 m, u oba grada nalazi se pjeskovita ilovača. Prema udjelu pojedinih čestica (pijesak, prah i glina) u uzorcima prevladava pijesak u iznosu od 80 i više % pa tla pripadaju u pjeskovita tla. Jedan uzorak tla u Varaždinu ima jednak postotak pijeska i praha u iznosu 25- 50 %;
- Podaci o propusnosti (infiltraciji) tla pokazuju sljedeće- pjeskoviti uzorci tla uz obalu propuštaju veću količinu vode, dok su uzorci na udaljenosti 15 m od obale zadržali veću količinu vode. Uzorci tla koji sadrže veću količinu vlage propustili su veće količine vode;
- Prema testu za određivanje slobodnih karbonata pet uzoraka tla pokazalo je slabu reakciju pjenjenja što znači da sadrže malo slobodnih karbonata jer su neutralna ili vrlo slabo lužnata. Uzorak tla u Varaždinu sa pH= 9 pokazuje jaču reakciju na slobodne karbonate;
- Pokrov tla čine trava i nešto drveća uglavnom vrbe i topole;
- Za određivanje vlažnosti tla uzorci su izvagani, sušeni na zraku te se ponovnim vaganjem ustanovila razlika u masi koja predstavlja količinu vlage u uzorcima tla. Najveću količinu vlage imaju uzorci uzeti bliže obali, udaljavanjem od obale smanjuje se količina vlage u uzorcima tla. Sva tri uzorka tla u Varaždinu imali su veću količinu vlage.

RASPRAVA I ZAKLJUČCI

Ovim radom željeli smo istražiti karakteristike tla uz rijeku Dravu u Varaždinu i Belišću s naglaskom na istraživanju njegove propusnosti za vodu. Nakon istraživanja i uspoređivanja po tri uzorka tla u 300 km udaljenim gradovima na rijeci Dravi ovo su naši zaključci:

1. hipoteza: *Što se udaljujemo od obale to je propusnost tla manja jer je tlo manje zasićeno vodom i ima veću moć upijanja*

Hipotezu smo potvrdili i dokazali na obje postaje našim istraživanjem jer su uzorci bliže obali (do 5 m) zbog veće količine vlage manje vode zadržali, a više propustili dok su udaljeniji uzorci (15 m od obale) zadržali više vode. Ovo saznanje u skladu je s literaturom (Tehnika izmk) koja kaže kako su hidromorfna aluvijalna tla karakterizirana povremenom ili trajnom suficitnom vlažnošću dijela profila ili cijelog profila tla, pojavljuju se uz velike rijeke i obično nisu široka, ali se protežu cijelim tokom. Ovo je važan podatak jer ukoliko dođe do istjecanja vode iz korita rijeke udaljavanjem od obale tlo može upiti veću količinu vode i zadržati te tako smanjiti posljedice poplava. Ostale karakteristike tla nisu se puno promijenile udaljavanjem od obale, tlo najbliže vodi je pjeskovita ilovača u oba grada, praškasta ilovača pojavljuje se uz obalu rijeke oba grada, a u Varaždinu jedan uzorak tla je ilovača.

2. hipoteza: *propusnost tla je veća kako idemo nizvodno zbog većeg postotka čestica pijeska u istočnom dijelu Hrvatske*

Hipotezu smo potvrdili i dokazali jer su uzorci tla uz obalu Drave u Belišću propustili veću količinu vode u sva tri ispitivana uzorka. Također smo dokazali da uzorci tla u istočnom dijelu Hrvatske sadrže veću količinu pijeska. Mjerenjem teksture (udjela pojedinih čestica u građi krute faze) u sva tri uzorka tla u Belišću volumen pijeska kretao se od 80- 90 %, dok je u Varaždinu udio pijeska u jednom uzorku tla 25 - 50 % (ilovača). Ovi rezultati u skladu su s literaturom (Balažinec, 2019) koja kaže kako propusnost ovisi o veličini čestica odnosno veća je ako su i čestice veće. Rezultati su u skladu s literaturom (Purgar, 2018; Rauš, 1992) iz koje se također može iščitati kako su čestice tla u području istočne Hrvatske veće nego u području sjeverne Hrvatske odnosno kako imaju veći udio pijeska.

