

# Hidrogeografska obilježja porječja Bosuta u Hrvatskoj

---

Keškić, Edi

Master's thesis / Diplomski rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:970172>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-29**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb](#)



**Edi Keškić**

**Hidrogeografska obilježja porječja Bosuta u Hrvatskoj**

**Diplomski rad**

**Zagreb**

**2021.**



**Edi Keškić**

# **Hidrogeografska obilježja porječja Bosuta u Hrvatskoj**

## **Diplomski rad**

predan na ocjenu Geografskom odsjeku  
Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu  
radi stjecanja akademskog zvanja  
magistra geografije

**Zagreb**

**2021.**

Ovaj je diplomski rad izrađen u sklopu diplomskog sveučilišnog studija *Geografija; smjer: Prostorno planiranje i regionalni razvoj* na Geografskom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, pod vodstvom doc. dr. sc. Ivana Čanjevca

# TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu  
Prirodoslovno-matematički fakultet  
Geografski odsjek

Diplomski rad

## Hidrogeografska obilježja porječja Bosuta u Hrvatskoj

Edi Keškić

**Izvadak:** Istraživanja hidrogeografskih obilježja hrvatskih rijeka uglavnom su povezana s krškim rijekama, ali i onim čija hidromorfodinamička svojstva pružaju mogućnosti za iskorištavanje njihovih potencijala. Predmet ovog istraživanja je rijeka Bosut i njeno porječje, smješteno na krajnjem istoku Hrvatske, točnije na prostoru Slavonije i Srijema. Iako spomenuta rijeka ne posjeduje jednake hidrogeografske uvjete poput onih u peripanonskom, gorskom ili priobalnom prostoru Hrvatske, Bosut je, zajedno sa najvećom pritokom, Biđem, prema duljini na 5. mjestu u Republici Hrvatskoj. U radu će se sagledati važnije pritoke, prirodnogeografski okvir, kao i hidrogeografske karakteristike, od čega su najvažniji elementi glavne tekućice i porječja. Budući da se porječje prostire na 2572 km<sup>2</sup>, dodatni fokus bit će na analizama promjena u proteklih 150 godina. Promjene će se analizirati u sklopu hidrogeografskih karakteristika: duljine i koeficijenta razvijenosti, prometa i infrastrukture, te korištenja zemljišta. Analize će se provoditi u usporedbi sa starijim kartama iz razdoblja Austrougarske, SFRJ, te recentnijim digitalnim ortofoto snimkama, kao i podacima CORINE nomenklature za vegetaciju i korištenje zemljišta. Rezultati rada ukazuju na neosporne prostorne promjene, premda su iste u korelaciji s dužim razdobljem koje se promatra. Korištenje i namjena zemljišta čija je analiza provedena u kraćem intervalu pokazuju slabije prostorne promjene, što može biti povezano s perifernim položajem, slabijom naseljenosti ili zaštitom vrijednog ekosustava Spačvanske šume.

54 stranice, 22 grafička priloga, 6 tablica, 52 bibliografske reference; izvornik na hrvatskom jeziku

Ključne riječi: Porječje, Bosut, Biđ, prostorne promjene, Berava, Spačva, Spačvanska šuma

Voditelj: doc. dr. sc. Ivan Čanjevac

Povjerenstvo: prof. dr. sc. Danijel Orešić  
izv. prof. dr. sc. Aleksandar Lukić  
doc. dr. sc. Ivan Čanjevac

Tema prihvaćena: 11. 2. 2021.

Rad prihvaćen: 9. 9. 2021.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb  
Faculty of Science  
Department of Geography

Master Thesis

### **Hydrogeographical characteristics of the Bosut River catchment in Croatia**

Edi Keškić

**Abstract:** Research on the hydrogeographical features of Croatian rivers is mainly related to karst rivers, but also to those whose hydromorphodynamic properties provide opportunities for the exploitation of their potentials. The subject of this research is the river Bosut and its catchment area, located in the far east of Croatia, more precisely in the area of Slavonia and Srijeme. Although the mentioned river does not have the same hydrogeographical conditions as those in the Peripannonian, mountainous or coastal area of Croatia, Bosut, together with the largest tributary, Biđa, is the 5th longest in the Republic of Croatia. The paper will consider important complaints, natural geographic framework, as well as hydrogeographic characteristics, of which the most important elements are the main fluid and the origin. Since the river basin covers 2572 km<sup>2</sup>, additional focus will be analyzed by the change over the past 150 years. The changes will be analyzed within the hydrogeographical characteristics: length and coefficient of development, traffic and infrastructure, and land use. The analysis will be carried out in comparison with older maps from the period of Austria-Hungary, SFRY, recent digital orthophotos, as well as data from the CORINE nomenclature for vegetation and land use. The results of the work indicate indisputable spatial changes, although they are correlated with a longer period observed. The use and purpose of land whose analysis was conducted in a shorter interval show weaker spatial changes, which may be related to the peripheral position, poorer population or protection of the valuable ecosystem of the Spačva forest.

54 pages, 22 figures, 6 tables, 52 references; original in Croatian

Keywords: River basin, Bosut, Biđ, spatial changes, Berava, Spačva, Spačva forest

Supervisor: Ivan Čanjevac, PhD, Assistant professor

Reviewers: Danijel Orešić, PhD, Full professor  
Aleksandar Lukić, PhD, Full professor  
Ivan Čanjevac, PhD, Assistant professor

Tema prihvaćena: 11. 2. 2021.

Rad prihvaćen: 9. 9. 2021.

## Sadržaj

<b>1. Uvod</b> .....	1
<b>2. Metodologija i izvori podataka</b> .....	3
<b>3. Važnost rijeka u prostornom planiranju</b> .....	4
<b>3.1. Rijeke u prostornim planovima</b> .....	5
<b>4. Prostorni obuhvat istraživanja</b> .....	7
<b>4.1. Geografski smještaj Bosuta i pritoka</b> .....	7
<b>5. Prirodnogeografska obilježja porječja Bosuta</b> .....	13
<b>5.1. Geološka obilježja prostora uz Bosut</b> .....	13
<b>5.2. Geomorfološka, morfometrijska i hipsometrijska obilježja porječja Bosuta</b> ....	15
<b>5.3. Klimatska obilježja</b> .....	18
<b>6. Hidrološka obilježja</b> .....	20
<b>6.1. Elementi tekućice</b> .....	20
6.1.1. Izvor ( $h_1$ ).....	20
6.1.2. Korito (K) .....	22
6.1.3. Apsolutni pad ( $J_a$ ).....	23
6.1.4. Relativni pad ( $J_r$ ) .....	23
6.1.5. Duljina tekućice ( $L_{F-G}$ ) .....	23
6.1.6. Najkraća udaljenost tekućice ( $L_{min}$ ) .....	24
6.1.7. Koeficijent razvijenosti tekućice ( $K_1$ ) .....	24
6.1.8. Režim (F-r).....	24
6.1.9. Ušće/završna točka toka ( $h_2$ ).....	25
<b>6.2. Srednji godišnji vodostaji</b> .....	27
<b>6.3. Protok</b> .....	33
<b>6.4. Elementi porječja</b> .....	35
<b>7. Analize promjena rijeke i porječja Bosuta</b> .....	37
<b>7.1. Analiza promjene duljine i koeficijenta razvijenosti Bosuta</b> .....	37
<b>7.2. Analiza prometne mreže i mostova na Bosutu</b> .....	39
<b>7.3. Analiza korištenja zemljišta u porječju</b> .....	43
<b>8. Zaključak</b> .....	47
<b>Literatura</b> .....	48
<b>Izvori</b> .....	49



**Prilozi** ..... VII

## 1. Uvod

Hrvatska je izrazito bogata vodom i bilo da je riječ o tekućicama, potocima, jezerima ili ribnjacima naša zemlja se može podičiti velikim vodnim potencijalima, o čemu svjedoče relevantni podaci koji pokazuju da je Hrvatska zemlja visokih vodnih resursa – 25 222 m<sup>3</sup> po glavi stanovnika (FAO Aquastat, 2021). Voda je uostalom predmet istraživanja mnogih znanosti, a za proučavanje njene raspodjele i djelovanja u prostoru odgovorna je geografija, točnije njena poddisciplina – hidrogeografija. Mnogo je različitih segmenata hidrogeografije u sklopu koje ona proučava vode na Zemlji. Uvidom u hrvatske znanstvene radove s područja hidrogeografije najveći dio se fokusira na hidrogeografske karakteristike krških rijeka, što je i razumljivo budući da su s mnogih stajališta (morfoloških, antropogenih, hidroenergetskih,) kompleksnije. Velik broj istih na neki način predstavlja i prirodni fenomen Hrvatske. Prostor istočne Hrvatske, točnije prostor Slavonije, Srijema i Baranje jedan je od onih dijelova u kojima izostaju krške rijeke, dok su one velike, poput Dunava i Save već naveliko istražene. Jedna rijeka, kao lijevi pritok Save, a samim time i dio Crnomorskog slijeva, unatoč mnogih nekarakterističnim obilježjima tekućice ima višestoljetnu važnost za područje Slavonije i Srijema. Riječ je o Bosutu, rijeci ukupne duljine 186 km, od čega je u Republici Hrvatskoj 151 km, dok je ostali dio u Republici Srbiji, gdje se blizu istoimenog naselja ulijeva u Savu. (Hrvatska enciklopedija, 2021). Kako je vidljivo u naslovu, rad se bavi isključivo porječjem unutar granica Republike Hrvatske. Porijeklo suvremenog hidronima *Bosut* ima različite interpretacije. Prema nekima grčki naziv bio je *Bathynos*, od čega je nastala latinska izvedenica *Bathinus-Bacuntius*. Isto tako, nije sa sigurnošću utvrđeno na koju se rijeku odnosi antička putna stanica *Ad Basante*, koji neki autori smještaju na ušće rijeke Bosne u Savu, dok drugi opet smatraju kako se nalazila na mjestu odvajanja Bosuta od Save (Dominiković-Firovi, 2019). Drugi izvori tvrde da naziv današnje rijeke potječe iz doba osmanskih osvajanja ovih prostora kada je jedan gornji dio rukavca Save zatrpan nanosima od rijeke Bosne (tur. baš-prazan sut-voda) (HŠRS, 2014), dok neki porijeklo traže u osmanskome hidronimu arapskoga porijekla što znači „bezvodnjak“, odnosno asocira na rijeku bez izvora. (Ćirić, 2018) Ova rijeka se od drugih razlikuje prvenstveno mirnoćom toka, zbog čega su stari Rimljani govorili da u svom carstvu imaju rijeku koja „do podne teče na jednu stranu, a popodne na drugu“, aludirajući na to da su dovoljne male promjene smjera vjetra kojima se prilagođava sam tok (Rijeke HR, 2016).

Prema Zemljopisnom atlasu Republike Hrvatske u izdanju Leksikografskog zavoda „Miroslav Krleža“ (1992), Bosut je s obzirom na duljinu toka peta po redu hrvatska rijeka. U atlasu se navodi duljina od 143 km (Wikipedia, 2021). Slična se konstatacija nalazi na mrežnom izdanju Hrvatske enciklopedije, također u izdanju Leksikografskog zavoda „Miroslav Krleža“, gdje je naveden podatak o duljini Bosuta od 151 km. Na spomenutoj stranici također stoji: „Nastaje od vodotoka koji se slijevaju s Dilja i Krndije, a u Savu se ulijeva kod sela Bosuta (Srbija).“ (Hrvatska enciklopedija, 2021). Ovaj je podatak, za nekoga kome je porječje iste rijeke relativno blizak pojam, barem kada je riječ o prostornoj udaljenosti, bio podosta nejasan, stoga sam odlučio kao prvu hipotezu postaviti:

H1 – Stvarna duljina Bosuta ne iznosi 151 km, te ne nastaje od vodotoka koji se slijevaju s Dilja i Krndije.

Druga zanimljivost povezana s Bosutom i prostorom kojim protječe je šumsko bogatstvo, prije svega ono najveće na području čitave Europe – Spačvanski bazen. Spačvanski je bazen najcjelovitiji šumski kompleks hrasta, a time nedvojbeno predstavlja neprocjenjivu prirodnu baštinu naše zemlje. (Hrvatska enciklopedija, 2021). Druga bi hipoteza stoga glasila:

H2 – Najveći udio prostora u porječju Bosuta obuhvaćaju šume.

Rad obuhvaća uvid u hidrogeografska obilježja porječja Bosuta. Osnovicu porječja kao hidromorfodinamičkog sustava čini riječna mreža – odnosno glavna tekućica s pritocima (Riđanović, 1993). Ovaj rad će u tom kontekstu ponajprije valorizirati Bosut kao glavnu tekućicu porječja, ali s obzirom na dostupnu literaturu, sagledat će se i njeni glavni pritoci poput Biđa, Spačve, Berave, Brežnice, itd. Glavni zadatak je također pružiti uvid u promjene na prostoru porječja unazad 150 godina usporedbom kartografskih prikaza iz razdoblja Austrougarske monarhije, SFR Jugoslavije, te osobito suvremene prikaze.

## 2. Metodologija i izvori podataka

Metodološki okvir istraživanja započinje analizom dostupne literature o prostoru istraživanja. Međusobna važnost i povezanost rijeka i prostora prikazana je pomoću knjige *Prostorno planiranje*, Marinović-Uzelca. Najveći dio hidrogeografskih karakteristika i parametara kontekstualiziran je pomoću knjige *Hidrogeografija*, Josipa Riđanovića. Druge značajke poput geološkog i geomorfološkog okvira, morfometrijskih analiza, režima, prikazane su brojnim znanstvenim člancima. Osim članaka iz zbornika radova korišteni su i dostupni web izvori u obliku novinskih članaka, izvora lokalnih samouprava, itd. Analiza hidroloških i klimatoloških podataka prikazana je rezultatima mjerenja DHMZ-a. Korišteni su podaci o srednjim vrijednostima godišnjih količina padalina, ali i podaci srednjih mjesečnih vodostaja za dio porječja, kao i protoka koja se kontinuirano mjeri samo u toku rijeke Biđ. Važan aspekt rada su kartografski prikazi. Za prikaze geološke slike kao podloga korištena je karta u izdanju Hrvatskog geološkog instituta. U radu je također kao podloga korišten EU-DEM – digitalni model terena. Uz pomoć istog je korištenjem alata u programu ArcMap 10.3 izrađen poligon porječja Bosuta koji se koristio za kasnije analize. Poligon je izrađen alatima *Fill*, zatim *Flow direction* i *Flow accumulation*. Potom je izdvojeno porječje (*Basin*), zatim tekućice unutar njega pomoću alata *Extract by mask*. Valja naglasiti da postoji poteškoća u određivanju rijeka na digitalnom modelu terena, što je i ovdje bio slučaj. Izdvojeno porječje površinom je bilo znatno veće od službene statistike, zbog čega je postojala potreba dodatne korekcije pomoću alata *Reshape feature*. Slično je i kod Strahlerove klasifikacije tekućica, gdje su Bosut i Biđ prikazani kao jedna cjelina.

Posljednja poglavlja u radu uključuju analize prostora Bosuta i porječja, te prostorne promjene u proteklih 150 godina s obzirom na dostupne podatke. Tako su s portala Arcanum maps.com preuzete i georeferencirane karte treće austrougarske izmjere terena (1869.-1887.) u mjerilu 1:25 000. Drugi kartografski izvor predstavlja topografska karta (TK100) u mjerilu 1:100 000, koja se izrađivala u razdoblju 1980.-1984. Cijeli je teritorij RH prekriven s 55 listova. TK100 je izrađen u 5. i 6. zoni Gauss-Kruegerove kartografske projekcije na Besselovom elipsoidu 1841, a za potrebe prikaza na Geoportalu DGU listovi su transformirani u HTRS96/TM sustav uz korištenje 7 parametarske transformacije. (DGU, 2021). Od recentnijih kartografskih prikaza, u radu je korišten digitalni ortofoto iz 2017/18. godine u mjerilu 1:5000 (DOF 5). Ortofoto karta je list karte sastavljen od jedne ili više ortofoto snimki jedinstvenog mjerila s nanesenom pravokutnom koordinatnom mrežom, odgovarajućim kartografskim znacima i nadopunjen izvan okvirnim podacima. DOF5 se na području

Republike Hrvatske sustavno izrađuje od 2000. godine. Cijeli teritorij Republike Hrvatske prekriven je s 10945 listova DOF5. Površina jednog lista obuhvaća područje od 600 ha.

Izrada DOF5 temelji se na aerofotogrametrijskim snimkama koje su snimljene prema odgovarajućim Tehničkim specifikacijama proizvoda. Do 2009. godine DOF5 se izrađivao u 5. i 6. zoni Gauss-Kruegerove kartografske projekcije na Besselovom elipsoidu 1841, a od 2009. godine u novoj kartografskoj projekciji HTRS96/TM na elipsoidu GRS80. Karta je preuzeta sa WMS servera Državne geodetske uprave. Sve su navedene karte korištene kao rasterska podloga za vektorizaciju elemenata na karti – rijeke, prometne mreže, infrastrukture i sl. Uz to je prikazana i prostorna promjena kroz međurazdoblja, koja prate razdoblja nastanka spomenutih karata. Izuzetak predstavlja analiza korištenja zemljišta. Najstariji podaci kojima raspolaže Hrvatska agencija za okoliš i prirodu (HAOP) su iz 1980. od kada se promjena korištenja zemljišta bilježi. Ona će biti analizirana za godine 1980., 2000. i 2018. godinu, a izrađena je na temelju CORINE – jedinstvene nomenklature i metodologije koja osigurava homogenost podataka za područje Europske unije. (HAOP, 2021) Ista je dodatno generalizirana za potrebe rada.

### **3. Važnost rijeka u prostornom planiranju**

Voda je oduvijek važan čimbenik u okviru prostornog planiranja. Kada govorimo o opskrbi vodom, jednim dijelom ona predstavlja ograničavajući faktor u planiranju, prilikom čega se treba voditi računa o smještaju stanovništva, industrije i razvitka naselja uopće. Uz potrošnju i distribuciju vode, povezan je i problem njezine zaštite od različitih oblika zagađivanja, ali i isto tako i problem obrane od štetnog djelovanja vode, pri čemu posebno do izražaja dolazi prostorno planiranje povezano s rijekama. Hidrotehničko uređenje tekućica, regulacija, zaštita od poplava i navodnjavanje samo su neki od elemenata koji su izravno povezani s prostorom i naseljima, a ljudske djelatnosti povezane s time sežu još u doba starih civilizacija Egipta i Mezopotamije.

U sklopu prostornih planova kao osnovnih dokumenata prostornog planiranja uređenje rijeka najčešće nalazimo u definiranju planske regije i u pripremi planova za područja posebnih

obilježja. Od samih početaka prakse prostornog planiranja, rijeke su istovremeno prostorni integrator i determinator regija kojoj gravitiraju prirodnim sljevovima i funkcionalnim odnosima koji su posljedica toga. (Marinović-Uzelac, 2001) Takva okupljajuća uloga rijeke postupno je zamijenila dotadašnju ulogu prepreke i granice. Razvojem ekološkog aspekta u problematici prostora integrirajuća uloga rijeke prelazi državne granice, te postaje objekt međunarodne suradnje. Riječni bazen predstavlja prostornu cjelinu od velike važnosti za definiciju i delimitaciju prostornog plana, premda je malo prostornih planova čiji su perimetri akcije podvrgnuti tom pravilu.

Regulacija porječja u pravilu predstavlja hidrotehnički zadatak, premda je zapravo interdisciplinarnan i kompleksan, zbog čega ga je najbolje obuhvatiti prostornim planom. Marinović-Uzelac u knjizi *Prostorno planiranje* (2001.) smatra „da prostorni plan ne može obuhvatiti i riješiti sve probleme rijeka i voda, te je uzaludno opterećivati ih elaboratima koji nisu prostorno relevantni, te gdje prostorna dispozicija ne može pridonijeti rješenju problema.“

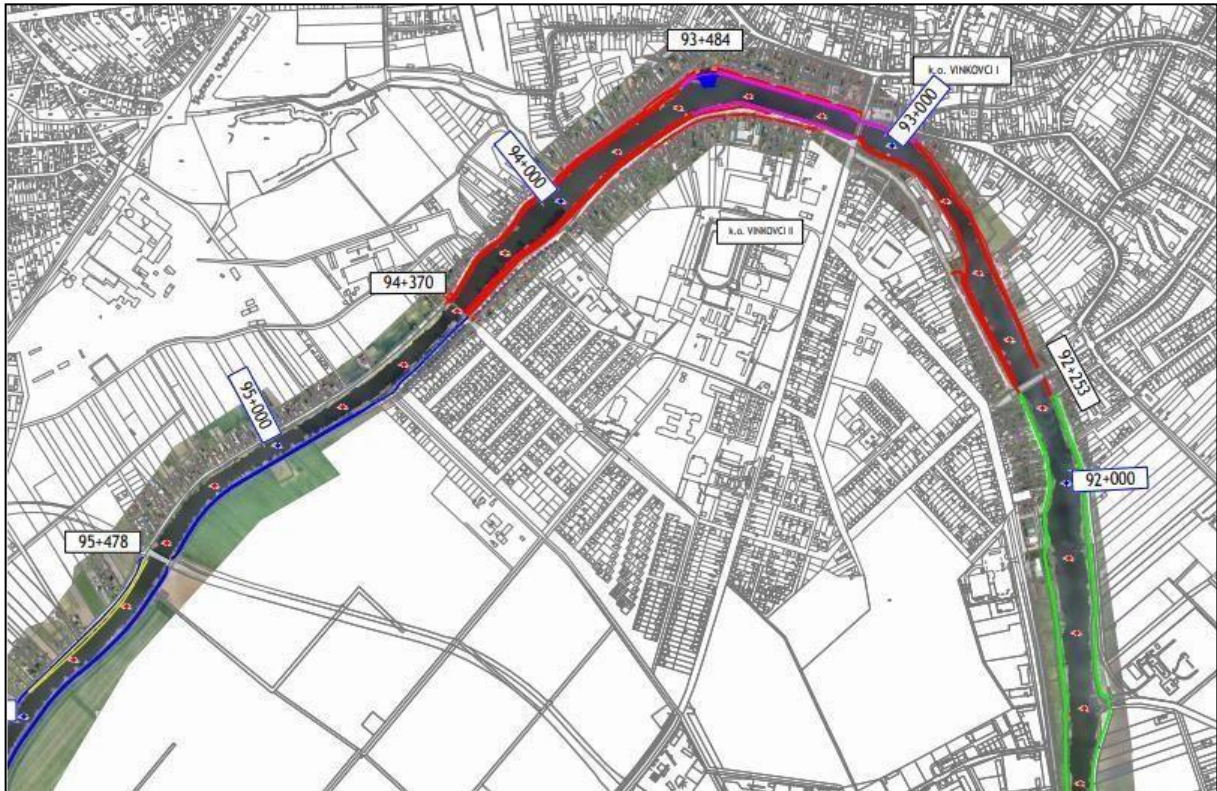
Funkcije koje rijeke imaju u prostoru kroz povijest se nisu značajno promijenile. Riječne doline su tako bile kolijevke prvih naselja, kasnija središta industrijske revolucije bila su upravo uz prostore povezane s rijekama. Rijeke su važne u okviru prometa, premda mogu biti sredstvo transporta, ali i prepreke. U energetskom smislu rijeke su izvori hidroenergije i prostor uz koje se grade brojne brane i hidroelektrane. One su također mjesta različitih oblika rekreacije, ali i krajobrazni element velike estetske vrijednosti. Zbog toga je kada se reguliraju i hidrotehnički uređuju rijeke i grade umjetni kanali potrebno znati da svi oblici radova moraju biti namijenjeni uklapanju u krajobraz, a nikada isključivo tehnički postupak. (Marinović-Uzelac, 2001)

### **3.1. Rijeke u prostornim planovima**

Prikaz rijeka u prostornim planovima kao osnovnim dokumentima u prostornom planiranju najbolje se ogleda u integralnim prostornim planovima namijenjenima za određene planske regije. Jedan od prvih takvih planova je prostorni plan uređenja porječja rijeke Tennessee u SAD-u 1933. godine (TVA – Tennessee Valley Authority). Taj je prostorni plan obuhvatio čak 7 saveznih država. Pet godina kasnije uslijedilo je uređenje porječja rijeke São Francisco u Brazilu, obuhvativši time 5 brazilskih saveznih država. Europski primjer vidimo u uređenju

porječja Moselle-Saône-Rhône 1963. Iako je težište takvih projekata bilo neposredno na tehničkom naglasku, oni su ipak obuhvatili ukupnu problematiku zahvaćenih prostora. Tako je u Hrvatskoj 80-ih godina prošlog stoljeća izrađen „Prostorni plan Hidroenergetskog sustava na Dravi“. Cilj toga plana bilo je postići uređenje prostora oko HE sustava Drava kako ona ne bi bila element razdvajanja Zagorja i Međimurja već njen integrativni element (Marinović-Uzelac, 2001).

Poput drugih rijeka, Bosut predstavlja važan dio krajobraza županije i lokalnih sredina, prije svega Grada Vinkovaca. U Prostornom planu uređenja i Generalnom urbanističkom planu uređenja Grada Vinkovaca u članku 317. navodi se da je potrebno očuvati vegetaciju uz rijeku Bosut, prilikom izgradnje ili rekonstrukcije prometnih površina uz potrebno je uvažavati postojeće visoko zelenilo (drveće) i sl. Prostorno-planska dokumentacija užeg područja navodi da je potrebno štititi prostor uz obale Bosuta, najmanje u koridoru širine min. 20,0 m. U tom koridoru dozvoliti samo izgradnju pješačkih i biciklističkih staza, pristupnih cesta i parkirališta, te pristupa i sadržaja koji su u funkciji uređenja Bosuta i javne turističke infrastrukture. (Hrvatske vode, 2020) Priloženi tekst pokazuje važnost rijeke Bosut u urbanoj slici Grada Vinkovaca. Na slici (Sl. 1.) može se vidjeti plan zahvata uređenja obala rijeke Bosut u Vinkovcima.



Sl. 1. Plan zahvata uređenja obala rijeke Bosut u Vinkovcima.

Izvor: Hrvatske vode, 2020

## 4. Prostorni obuhvat istraživanja

### 4.1. Geografski smještaj Bosuta i pritoka

Bosut je u prošlosti nastao djelovanjem vode iz Save, koja je za visokih vodostaja prelijevale i postepeno stvarale novi tok (Dominiković-Firovi, 2019). Prema tome, Bosut nastaje na lijevoj obali Save između naselja Štitar i Županja (Marušić, 2017), premda se tek kod spajanja Biđa i Berave u blizini naselja Cerna prihranjuje većom količinom vode i ima izraženije karakteristike rijeke. U prvom dijelu svog toka od Štitara do spajanja s Beravom tok Bosuta je izrazito plitak, a korito prilično usko, te su takve karakteristike bliže potoku nego rijeci. Porječje Bosuta u RH zauzima 2572 km<sup>2</sup> i obuhvaća prostor istočne Slavonije istočno od Slavonskog Broda, te posavski dio Srijema sve do granice sa Srbijom. Bosut svoj tok nastavlja u Republici Srbiji gdje mu samostalni tok prestaje odnosno ponovno se ulijeva u matičnu rijeku Savu. (Hrvatska



enciklopedija, 2021). Prema duljini toka u RH je na petom mjestu (iza Save, Drave, Kupe i Dunava). Duljina toka unutar granica RH iznosi 151 km od ukupno 186 km, čime se može zaključiti da se najveći dio toka nalazi upravo u Hrvatskoj (Hrvatska enciklopedija, 2021).

Bosut kao svoj lijevi pritok kod naselja Cerna prima Biđ, koji je do tog sutoka od njega dulji i bogatiji vodom. Kod samog Bosuta pitanje izvora je kompleksno, ali se uzima ono kod Štitara, koje se nerijetko promatra kao kanal, a ne rijeka. Bosut tako redom prolazi kroz ili neposredno uz naselja Štitar, Gradište, Cerna, Andrijaševci, Rokovci, Retkovci, Ivankovo, Vinkovci, Privlaka, Đeletovci, Nijemci, Podgrađe, Apševci, te Lipovac kao zadnje naselje kroz koje protječe Bosut unutar granica Republike Hrvatske. Od navedenih naselja svakako su najveći Vinkovci koji prema posljednjem popisu imaju 32029, dok sva ostala naselja, osim Ivankova, imaju manje od 5000 stanovnika (DZS, 2011). Od važnijih pritoka Bosuta izdvajaju se Biđ, Spačva i Berava. Biđ izvire nedaleko od sela Rušćica u blizini Slavenskog Broda, prolazi kroz istoimeno Biđsko polje i naselja Sredanci, Strizivojna, Vrpolje, Šiškovci, Retkovci, Prkovci, te naposljetku utječe u Bosut kod Cerne. Ukupna duljina je 66 km. Ova je rijeka intenzivno regulirana, stoga su antropogeni dijelovi rijeke zastupljeniji od prirodnih. Berava je lijevi pritok Bosuta koji ga opskrbljuje vodom, a nastaje u Babinoj Gredi spajanjem potoka Beravice i Saonice. Od spoja tih dvaju tekućica pa do sutoka u Bosut duga je 32 km, a prolazi kroz naselja Babina Greda, Gradište i Cerna (Općina Babina Greda, 2021). Spačva je s Bosutom povezana virovima – vodama stajaćicama koje za visokog vodostaja pune tekućice (Šfarek i Šolčić, 2011). Izvire u močvarnom podneblju sjeveroistočno od Županje, duga je 39 km, a utječe u Bosut u blizini naselja Lipovac i Apševci. Prostor uz rijeku Spačvu (spačvanski bazen) predstavlja najveću cjelovitu šumu hrasta lužnjaka u Republici Hrvatskoj. Upravo u tome se nalazi velika važnost rijeke Spačve, ali i Bosuta na ovom području budući da napajaju ovaj prostor kojemu je potrebna velika količina vode. (TZ Općina Nijemci, 2021).