3. hipoteza: *ako je veličina čestica veća i propusnost tla će biti veća*

Najveća propusnost tla je u uzorcima koji sadrže najveću količinu pijeska čija je veličina čestica od 0,05 – 2,00 mm. Pjeskovita tla su porozna i vrlo propusna te zadržavaju malo vode, a nakon upijanja brzo se suše. Tako smo dokazali i treću hipotezu. Što je u skladu s literaturom (Balažinec, 2019) gdje se opisuje kako je infiltracija ili propusnost tla sposobnost tla da upije određenu količinu vode i omogući joj protok kroz slojeve. Omogućuje tlu da zadrži vodu koju mogu iskoristiti biljke i organizmi koji žive u tlu. Ovisi o teksturi tla tj. veličini čestica. Osim veličine čestica dokazali smo da i vlažnost tla utječe na propusnost jer što tlo sadrži više vlage veća je i propusnost jer ne može zadržati dodatnu količinu vode što je u skladu s literaturom (Tehnika izmk).

Iz svega navedenog možemo zaključiti kako smo ovim istraživanjem potvrdili zaključak prošlogodišnjeg istraživanja kako je Belišće grad koji je ugroženiji od poplava nego Varaždin, U prošlogodišnjem istraživanju zaključili smo to na temelju većeg vodostaja u Varaždinu i lošije oborinske odvodnje, a sada možemo reći kako i propusnost i vrsta tla idu tome u prilog.

Kako i pokrovnost uvelike utječe na strukturu i propusnost tla sljedeće godine željeli bismo istražiti pokrov uz rijeku Dravu u Varaždinu i Belišću. Time će naša mjerenja i istraživanja dobiti na važnosti jer su dugotrajna i interdisciplinarna.

LITERATURA

Balažinec, M. (2019) Priručnik za tlo. Interna skripta

GLOBE „Soil Characterization Protocol – 1“ 2014. Dostupno online:
<https://www.globe.gov/do-globe/globe-teachers-guide>, pristupljeno 1.10.2022.

Rauš, Đ. (1992). Vegetacija ritskih šuma uz rijeku Dravu od Varaždina do Osijeka s težištem na varaždinske podravske šume. *Glasnik za šumske pokuse: Annales pro experimentis foresticis*, 28, 245-256.

Purgar, K. J. (2018). *Povijesni razvoj i današnje stanje drenaže na području sliva Karašica-Vučica* (Doctoral dissertation, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek. Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek. DEPARTMENT FOR PLANT PRODUCTION).

Romac, A. (2017). *Fitocenološke značajke povremeno poplavnih i vlažnih šuma u široj okolini Perućkog jezera i toka rijeke Cetine* (Doctoral dissertation, University of Zagreb. Faculty of Forestry. Department of Forest Ecology and Silviculture).

Dadić, T., Tadić, L., Bonacci, O. (2015): Utjecaj Drave i Dunava kroz povijest na poplave u Osijeku. *Hrvatske vode*, 23(94): 287–294.

Gričica, I., (2008): Studija biološke raznolikosti rijeke Drave– Dravske mrtvice i odvojeni rukavci, II dio. *Prirodoslovno društvo »Drava«*, Virovitica, 78 str.

Trockner, K., U. Uehlinger, C. T. Robinson, (2009): *Rivers of Europe*. Elsevier Academic Press, San Diego, USA, 700 str.

https://mingor.gov.hr/UserDocImages/UPRAVA-ZA-PROCJENU-UTJECAJA-NA-OKOLIS-ODRZIVO-GOSP-ODARENJE-OTPADOM/Puo/19_05_2021_Sazetak_Drava_Life.pdf , pristupljeno 22. 3. 2023.

<https://repositorij.gfv.unizg.hr/islandora/object/gfv%3A350/datastream/PDF/view>, pristupljeno 6. 4. 2023.

Tehnička enciklopedija, Tehnika izmk: <https://tehnika.lzmk.hr/tehnickaenciklopedija/melioracija.pdf> , pristupljeno 12.4.2023.