Sl. 2. Porječje Bosuta s naznačenim rijekama i odabranim naseljima

Izvor: Open Street Map, EU-DEM

Na karti (Sl. 2) je prikazano porječje Bosuta s naznačenim rijekama. Ostali dio porječja uključuje velik broj kanala i potoka. U gornjem lijevom kutu karte prikazano je porječje u obliku poligona Budući da se radi o području vrlo male vertikalne raščlanjenosti reljefa, dobiveno porječje prvotno je obuhvatilo znatno veće područje.

Kasnije je prilagođeno na temelju tekućica koje su povezane s Bosutom i njenim pritokama putem opcije *Reshape feature tool*, te je dobiveno porječje nešto veće od stvarne veličine porječja, premda su kod redimenzioniranja poligona praćene sve one tekućice koje su posredno ili neposredno povezane s Bosutom, dok se odudaranje vjerojatno odnosi na prostore između tekućica. Izračunata površina porječja u programu ArcMap 10.3 iznosi 2955 km<sup>2</sup>, dok površina u službenim podacima iznosi 2572 km<sup>2</sup>. Problem odudaranja površine povezan je s poteškoćom određivanja porječja putem digitalnog modela reljefa na ravničarskom prostoru, kao što je slučaj s porječjem Bosuta.

Porječje vidljivo na karti prikazuje sve rijeke s pripadajućim područjem koje posredno ili neposredno vodom hrane određenu tekućicu, u ovom slučaju Bosut koja je i glavna tekućica. Iako je za prihranu Bosuta vodom Biđ neizostavna rijeka, sve tekućice koje se ulijevaju u Biđ su relativno kratkog toka, premda zbog izvora koji se nalaze u slavonskim gorama, odnosno većoj nadmorskoj visini imaju intenzivniji protok nego rijeke koje su izravno povezane s Bosutom i nalaze se u prostorima bez značajnog pada. Tekućice koje su izravno povezane s Biđem zapadno od njegovog sutoka u Bosut poput Mrsunje, Glogovice, Brezne, itd. u ovom radu neće biti naročito tematizirane, niti o njima kao takvima postoji opsežnija literatura. Primarni fokus je na istočnom dijelu porječja uz Bosut. Istočni dio porječja od ušća Biđa u Bosut kod naselja Cerna karakterizira slabije otjecanje i meandri koji su vidljivi ponajprije na Bosutu, ali i rijekama poput Spačve, Berave, Brežnice, itd. U tablici (tab. 1) priložen je pregled važnijih rijeka porječja Bosuta prema duljini u kilometrima i utjecanju u veću rijeku.

Tab. 1. Rijeke porječja Bosuta prema duljini i tekućici u koju se ulijevaju

Rijeka	Duljina (u RH)	Ulijeva se u:
Bosut	95,13 km (s kanalom <i>Bosut</i> )	Savu
Biđ	52,02 km	Bosut
Spačva	34,19 km	Bosut
Berava	32,55 km	Bosut
Brežnica	21,24 km	Spačvu
Glogovica	17,03 km	Savu
Ljubanj	14,12 km	Spačvu
Virovi	12,57 km	Spačvu
Brezna	11,39 km	Lateralni kanal
Studva	9,13 km	Bosut

Izvor: Izračunao autor u programu ArcMap 10.8. prema Open Street Map, 2020

U tablici je primjetno da su najveće rijeke porječja izravno ili povezane s Bosutom ili njenim većim pritokama, te će upravo s toga rad biti većim dijelom usmjeren na analizu istočnog dijela porječja. Prema izračunu u programu ArcMap 10.3. u odnosu na slojeve Open Street Map-a, najveća je rijeka dakako Bosut (95,13 km). Karakteristike veće rijeke ima tek sutoka Berave gdje prima veći dio vode, no u mjerenju dodan i tzv. kanal Bosut (2 km) koji izvire u blizini Štitara, iako je većim dijelom izrazito plitak, te ima karakteristike sličnije potoku nego rijeci.

Katkad se zbog tih karakteristika Bosut kao rijeka percipira tek od sutoka Berave koja ga dodatno obogaćuje vodom (HŠRS, 2014). Potrebno je naglasiti da se Bosut službeno bilježi duljinom od 151 km u RH (Hrvatska enciklopedija, 2021), što ovdje nije slučaj. Razlog tomu je što su vjerojatno navedeni podaci mjerenja najduljeg toka u sustavu Biđ-Bosut.

Toponimi kao primjerice Biđ-Bosutsko polje jednako tako upućuju na postojanje jasne veze između ove dvije rijeke. Slijedom toga, kada bi se prikazana duljina Biđa pribrojila onoj Bosuta, dobila bi se duljina približno jednaka onoj službenoj. Ona bi iznosila 147 km, dok duljina Bosuta u službenoj statistici DZS-a iznosi 151 km (DZS, 2018). Kao i u slučaju Bosuta, duljina Biđa službeno iznosi 66 km (Hrvatska enciklopedija, 2021), dok izračun duljine sloja OSM-a pokazuje 52,02 km, što vrlo vjerojatno upućuje na promatranje Biđa s najbližim pritocima, odnosno brojnim umjetnim kanalima kojima je reguliran (Hrvatska enciklopedija, 2021). Rijeka Spačva izvire u pretežito močvarnom području istoimenog Spačvanskog bazena, na otprilike 45°04'58.2"N i 18°56'40.5"E. To je područje dio najveće cjelovite šume hrasta lužnjaka u Europi koja se prostire na oko 40 000 ha (TZ Županja, 2015). Spačva ima ključnu važnost u održavanju hrastove šume. Duljina koja se može pronaći u nekim izvorima iznosi 40 km (Hrvatska enciklopedija; Geografija.hr, 2021) i sl. Prema duljini izračunatoj na podlozi Open Street Map-a u programu ArcMap 10.8. duljina rijeke Spačve iznosi 34,19 km (OSM, 2020). Poput Bosuta, malenog je pada, sporo teče, te se odlikuje brojnim meandrima. U nekim dijelovima za ljetnih mjeseci presuši (Hrvatska enciklopedija, 2021), a u Bosut se ulijeva sjeverno od sela Lipovac, te je izuzetno bogata ribom (TZ Općina Nijemci, 2019). Berava je, kao što je već naglašeno izrazito važan prtok Bosuta jer ga na samo 2 kilometara od izvora, između naselja Štitar i Gradište prihranjuje vodom. Izvire na području općine Babina Greda kroz čije naselje kao jedina protječe, a nastaje na ušću potoka Beravice i Saonice. Uz rijeku postoje melioracijski kanali, čija korita za kišnih dana primaju veliku količinu vode što može uzrokovati plavljenje Berave i sela Babina Greda (Živković, 2010). Osim plavljenja, problem je predstavljalo i nekontrolirano odlaganje otpada, ponajprije naftnih i uljnih derivata uz potok Beravicu što je vodilo onečišćenju rijeke (Energetika.net, 2008).

Glogovica se uz Biđ nalazi u zapadnom dijelu porječja. Izvire na gori Dilj, gdje zbog većeg nagiba ima brže otjecanje nego rijeke istočnog dijela porječja. Utječe u Savu u blizini Slavonskog Broda. Ljubanj, Virovi i Brežnica su desni pritoci rijeke Spačve. Ljubanj izvire u močvarnom području Tikar-bara u Spačvanskom bazenu kao povremeni, manji vodotok. Rijeka u cijelosti teče šumskim područjem, nakon čega se ulijeva u Spačvu. Virovi se nalaze nedaleko od grada Otoka. Ova rijeka nikad ne presuši zbog obilne prihrane podzemnim vodama. U ljetno vrijeme predstavljaju stajalice močvare, a ostatak godine teku relativno sporo, kao i druge rijeke

tog dijela porječja. Područje se odlikuje raznolikom florom i faunom, te je zaštićeno od 1999. godine (Otočki virovi, 2021). Brežnica izvire kao mali vodotok pod imenom Brižnica na području Bošnjaka. Veću količinu vode prima u području Spačvanske šume na izlasku iz naselja, te dalje otječe u smjeru sjeveroistoka gdje se ulijeva u Spačvu. Pred kraj toka nalaze se brojni meandri.

Brezna, slično kao Glogovica izvire na Dilju i otječe u Lateralni kanal kod Zadubavlja u Brodsko-posavskoj županiji. Sam je Lateralni kanal izgrađen s ciljem prikupljanja vode s gore Dilj (Općina Oprisavci, 2021).

Studva jednim dijelom predstavlja prirodnu granicu s Republikom Srbijom. Slično kao i brojne rijeke istočnog dijela porječja izvire na području Spačvanske šume. Na topografskoj karti u mjerilu 1:25 000 (TK25) naznačen je povremeni vodotok koji se nalazi istočno od tekućice Koritanj, koja se ulijeva u Studvu i prihranjuje ju vodom. Na satelitskoj snimci na 44°59'54.7"N i 19°02'49.4"E vidljiva je akumulacija vode u gustom šumskom području u blizini toka Studve u smjeru u kojem je na TK25 ucrtan povremeni vodotok, stoga se može pretpostaviti da je ista akumulacija možda izvor rijeke. Studva teče u duljini od 9,13 km u RH (OSM, 2020). Ukupna duljina joj iznosi 37 km (HŠRS, 2014). Kanalom je spojena s rijekom Spačvom, a u Srbiji utječe u Bosut.

Osim većih rijeka, porječje je bogato i brojim manjim tekućicama, koje su nerijetko i dulje, premda su manje bogate vodom. Tu je najdulji potok Breznica koji izvire u gori Dilj i otječe u Lateralni kanal, a čija duljina prema OSM-u iznosi 25,35 km. Tu su još i Kaznica (12,95 km), Bara-Biđ (10,29 km), Koritanj (8,71 km), itd. Uz potoke tu su i brojni umjetni kanali od kojih se kao najveći mogu izdvojiti Lateralni kanal u blizini Slavenskog Broda. Ukupna duljina ovog kanala iznosi 31 km. (OSM, 2020) Drugi veći kanali uključuju kanal Kaluđer u blizini Vođinaca kod Vinkovaca i dug je 22,66 km, Jošava koja otječe u jedan od melioracijskih kanala Biđa 14 km itd. (OSM, 2020)



Slika 3. a) izvor Bosuta kod Štitara b) Bosut na ulazu u Vinkovce s istočne strane

Izvor: a) Zoom Earth b) Youtube

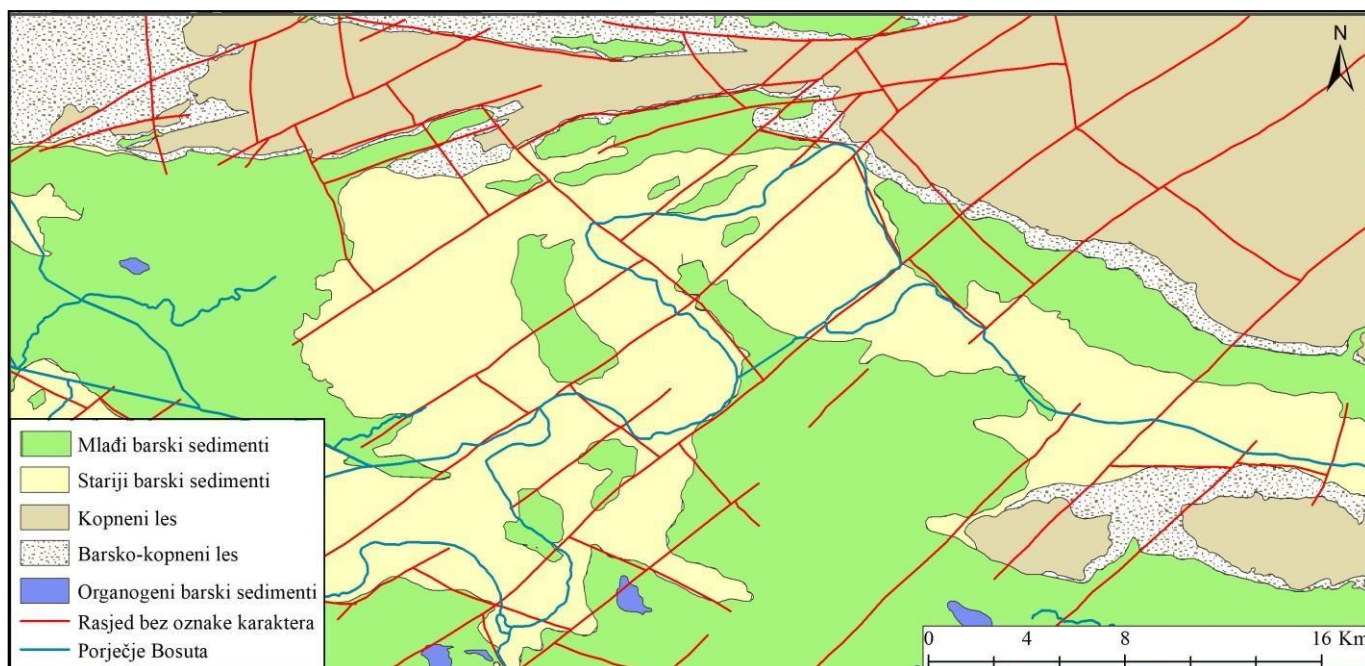
## 5. Prirodnogeografska obilježja porječja Bosuta

### 5.1. Geološka obilježja prostora uz Bosut

Prva geološka istraživanja vinkovačkog prostora odnosno prostora uz Bosut izvršili su austrijski geolozi. Tako je Franz Von Hauer na geološkoj karti (1867-1871) u mjerilu 1 : 576 000 izdvojio aluvijalne naslage južno od Bosuta, kao i diluvijalni pijesak i šljunak sjeverno od istog područja (Savezni geološki zavod, 1989.). Temeljno gorje uključuje metamorfite permske starosti, a podlogu značajne mase mezozojskih stijena pretežito trijanske, kredne i paleogenske starosti. Najmlađi pokrov sastoji se od pleistocenskog, kao i holocenskog kopnenog i barskog lesa. Uz samo korito nalaze se već spomenute aluvijalne naslage. Mlada tektonska gibanja su zajedno s ljudskim aktivnostima na rijeci uvjetovale da Bosut postane „rijeka bez izvora“, pri čemu je znatno usporila svoj tok duž sve jasnije izdizanih prepreka.

Nakon naslaga gline i pijeska, pri površinskom dijelu nalaze se sive i žute gline, pijesci, šljunci, te les i lesu slični sedimenti, koji su najvećim dijelom jezerskog, fluvijalnog, fluvio-organogenog i eolskog podrijetla (Bognar, 1994).

Uz porječje Bosuta, točnije u prostoru između Save i Bosuta najrasprostranjeniji su barski sedimenti koji se sastoje od glina, siltova i treseta. Pedološki gledano, uz Bosut i njene pritoke nalaze se i močvarno glejna tla. U dolini Bosuta također se mogu izdvojiti semiglejna tla. (Halamić, 2009)



Sl. 4. Isječak geološke karte uz Bosut i pritoke na listu Vinkovci Osnovne geološke karte RH

Izvor: Osnovna geološka karta Republike Hrvatske, M 1:100 000: list Vinkovci, Osijek L 34-86

Kao što je vidljivo (sl. 4) dominantno rasprostranjeni slojevi uz Bosut su stariji barski sedimenti. Dijelovi meandara Bosuta ili pritoka također se nalaze u području mlađih barskih sedimenata. Sjeverno od vodotoka u većem su broju prisutne naslage kopnenog i barsko-kopnenog lesa.

## 5.2. Geomorfološka, morfometrijska i hipsometrijska obilježja porječja Bosuta

Prema Bognaru (Bognar, 1994) najveća cjelina kojoj pripada porječje Bosuta je megamakrogeomorfološka regija Panonska nizina. Manja cjelina unutar Panonske nizine je makrogeomorfološka regija Istočne Hrvatske ravnice s gornjom Podravinom, koja je jedna od 12 takvih regija u RH. Ona se dalje dijeli na mezogeomorfološku regiju Nizina Bosutske Posavine, a unutar koje postoje 2 subgeomorfološke regije: Nizina istočnoslavenskog Posavlja i Biđ-Bosutska nizina. Potonja uglavnom predstavlja upravo porječje Bosuta.

Zajedno s pritokama Biđom, Beravom, Spačvom i drugima teku vrlo sporo i usporedno sa Savom, od zapada prema istoku, stvarajući dojam reliktno hidrografske mreže nastale prije formiranja korita današnje Save. Pad Bosuta je neznatan, stoga stvara mnogobrojne meandre. (Savezni geološki zavod, 1989)

Vertikalna raščlanjenost reljefa morfometrijski je parametar reljefa i predstavlja visinsku razliku između najviše i najniže točke unutar promatrane površine. Lozić (1995), iznosi analizu vertikalne raščlanjenosti koja je izvedena na listovima topografske karte u mjerilu 1:100.000. Metodom kvadrata na svakoj jediničnoj površini od 1 cm<sup>2</sup> što u prirodi predstavlja 1 km<sup>2</sup> utvrđena je najviša i najniža točka, njihova razlika upisana je u centar jedinične površine, dok se prema kriterijima vertikalne raščlanjenosti Gamsa i Bognara (1992.) izdvajala u kategorije.

Tab. 2. Reljef prema vertikalnoj raščlanjenosti u mjerilu 1:100.000 (list Vinkovci)

TK VINKOVCI (1:100.000)		
Kategorije	Apsolutne vrijednosti (km <sup>2</sup> )	Relativne vrijednosti (%)
Zaravnjen reljef (0-5 m/km <sup>2</sup> )	1 751, 46	85, 93
Slabo raščlanjene ravnice (5-30 m/km <sup>2</sup> )	286, 80	14, 07
	2 038, 26	100,00

Izvor: Lozić, 1995

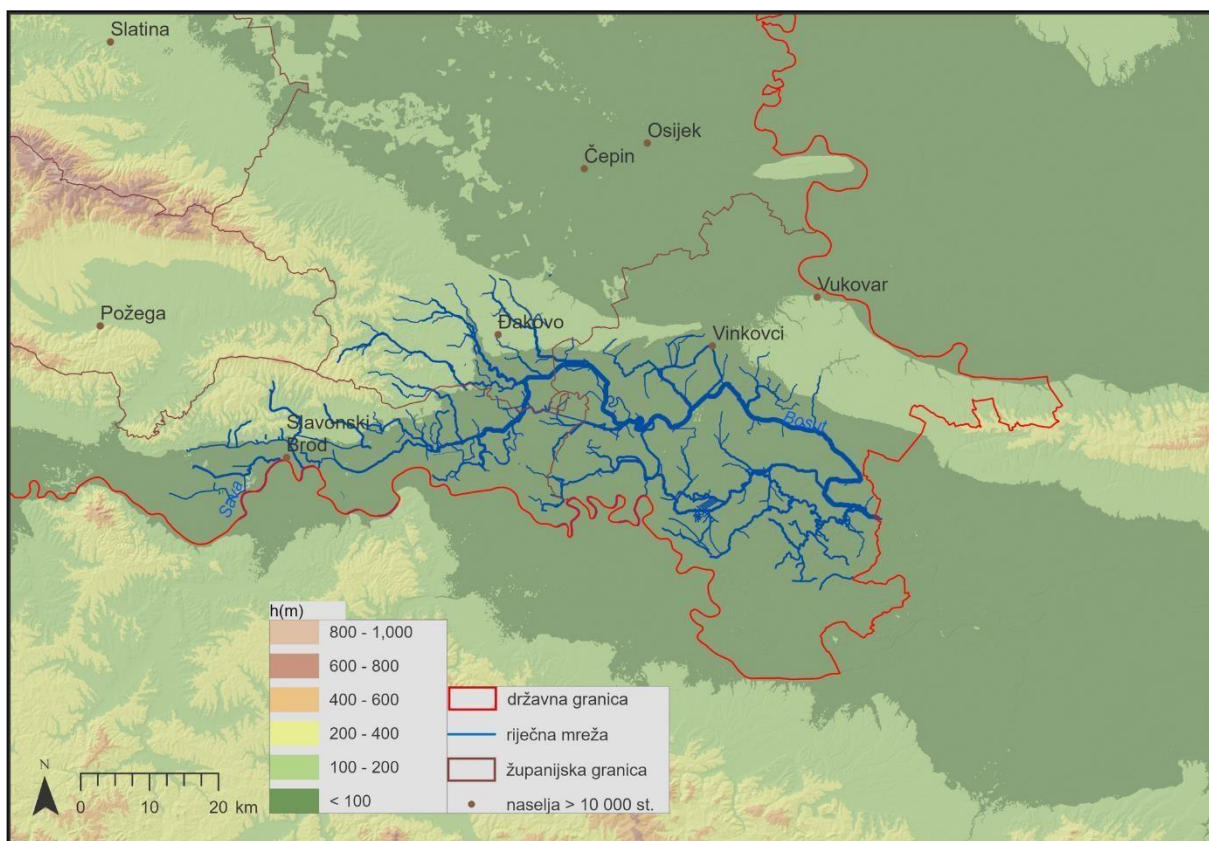
Na području koje pokriva TK Vinkovci, gdje se najvećim dijelom (86%) prostire porječje Bosuta, prevladava zaravnjeni reljef, područja koja u panonskom prostoru uključuju fluvio-eolske nizine, gdje uz ostalo možemo svrstati i Bosut s njegovim pritokama. Ove su vrijednosti najmanje u kategorizaciji vertikalne raščlanjenosti prema Gamsu i Bognaru (1992.). Sljedeća



kategorija uključuje slabo raščlanjene ravnice (14%), a na ovom prostoru je karakteristična za lesne zaravni i riječne terase (Lozić, 1995).

Hipsometrijski gledano, Bosut se nalazi na nižoj nadmorskoj visini nego Sava. Prostor porječja Bosuta obilježava izrazito ravan teren čiji je najzastupljeniji visinski raspon ima visinu 80-90 m. Po sredini ga razdvaja lesni prag te su jugoistočni prostori izraženije niži (< 80 m.n.m.), poput spačvansko-studvanskog bazena, dok sjeverozapadno ostaje duga, nešto viša depresija u kojoj je sutok nekoliko vodotoka (Maričić i Šreng, 2016).

U mreži tekućica najvažniji je Bosut s Biđom, Bituljom i Beravom, te Spačva s Brežnicom i Vrbanica, koje imaju vrlo mali pad, vijugav i plitak tok, što je pogodovalo čestim poplavama. Prevladava nizinski reljef s dvije udoline, oko Biđa i Spačve, koje su odvojene nešto uzvišenijim dijelom zemljišta oko Cerne i Gradišta - gdje najviša točka iznosi 103 m.n.m. Ukupna visinska razlika u Bosutoj nizini iznosi 26 m, a odraz je tektonskih gibanja koja su utjecala na stvaranje i građu nizine. Viši dio terena (95-120 m) nalazi se između Đurđanaca i Vinkovaca, te sjeverno od cestovnog pravca Vinkovci-Orolik. Okružen je poplavnom nizinom Biđa i Bosuta. Područje uzvisine pripada Đakovačkom i Vukovarskom lesnom ravnjaku koji odvaja Dravsko-dunavsku potolinu od Savske potoline i čini vododijelnicu između spomenutih rijeka (Savezni geološki zavod, 1989).



Sl. 5. Hipsometrijska karta sa riječnom mrežom Bosuta

Izvor: prema EU-DEM i Open Street Map

Na hipsometrijskoj karti (sl. 5) koja prikazuje hidrografsku mrežu porječja Bosuta vidljivo je da se najveći dio pritoka nalazi na prostoru nižem od 100 m nadmorske visine (oko 90 m) što uključuje rijeke poput Bosuta i Biđa, kao najznačajnije rijeke koje se u cijelosti nalaze unutar istog područja, zatim Berave, Beravice, Sačnice, Brežnice, Spačve, Ljubnja, Studve, te drugih rijeka u istočnom dijelu porječja. Manji broj rijeka i kanala nalazi se u području od 100-200 m.n.m. U prostoru najveće nadmorske visine u slučaju porječja 200-400 m izviru pritoke Biđa u gori Dilj. Najznačajnija je od njih rijeka Glogovica i potok Breznica. Upravo ovakve hipsometrijske karakteristike najvećeg dijela porječja s neznatnim padom objašnjava slab protok Bosuta i njegovih pritoka, ponajviše onih istočno od Biđa.

### 5.3. Klimatska obilježja

Prema Köppenovoj klasifikaciji, na prostoru porječja najrašireniji tip klime je *Cfa* – umjereno tople vlažne klime s vrućim ljetom, dok zapadni dio istočnohrvatskog prostora ima značajke *Cfb* – umjereno tople vlažne klime s toplim ljetom. Glavni razlog ovakve klasifikacije proizlazi iz godišnjeg hoda temperature. Srednja temperatura u srpnju na području Vukovarsko-srijemske županije iznosi 22°C, dok u *Cfb* tipu klime ona varira oko 20-22°C. Takve horizontalne promjene pokazuju najizrazitija kontinentalna obilježja koje ovaj prostor ima. Ovakva obilježja izostaju kod prosječne siječanjske temperature jer se prostor nalazi unutar izoterme -2°C do 0°C, kao i drugi dijelovi panonske i peripanonske Hrvatske (Pokos i Turk, 2011). Na raspodjelu oborina utječu i šumske zone i bosansko gorje (Maričić i Šreng, 2016).

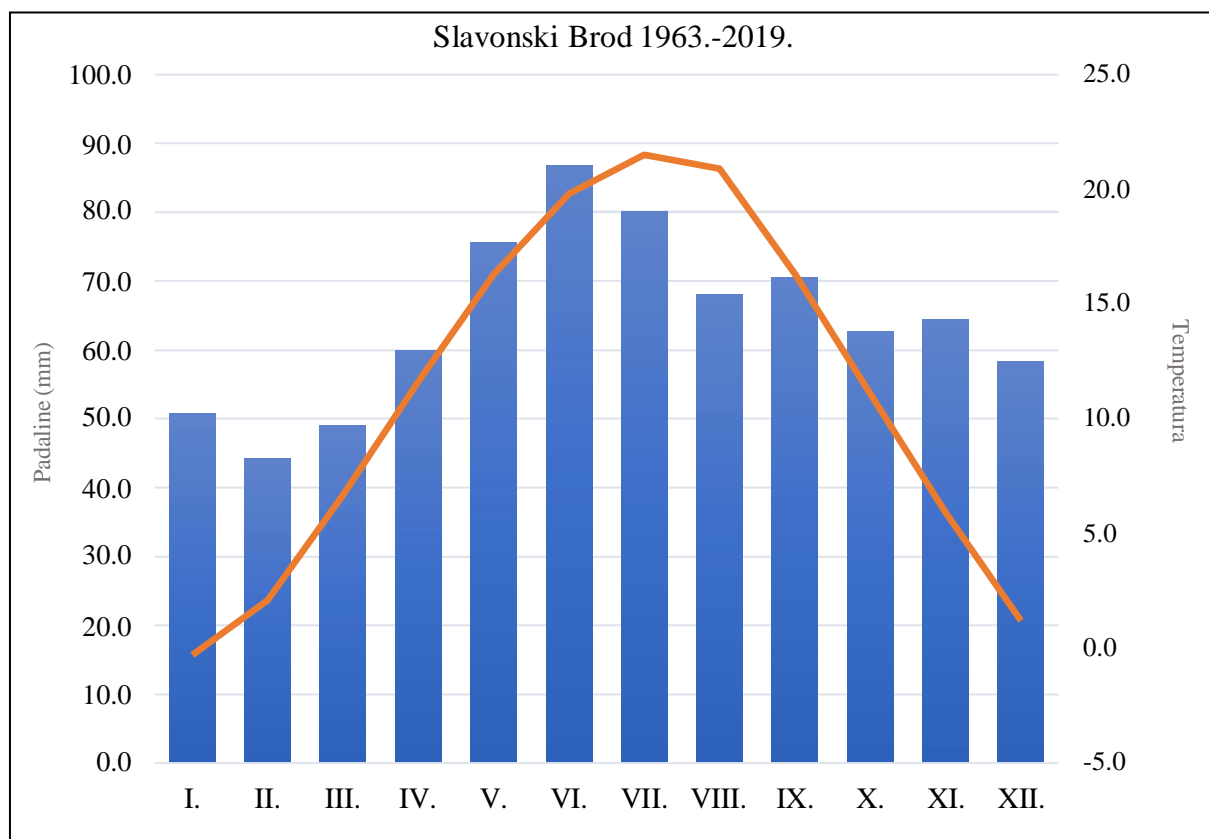
U zimskom periodu najučestaliji vjetrovi su iz smjera istoka, zapada, jugozapada i sjeverozapada. U proljeće najučestaliji vjetrovi su iz smjera istoka, zapada te sjeverozapada, ljeti iz smjera zapada i sjeverozapada. Najučestaliji vjetrovi u jesen su iz smjera istok i istok-jugoistok te zapad i sjeverozapad (Hrvatske vode, 2020).

Uz pomoć podataka DHMZ-a analizirat će se podaci postaja u porječju Bosuta. Potrebno je napomenuti da kod stanica uz tok Bosuta (Gradište, Nijemci, Vinkovci) ne postoji jednako mjerenje padalina i temperature. Zbog navedenog razloga i točnosti, klimadijagram prikazat će se za najbližu postaju gdje je to moguće. U ovom slučaju radi se o postaji Slavonski Brod za razdoblje 1963.-2019.

Srednja godišnja temperatura na prostoru uz tok Bosuta (postaja Vinkovci), prema podacima za period 1981.-2019. iznosila je 11,8 °C. Najviša srednja godišnja temperatura zabilježena je u recentnijem vremenu, točnije u 2018. i 2019. godini kada je podjednako iznosila 13,3 °C. Iako se radi o mikropodručju, primjetno je povećanje srednje temperature prethodnih godina, što bi se možda povezano s generalnim povećanjem srednjih temperaturnih vrijednosti u svjetskim okvirima. Najniža srednja temperatura zabilježena je 1985. i iznosila je 10,1 °C.

Uobičajeno najhladniji mjesec je siječanj (sr. temp: 0,5 °C), a najtopliji srpanj (sr. temp: 22,2 °C). Maksimalne srednje mjesečne temperature zabilježene su u kolovozu 1992. (24,8 °C), a minimalna srednja mjesečna temperatura u siječnju 1985. (-5,4 °C). (DHMZ, 2021)

Padaline na prostoru porječja Bosuta upućuju na izrazitu kontinentalnost. Južni dio koji uglavnom obuhvaća porječje je pod utjecajem sjevernobosanskih planina, te prima više od 800 mm padalina, dok prostor prema sjeveroistoku prima nešto manje količine srednjih godišnjih padalina. Kod godišnjeg hoda padalina postoje dva maksimuma, od čega je glavni u jesen, a sporedni krajem proljeća i početkom ljeta (svibanj-lipanj) (Pokos i Turk, 2011)



Slika 6. Klimadijagram postaje Slavonski Brod 1963.-2019.

Izvor: DHMZ, 2021

Na grafu (Sl. 6.) stupci prikazuju mjesečne srednjake padalina izražene u milimetrima, a linija kretanje temperature prema mjesečnim srednjacima od 1963.-2019. Najmanje vrijednosti padalina zabilježene su u veljači (44,2 mm). Količina padalina raste zaključno s lipnjem kada je zabilježena najveća količina padalina u promatranom razdoblju i iznosi 86,8 mm. Slično je i u narednom mjesecu gdje padaline prelaze 80 mm. Padaline su uglavnom aktivnije u drugoj polovici godine, te su izuzev prosinca, vrijednosti iznad 60 mm. Najniža mjesečna srednja vrijednost temperature u promatranom razdoblju zabilježena je u siječnju kada iznosi -0.3 °C.

U narednim mjesecima temperature rastu i vrhunac im je u srpnju kada iznosi 21.5 °C. Temperatura je nešto niža naredni mjesec, a zatim kontinuirano opada.

## 6. Hidrološka obilježja

Hidrološke veličine u prvom redu se dijele na elemente tekućice i elemente porječja (Riđanović, 1993). U nastavku će se prikazati odabrane vrijednosti elemenata tekućice, ponajprije Bosuta kao glavne tekućice, osim protoka čije vrijednosti se na porječju Bosuta mjere isključivo na postaji Vrpolje koja se nalazi na rijeci Biđ. Na sličan način analizirat će se i elementi porječja, gdje će također biti prikazani oni čije vrijednosti postoje i mogu se izračunati pomoću topografske karte ili alata u GIS programu ArcMap. Sukladno naslovu rada važno je napomenuti da će se analizirati vrijednosti i elementi koji obuhvaćaju tok glavne tekućice Bosuta i njegovog porječja isključivo unutar granica Republike Hrvatske.

### 6.1. Elementi tekućice

Kao što je već rečeno, duljina Bosuta najčešće se promatra s Biđem pri čemu u Hrvatskoj iznosi 151 km, dok je duljina od 132 km ona u koju Biđ nije uključen. Širina Bosuta iznosi od 35 do 50 m, dubina je razmjerno mala, te je Bosut prilično plitka rijeka, ponajviše zahvaljujući nanosima mulja kroz prošlost, te mu je tako maksimalna dubina oko 3 m, a najmanja oko 0,5 m. Obale su također niske i pod kontinuiranim erozivnim radom s čestim meandrima. Najmanja visina obala iznosi 2 m, a najveća 7 m.

#### 6.1.1. Izvor ( $h_1$ )

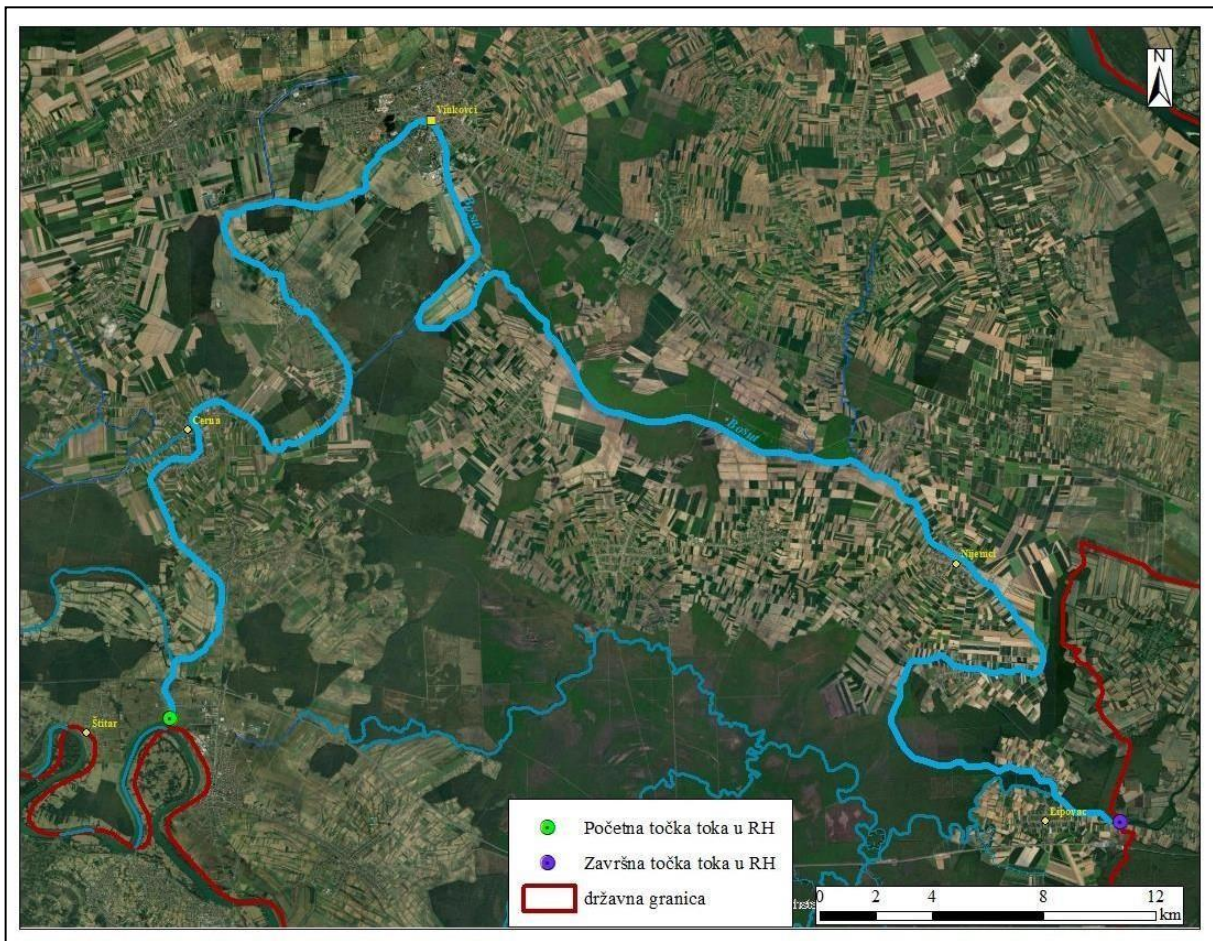
Premda je na početku rada spomenut svojevrsni fenomen Bosuta kao rijeke bez izvora koji se često navodi u mnogim radovima, on je smješten između naselja Štitar, Gradište i Županja,

premda mu je korito znatno manje, a obilježja rijeke koja postoje u većem dijelu toka na ovo području izostaju. Iako Bosut ima nekoliko izvora prihrane vodom iz Save putem malih kanala, kao izvorišni krak toka uzet će se tzv. kanal Bosut koji izvire u Štitaru, te dalje teče sve do sutoka Berave u Biđ kada Bosut dobiva karakteristike veće tekućice. Kanal se nalazi na  $45^{\circ}05'51.5''N$  i  $18^{\circ}40'35.2''E$ .



Sl. 7. Prikaz izvora Bosuta i nekadašnjeg meandra Save na karti

Izvor: <https://zupanjac.net/izvoriste-bosuta>



Sl. 8. Karta s prikazom početne (izvor kod Štitara) i završne točke (kraj toka u RH) toka Bosuta u RH

### 6.1.2. Korito (K)

S obzirom na to da je već poznato kako je Bosut stalnog toka, te da je za ovu kategoriju rijeka potrebna godišnja količina padalina veća od 250 mm, a prosječna godišnja količina padalina za posljednje petogodišnje razdoblje glavnog toka Bosuta 2016. – 2020. iznosi 671 mm (DHMZ, 2021), sa sigurnošću se može zaključiti da je Bosut stalna tekućica, odnosno perenirenda. Širina korita iznosi od 90 do 120 m a današnji izgled mu je oblikovan nekadašnjim erozivnim radom rukavaca rijeke Save čija je prihrana u prošlosti bila od iznimne važnosti za opstanak Bosuta (Ćirić, 2000).

### 6.1.3. Apsolutni pad ( $J_a$ )

Apsolutni pad je visinska razlika između izvora i ušća (Riđanović, 1993). U ovom kontekstu se ipak neće sagledati ušće budući da se isto ne nalazi unutar granica RH, pa će se umjesto ušća sagledati završna točka toka na granici s Republikom Srbijom. Apsolutni pad određuje se pomoću formule  $J_a = h_1 - h_2$ . Točka  $h_1$  u ovom slučaju predstavlja kanal Bosut kod Štitara na  $45^{\circ}05'51.5''\text{N}$  i  $18^{\circ}40'35.2''\text{E}$ , a točka  $h_2$  nalazi se na granici Republike Hrvatske s Republikom Srbijom gdje se tok Bosuta nastavlja ( $45^{\circ}3'20.31''\text{N}$  i  $19^{\circ}6'6.70''\text{E}$ ). Točka  $h_1$  nalazi se na 83 m.n.m, a točka  $h_2$  79 m.n.m, čime se može zaključiti da je apsolutni pad minimalan, odnosno da on u ovoj preciznosti mjerenja iznosi 4 m (Topographic-maps.com, 2021).

### 6.1.4. Relativni pad ( $J_r$ )

Relativni pad predstavlja prosječan pad tekućice koji se iskazuje u metrima na kilometar, premda se može izraziti u postocima ili promilima, a izračunava se pomoću izraza  $J_r = \frac{J_a}{L_{km}}$ , odnosno odnos između apsolutnog pada i duljine tekućice. Bosut skupa s pritokama ima minimalan pad (0,05 – 0,10%). Problem malog relativnog pada vidljiv je prilikom velikih količina padalina kada ono nepovoljno djeluje na odvodnju površinskih voda s poljoprivrednih i drugih zemljišta (prometnice, šume, naselja). S druge strane, kada su padaline minimalne, odnosno za sušnih razdoblja nastaju ekološki problemi u koritu. (Marušić, 2014)

### 6.1.5. Duljina tekućice ( $L_{F-G}$ )

Udaljenost između izvora i ušća, izražena u kilometrima naziva se duljina tekućice (Riđanović, 1993). Prema izvorima, duljina toka Bosuta iznosi 186 km, točnije 151 km u Republici Hrvatskoj, čime se više od osamdeset posto toka nalazi unutar RH (Hrvatska enciklopedija, 2021; DZS, 2018). Ovdje je potrebno razlučiti činjenicu da se Bosut u statistikama najčešće promatra zajedno s Biđem. U kontekstu ovog istraživanja duljina tekućice predstavlja udaljenost između početne točke kanala Bosut kod Štitara i završetka toka u Republici Hrvatskoj. Prema tome, duljina tekućice iznosi ukupno 95,13 km.





#### 6.1.6. Najkraća udaljenost tekućice ( $L_{\min}$ )

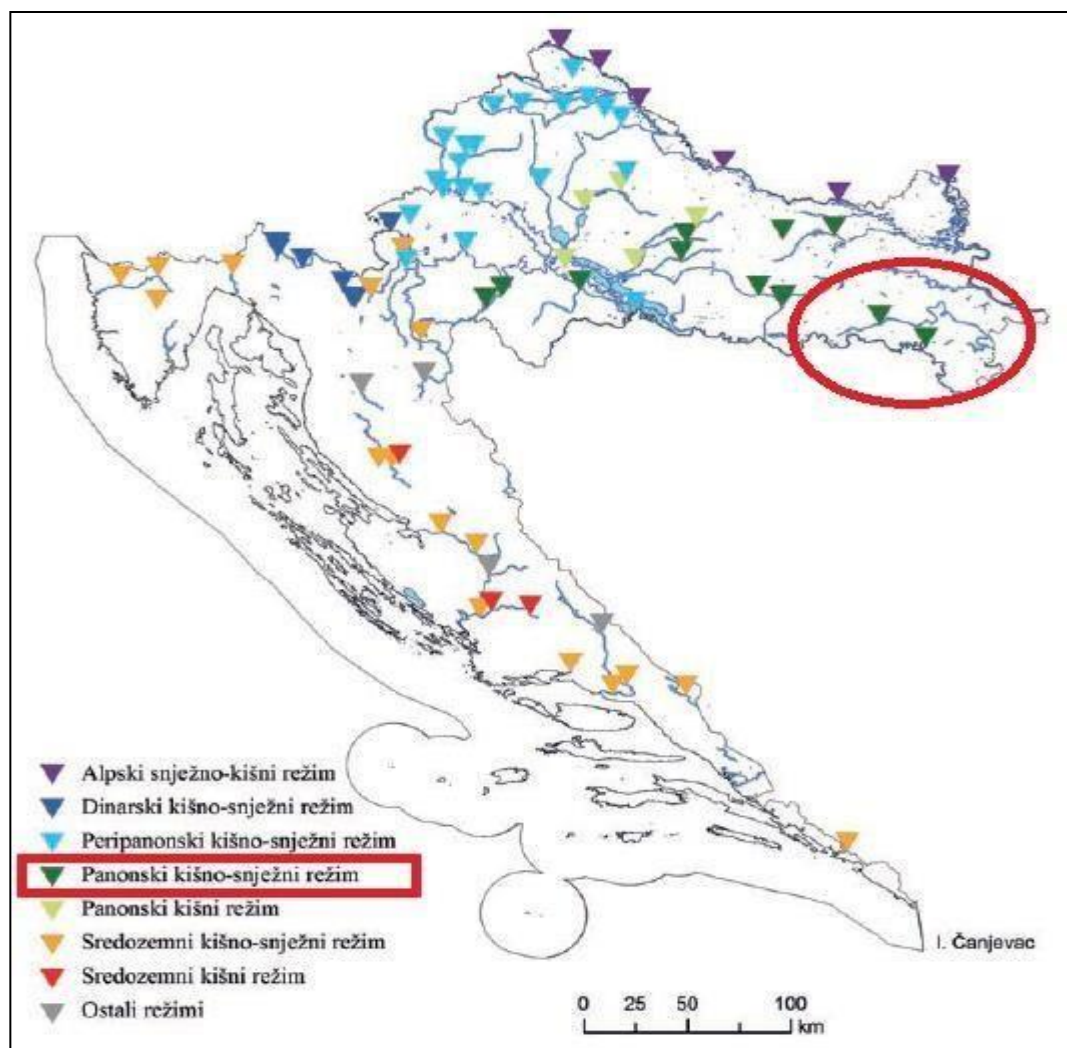
Ova vrijednost u pravilu predstavlja zračnu udaljenost, kao najkraću između izvora i ušća, premda će se kao i druge slične vrijednosti u ovom kontekstu sagledavati udaljenost odabranih točaka, pri čemu zračna udaljenost između kanala Bosut i završetka toka u RH iznosi 34,20 km. (ArcMap, 2021)

#### 6.1.7. Koeficijent razvijenosti tekućice ( $K_1$ )

Izražava se formulom  $K_1 = \frac{L_{km}}{L_{min_{km}}}$  gdje se u brojniku nalazi duljina tekućice, a u nazivniku najkraća zračna udaljenost (Riđanović, 1993). Razvijenost će se i u ovom slučaju promatrati u odnosu između točke  $h_1$  i točke  $h_2$ . Prema već prethodno spomenutim vrijednostima duljine tekućice i zračne udaljenosti odabranih točaka proizlazi da koeficijent razvijenosti Bosuta iznosi  $K_1 = 2,78$ .

#### 6.1.8. Režim (F-r)

Za porječje Bosuta prema nekim izvorima karakterističan je pluvijalni (kišni) režim (Hrvatska enciklopedija, 2021). Drugi također navode izraziti kišni režim voda kontinentske varijante, s visokim vodama u ožujku i travnju, dok su niske vode karakteristične za rujnu i listopad (Pokos i Turk, 2012). Prema tipologiji protočnih režima rijeka u RH (Čanjevac, 2013) porječje Bosuta dio je panonskog kišno-snežnog režima, što je vidljivo i označeno na karti (slika 5), premda uglavnom obuhvaća manje tekućice. Rijeke na ovom području dijelom su heterogene, a režimi variraju od jednostavnih kišnih do onih složenijih s različitim udjelom sniježnice u prihrani. Glavna značajka ovog tipa režima je izraženi proljetni maksimum. Prema pokazateljima (Čanjevac, 2013) minimum protoka je u kolovozu, dok je moguć i sekundarni minimum u siječnju i veljači kada se vrijednosti protoka zadržavaju iznad srednjih godišnjih vrijednosti. (Čanjevac, 2013)



Sl.  
9.

Tipovi protočnih režima rijeka Hrvatske s naznačenim protočnim režimom porječja Bosuta

Izvor: Čanjevac, 2013

#### 6.1.9. Ušće/završna točka toka ( $h_2$ )

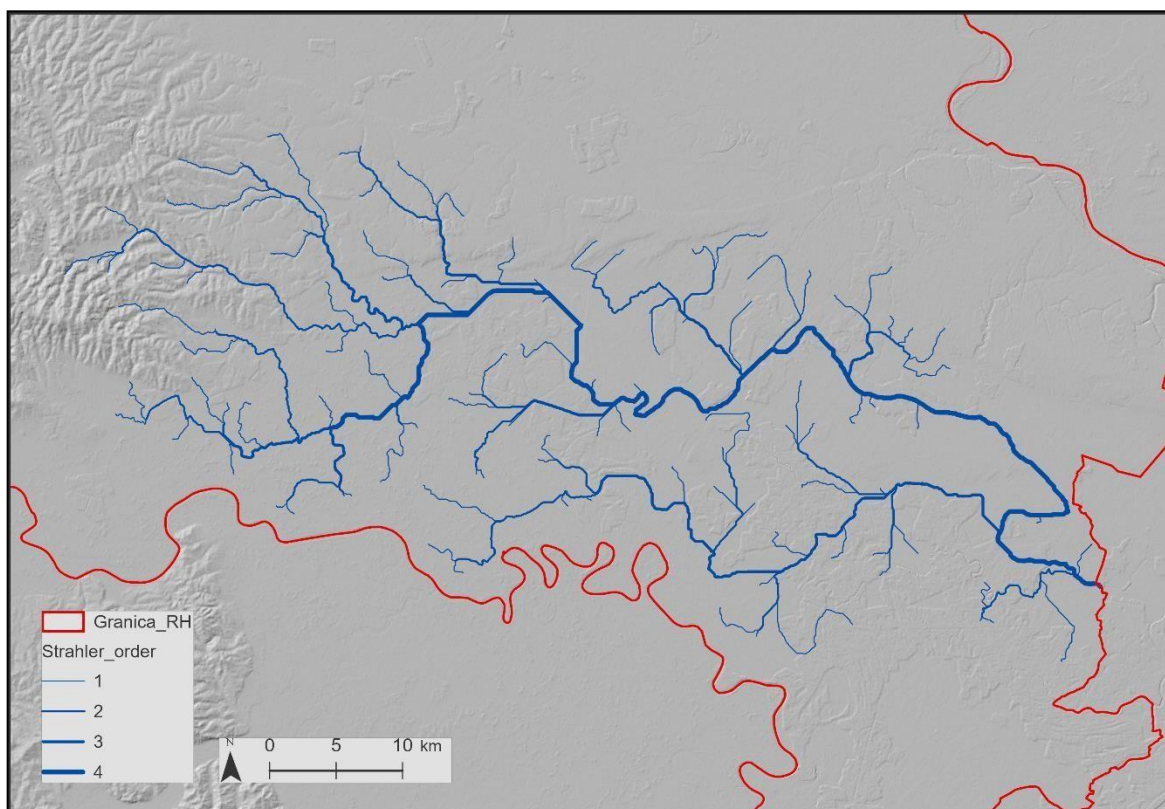
Premda u pravilu  $h_2$  predstavlja ušće tekućice (Riđanović, 1993), zbog činjenice da se ono nalazi u blizini mjesta istoimenog mjesta u Republici Srbiji, a ovdje se tok promatra isključivo unutar granica RH, završna točka se nalazi istočno od naselja Lipovac na granici s Republikom Srbijom, na  $45^\circ 3' 20.31''$  N i  $19^\circ 6' 6.70''$  E. Samo ušće Bosuta u rijeku Savu se pak nalazi u blizini naselja Bosut u Republici Srbiji (Hrvatska enciklopedija, 2021).

Tab. 3. Tablični prikaz analiziranih hidrogeografskih elemenata tekućice

Element	Oznaka	Vrijednost
Početna točka mjerenog toka	$h_1$	45°05'51.5"N, 18°40'35.2"E
Korito	$k$	90 – 120 m
Apsolutni pad	$J_a$	4 m
Relativni pad	$J_r$	0,05-0,10 %
Duljina tekućice	$L_{F-G}$	$h_1-h_2 = 95,13$ km
Najkraća udaljenost tekućice	$L_{min}$	34,20 km
Koeficijent razvijenosti tekućice	$K_I$	2,78
Režim	$F-r$	Panonski kišno-snježni režim
Završna točka toka mjerenog toka	$h_2$	45° 3' 20.31" N, 19° 6' 6.70" E

Izvori: Maps.ie, 2021; Riđanović, 1993; ArcMap, 2021; Čanjevac, 2013

Iako postoji još elemenata koji se mogu valorizirati u kontekstu hidrogeografskih podataka o tekućicama, zbog nedostatka podataka neće biti analizirani. Neki od tih odnose se na protok i specifično otjecanje za rijeke Bosut, Spačvu, Studvu, Beravu, koji se vjerojatno zbog karakteristika ovdašnjih rijeka na stanicama DHMZ-a ne bilježe. Također je značajna Strahlerova klasifikacija, kvalitativna hidrogeografska vrijednost koje se primjenjuje u grupiranju rijeka. Strahler tako grupira tekućice u pojedine redove, pri čemu u prvi red spadaju sve izvorišne tekućice. Drugi red zauzimaju one tekućice koje nastaju spajanjem dvaju izvorišnih krakova. Time su pojedinačni tokovi kao izvorišni kraci u prvom redu. Spajanjem toka drugog reda nastaje tok trećeg itd. (Riđanović, 1993)



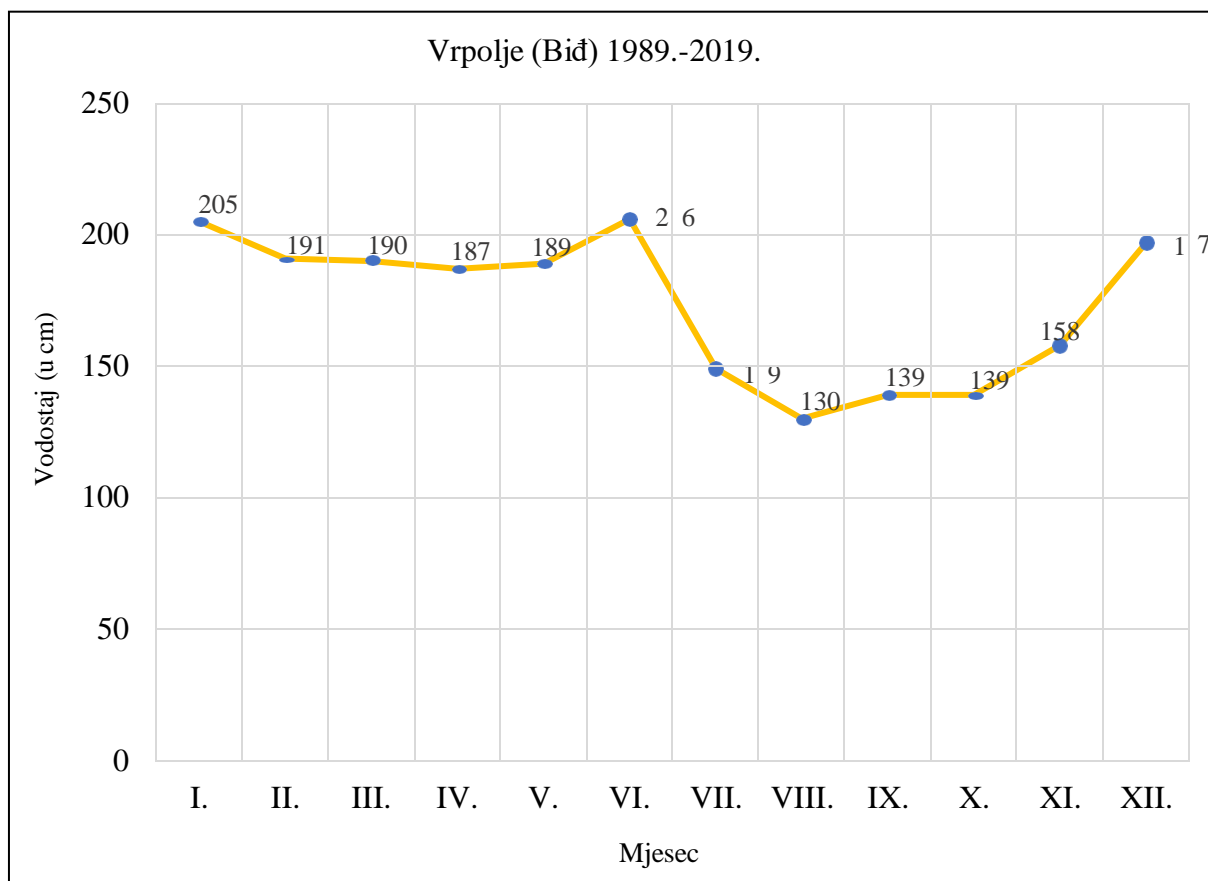
Slika.10. Karta porječja prema Strahlerovoj klasifikaciji tekućica

Izvor: EU-DEM, 2021

## 6.2. Srednji godišnji vodostaji

U nastavku će biti prikazani podaci o srednjim vrijednostima vodostaja prema podacima dobivenim od DHMZ-a. Glavne postaje čiji će podaci biti prikazani uključuju: Vrpolje (Biđ), Cerna (Biđ), Vinkovci (Bosut), Otok (Spačva), Nijemci (Bosut). Ti podaci uključuju srednje mjesečne vrijednosti vodostaja (u cm) u proteklih 30 godina, točnije od 1989.-2019.

Prva je prikazana postaja mjerna stanica Vrpolje na rijeci Biđ, u Brodsko-posavskoj županiji. Vrijednosti se na stanici nominalno bilježe od 1950. naovamo. Podaci izostaju za 2004. i 2005. godinu

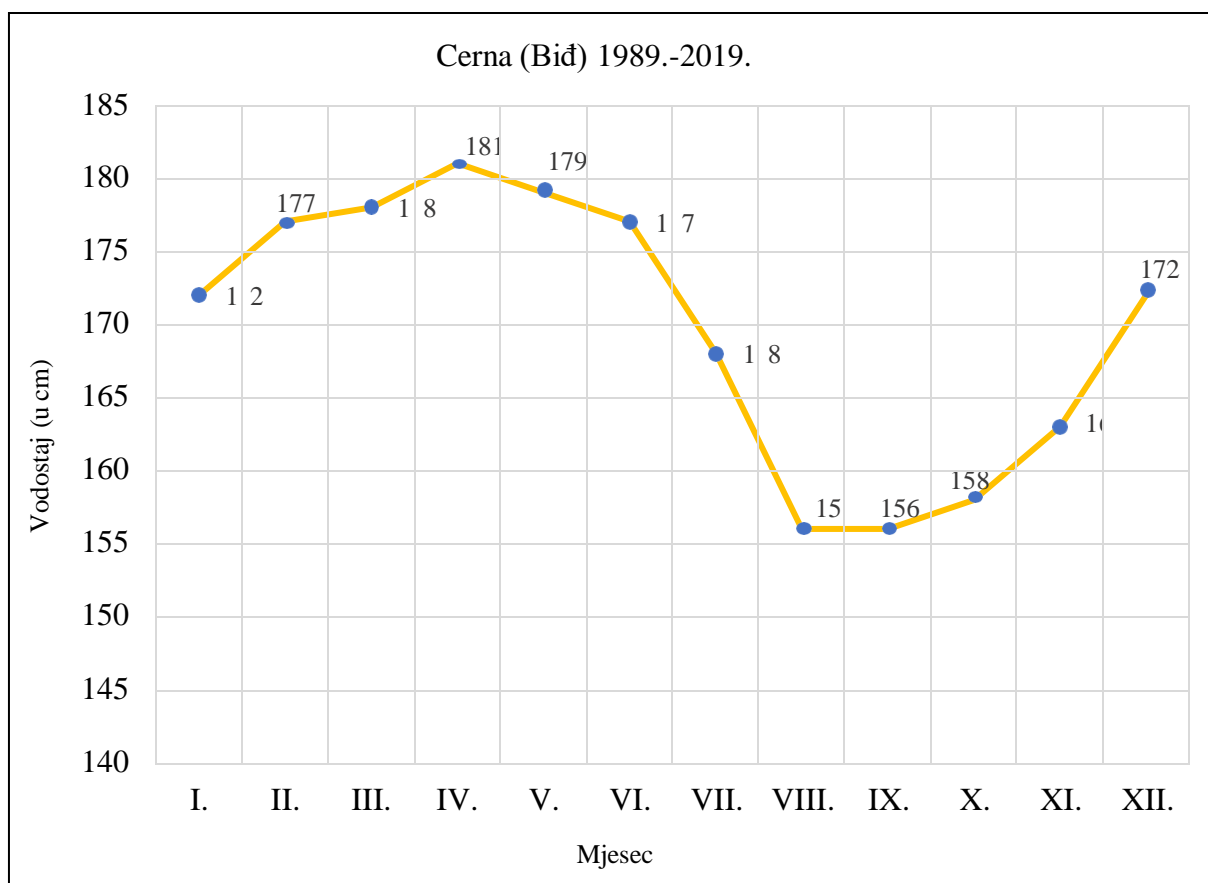


Sl. 11. Kretanje srednjih mjesečnih vodostaja na postaji Vrpolje (rijeka Biđ) 1989.-2019.

Izvor: DHMZ, 2021

Uvidom u graf (Sl. 11.) najveća srednja mjesečna vrijednost vodostaja za razdoblje petogodišnjih vrijednosti od 1989.-2019. primjećuje se u lipnju (206 cm), premda je vrijednost gotovo jednako velika i u siječnju. Nešto niže, ali vrijednosti bez većih odstupanja mogu se primijetiti u narednom razdoblju od veljače do svibnja. Najveći pad vodostaja vidljiv je nakon lipnja sve do kraja listopada. Najniža je vrijednost vodostaja u kolovozu kada iznosi 130 cm. Prosjek navedenih srednjih vrijednosti iznosi 173 cm. (DHMZ,2021)

Cerna je postaja na području istoimenog naselja gdje se Biđ i Berava spajaju u Bosut. Mjerenja traju kontinuirano od 1951. do 2019. godine s izuzetkom podataka za 1991. i 2005. Površina slijevnog područja koji stanica mjeri iznosi 821 km<sup>2</sup>.

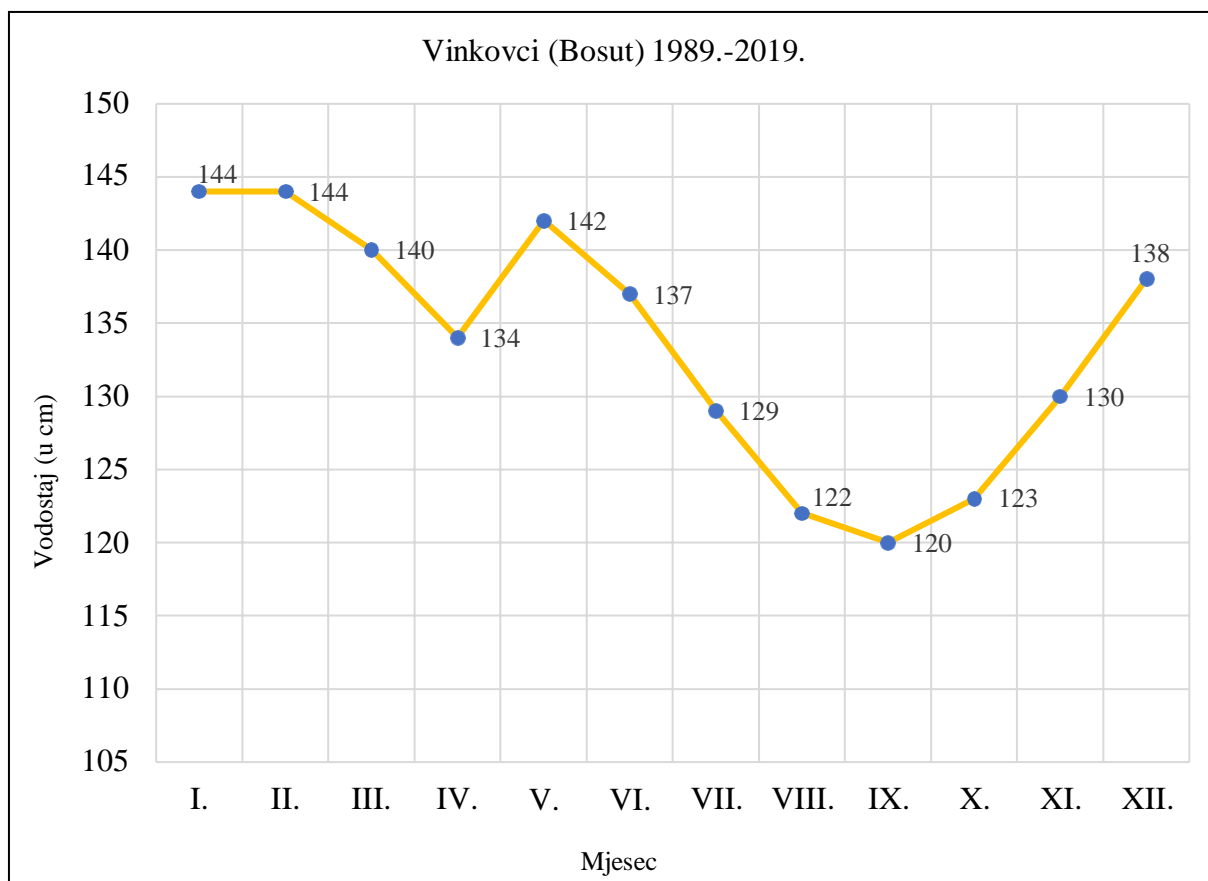


Sl. 12. Kretanje srednjih mjesečnih vodostaja na postaji Cerna (rijeka Biđ) 1989.-2019.

Izvor: DHMZ, 2021

U prikazanom razdoblju na grafu (Sl. 12.) vidljiva je najveća zabilježena srednja vrijednost u travnju (181 cm). Budući da se postaja Cerna, kao i prethodna postaja Vrpolje odnosi na istu rijeku Biđ može se zaključiti da su srednje mjesečne vrijednosti na slivu Cerne nešto niže. Primjetno je kontinuirani pad vodostaja od lipnja do listopada, kada ponovno raste. Najniži srednji mjesečni vodostaj za postaju Cerna 1989.-2019. za petogodišnja razdoblja zabilježen je u kolovozu i rujnu kada iznosi 156 cm. Prosjek srednjih mjesečnih vrijednosti za promatrano razdoblje iznosi 170 cm. (DHMZ, 2021)

Postaja Vinkovci nalazi se oko 1 km nizvodno od stare brane na Bosutu u Vinkovcima. Površina sliva na stanici Vinkovci iznosi 1002 km<sup>2</sup>. Vrijednosti na postaji su bilježene od početka 1988. godine kada je stanica uključena u hidrološku mrežu DHMZ-a od strane VRO Biđ-Bosut, prema tome nisu zabilježeni podaci od 1950. kao kod drugih stanica. (DHMZ, 2021)



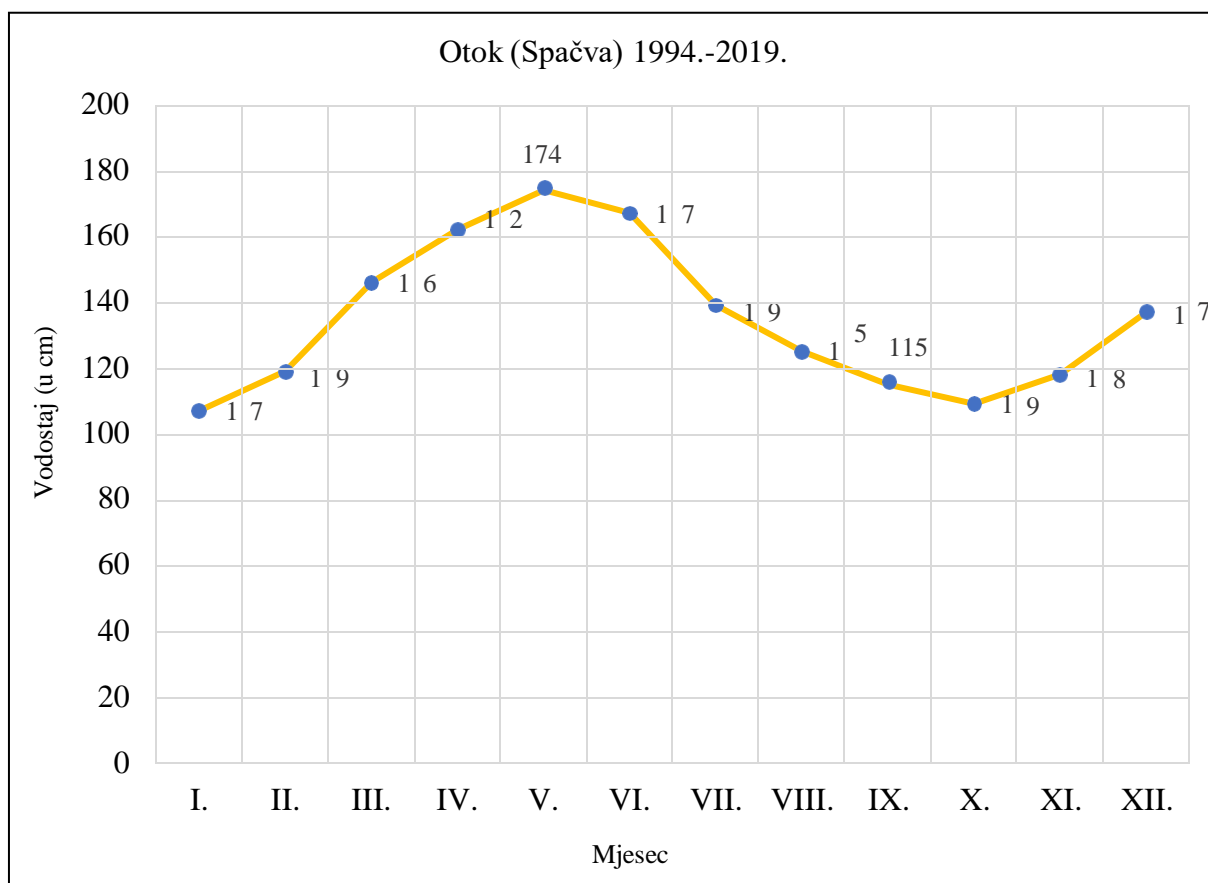
Sl. 13. Kretanje srednjih mjesečnih vodostaja na postaji Vinkovci (rijeka Bosut) 1989.-2019.

Izvor: DHMZ, 2021

Na grafu (Sl. 13.) koji prikazuje sliv Bosuta na području mjerne postaje Vinkovci. Za prikazano razdoblje vrijede male oscilacije u vodostaju prva tri mjeseca, s tim da su u siječnju i veljači vrijednosti najveće, te potom slijedi pad u travnju. Vodostaj ponovno raste u svibnju kada slijedi kontinuirani pad do rujna u kojem je zabilježena najniža razina od 120 cm, nakon čega isti ponovno raste (DHMZ, 2021).

Mjerna postaja Otok nalazi se na rijeci Spačvi, a mjerenja su dostupna od 1989. do 1993., zatim mjerenja prestaju sve do 1999. Nakon toga podaci su do 2019. uglavnom stalni, osim 2017. godine kada podataka nema.



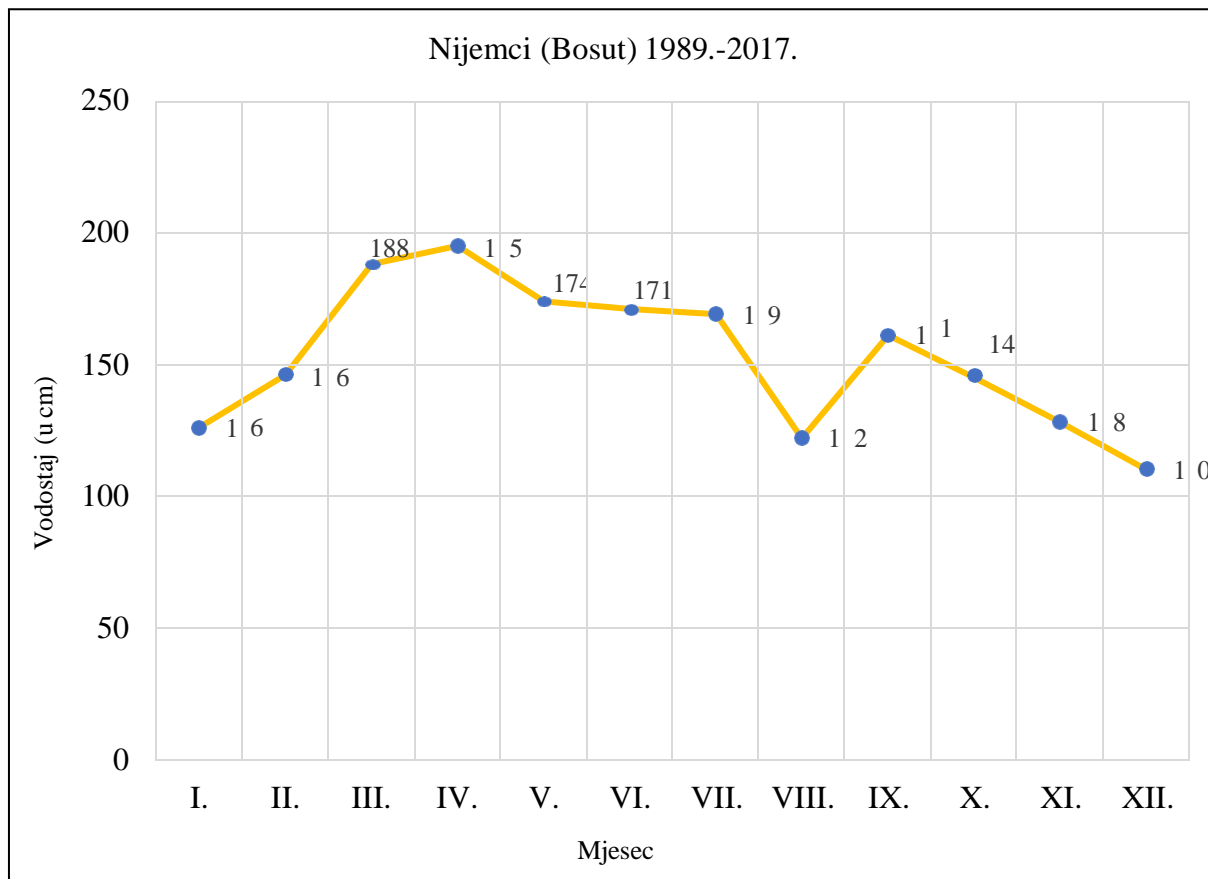


Sl. 14. Kretanje srednjih mjesečnih vodostaja na postaji Otok (rijeka Spačva) 1994.-2019.

Izvor: DHMZ, 2021

Postaja Otok mjeri ukupno 202 km<sup>2</sup> porječja rijeke Spačve. Na grafu (sl. 14.) je vidljiv rast vodostaja od siječnja do svibnja kada se bilježi najveća vrijednost od 174 cm. Nakon toga u narednom mjesecu slijedi manji pad razine vode u koritu, nakon čega dolazi kontinuirani pad do listopada i potom porast vodostaja. Najniži zabilježeni vodostaj je u siječnju, a njegova je vrijednost za samo 2 cm veća u listopadu. Krajem oba mjeseca vrijednosti u narednom razdoblju rastu. Prosječna vrijednost mjesečnih srednjaka u promatranom razdoblju iznosi 135 cm. (DHMZ, 2021)

Vodostaji se na mjernoj stanici Nijemci bilježe neprekidno od 1951. do početka Domovinskog rata kada mjerenja prestaju sve do 2001., odnosno nakon obnove stanice. Početkom 2002. godine stanica prelazi pod nadležnost DHMZ-a, te budući da u tom periodu nije bilo moguće naći motritelja, podaci izostaju za 2002. i 2003., ali se nadalje kontinuirano bilježe. Površina sliva pod nadzorom stanice je 1670 km<sup>2</sup>.



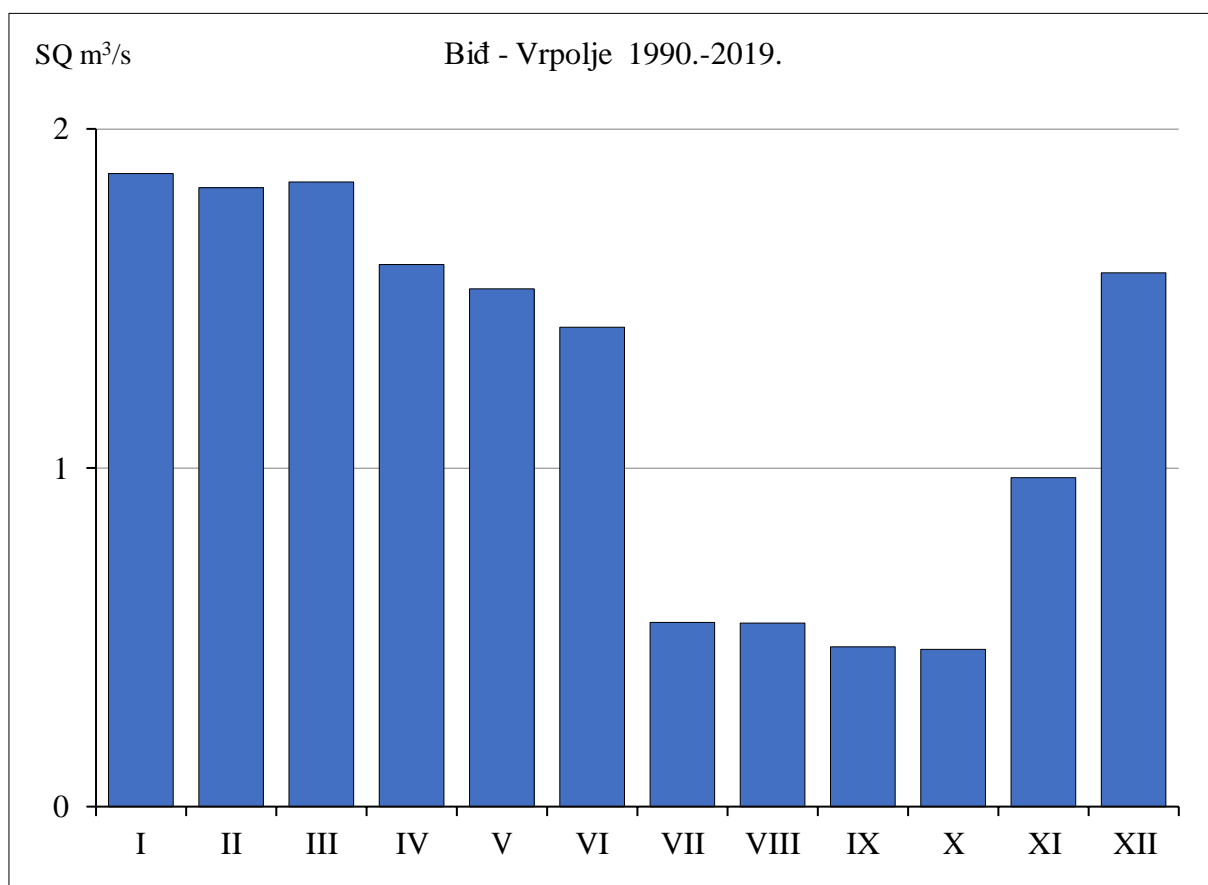
Sl. 15. Kretanje srednjih mjesečnih vodostaja na postaji Nijemci (rijeka Bosut) 1989.-2017.

Izvor: DHMZ, 2021

Prosjek srednjih mjesečnih vrijednosti u promatranom razdoblju na postaji Nijemci je nešto veći (153 cm) nego u slučaju mjerne postaje Vinkovci (134 cm), premda se obje nalaze na istoj rijeci, iako se prva postaja nalazi u donjem toku rijeke na području Spačvanskog bazena. Od početka godine vrijednosti rastu zaključno s travnjem, potom slijedi manji pad razine vode do srpnja. Primjetan je pad u narednom kolovozu, nakon čega slijedi ponovni rast u listopadu, za koji je karakteristično povećanje padaline, stoga ovakav podatak ne iznenađuje. Od listopada pa sve do prosinca slijedi ponovni pad razine vode, pri čemu je najmanja razina upravo u prosincu, te iznosi 110 cm (DHMZ, 2021).

### 6.3. Protok

Kao što je navedeno na početku poglavlja, protok je važna hidrološka vrijednost koja predstavlja količinu vode koja otječe u jedinici vremena kroz mokri profil tekućice, odnosno dio poprečnog presjeka korita koji je ispunjen vodom. Mjerenje protoka na Bosutu i manjim pritocima zbog sporog otjecanja ne postoji, te mjerenja postoje samo na postaji Vrpolje na rijeci Biđ. U nastavku će biti prikazane srednje vrijednosti protoka na rijeci Biđ kod mjerne stanice Vrpolje.

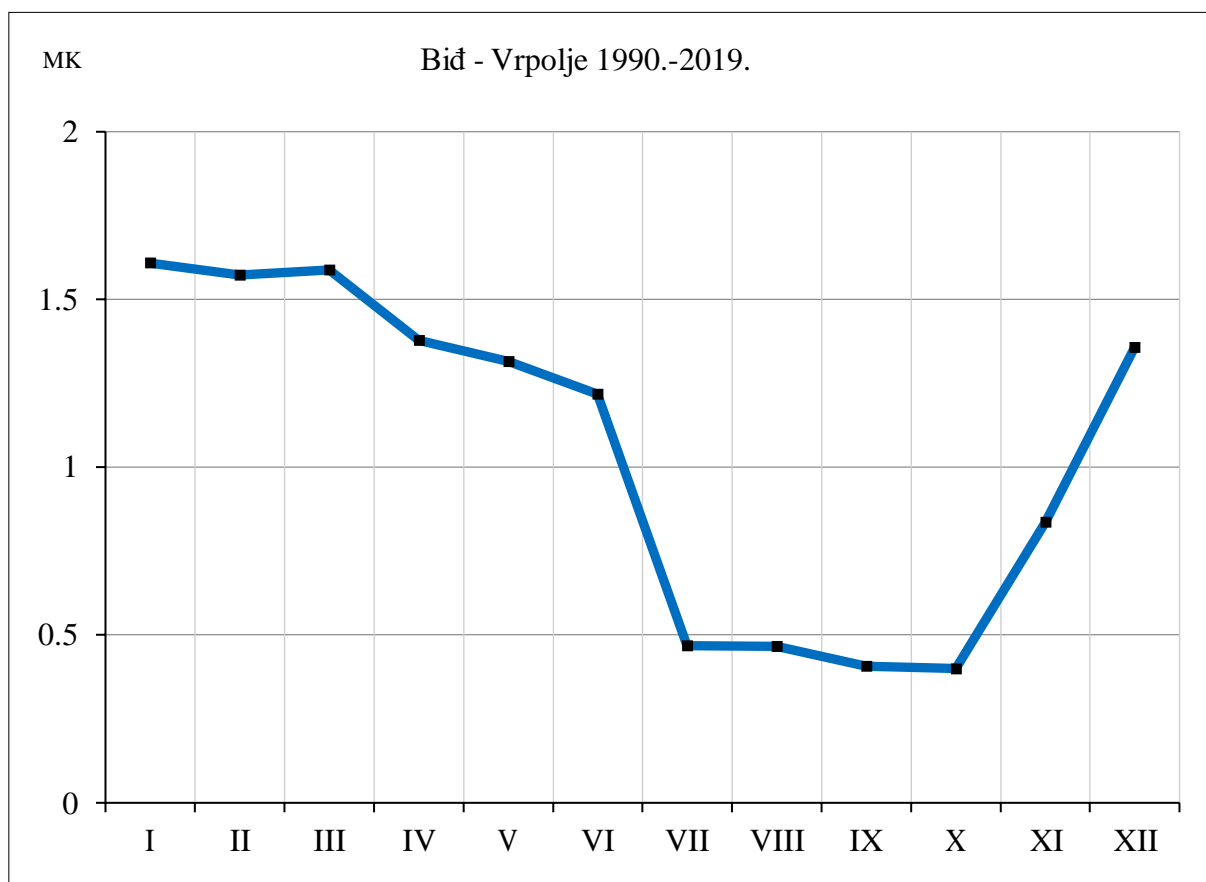


Sl. 16. Srednje mjesečne vrijednosti protoka na hidrološkoj postaji Vrpolje ( rijeka Biđ) 1990.-2019.

Izvor: DHMZ, 2021

Vrijednosti protoka na rijeci Biđ bilježe se jedino na mjernoj stanici Vrpolje i to od 1990. Podaci nedostaju za 2004. i 2005. zbog radova na postaji, kao i 2017. godinu. Graf (Sl. 17.) pokazuje srednje mjesečne vrijednosti protoka od 1990. do 2019. Najmanji srednjaci protoka zabilježeni su u listopadu ( $0,465 \text{ m}^3/\text{s}$ ). Protok je nešto veći prethodna tri mjeseca iako je vrijednost i dalje ispod  $1 \text{ m}^3/\text{s}$ . Količina protoka ponovno raste u studenom i prosincu . Najveće

vrijednosti protoka zabilježeni su u prva tri mjeseca srednjaci uglavnom prelaze 1,8 m<sup>3</sup>/s, s tim da su najveće vrijednosti u siječnju.



Slika 17. Modularni koeficijent srednjih mjesečnih vrijednosti protoka za hidrološku postaju Vrpolje 1990.-2019.

Izvor: DHMZ, 2021

U elaboratu "*Bilanca voda Biđ-bosutskog sliva - mogući izvori voda za navodnjavanje*" (2010) su zabilježene vrijednosti protoka na Bosutu i to u Vinkovcima (0,5 m<sup>3</sup>/s), te na kraju hrvatskog toka na pregradi Lipovac gdje je vrijednost nešto veća i iznosi 1,0 m<sup>3</sup>/s. Iako je Bosut svojim tokom povezan s Biđem, vidljivo je da je potonja rijeka količinom protoka ispred Bosuta (Vodoprivredno-projektni biro, 2020).

## 6.4. Elementi porječja

Porječje predstavlja dio Zemljine površine odakle se tekućice ulijevaju u jednu rijeku. Kroz određeno razdoblje porječje je sklono raznim promjenama poput promjene smjera riječnog toka, produženja ili skraćanja toka, itd. (Hrvatska enciklopedija, 2021). Iako su u ovom radu kao glavni pritoci koje u užem smislu uključuju porječje izdvojeni Biđ, Berava, Spačva i Studva, pomoću alata u programu ArcMap izdvojeni su dodatni pritoci i kanali.

U nastavku će se analizirati odabrane hidrogeografske vrijednosti, dok će neke zbog nedostatka podataka ili irelevantnosti u odnosu na temu rada biti izuzeti.

Tab. 4. Iznosi odabranih elemenata porječja Bosuta

Element	Oznaka	Vrijednost
Površina porječja	$F$	2572 km <sup>2</sup>
Najmanja širina porječja	$B_{min}$	≈ 10 m
Najveća širina porječja	$B_{max}$	32,28 km
Prosječna širina porječja	$B_m$	17,03 km
Najniža točka porječja	$H_{min}$	76,20 m.n.m
Najviša točka porječja	$H_{max}$	193,5 m.n.m
Indeks reljefa	$H_E$	117,3
Relativni reljef	$R_r$	1,23

Izvor: Hrvatska enciklopedija; Open Street Map, 2020; topographic-map.com

Širina porječja je mjerena uz pomoć alata *Measure* na programu ArcMap 10.7. Povučene su dvije horizontalne dijagonale usporedne s porječjem odnosno vizualno procijenjenim točkama porječja.

Kod mjerenja širine porječja analizirane su sve pritoke, uključujući kanale nastale i modificirane antropogenim djelovanjem, pa se tako dobivena širina odnosi na udaljenost

između kanala Dren u blizini Vinkovaca i rijeke Brežnice u blizini općine Bošnjaci, dok se kod mjerenja najmanje širine nisu u obzir uzimali umjetni kanali koji se direktno vertikalno ulijevaju u Bosut, pa je prema tome najkraća izmjerena širina kod pritoke Biđa u Bosut u naselju Cerna.

Najviša i najniža točka uobičajeno se mjere na topografskim kartama, a služe za mjerenje indeksa reljefa. U ovom slučaju, zbog nedostatka topografskih karata i širine porječja Bosuta, najniža i najviša nadmorska visina određene su putem alata digitalnog modela reljefa na web-stranici [topographic-map.com](https://en-gb.topographic-map.com). Prethodno je spomenut mali relativni pad Bosuta, no treba reći da također ne postoje velika odstupanja u pogledu reljefa niti u slučaju njegovog porječja.

Uvidom u kartu najviša nadmorska visina nalazi se na izvoru potoka Breznice u gori Dilj i iznosi 193,5 m.n.m. Najniža točka prema karti se nalazi na nekoliko mjesta, najviše u području spačvanskog bazena koji je sam po sebi djelomično močvarni prostor niže nadmorske visine od okolice. Uz dio toka rijeke Spačve, ali i njene pritoke Ljubnja, te Studve, najniža točka nalazi se na 76,20 m.n.m. (<https://en-gb.topographic-map.com/>)

Vrijednosti u prethodnoj sekciji služe za određivanje indeksa reljefa koji predstavlja razliku između najviše i najniže točke u porječju, a izračunava se iz izraza  $H_E = H_{max} - H_{min}$ . U tom slučaju indeks reljefa iznosi 117. (Topographic.maps.com, 2021)

Pomoću indeksa reljefa izračunava se sljedeći element porječja - relativni reljef, kojim se izračunava odnos između indeksa reljefa i duljine porječja, prema formuli:  $R_r = \frac{H_E}{L_E}$ .

Budući da je u prethodnim poglavljima naglašeno da se duljina porječja najčešće izjednačava s duljinom glavne tekućice, tako je i u slučaju porječja Bosuta.

$$R_r = \frac{117,3}{95,13} = 1,23$$

Iznos relativnog reljefa, kao i ostale vrijednosti povezane s reljefom u slučaju Bosuta kao nizinske rijeke je nema veliki značaj.

Postoje dodatni parametri poput površinske ili podzemne razvodnice, te primjerice koeficijenta asimetrija porječja koji se mogu analizirati u okviru porječja, premda nisu razmatrani jer cjeloviti podaci nisu dostupni. Također je važno je napomenuti da se ovakve razvodnice, prije svega površinska, lako određuje u krajevima s izrazitim reljefom, dok se u ravničarskim predjelima, kojima pripada i porječje Bosuta ona jedva primjećuje. (Riđanović, 1993)

## **7. Analize promjena rijeke i porječja Bosuta**

U ovom poglavlju analizirat će se odabrane promjene u prostoru porječja Bosuta unazad više od 150 godina, po međurazdobljima. Zbog manjkavosti nekih podataka, slabe preglednosti određenih topografskih karata, kao i nemogućnosti jednake kategorizacije nekih klasa u analizama, međurazdoblja svih analiza neće uvijek biti u istim vremenskim intervalima.

Prve analize odnosile su se na odabrane hidrogeografske parametre, promet i infrastrukturu. Za te su potrebe korištene starije topografske i digitalne ortofoto-karte.

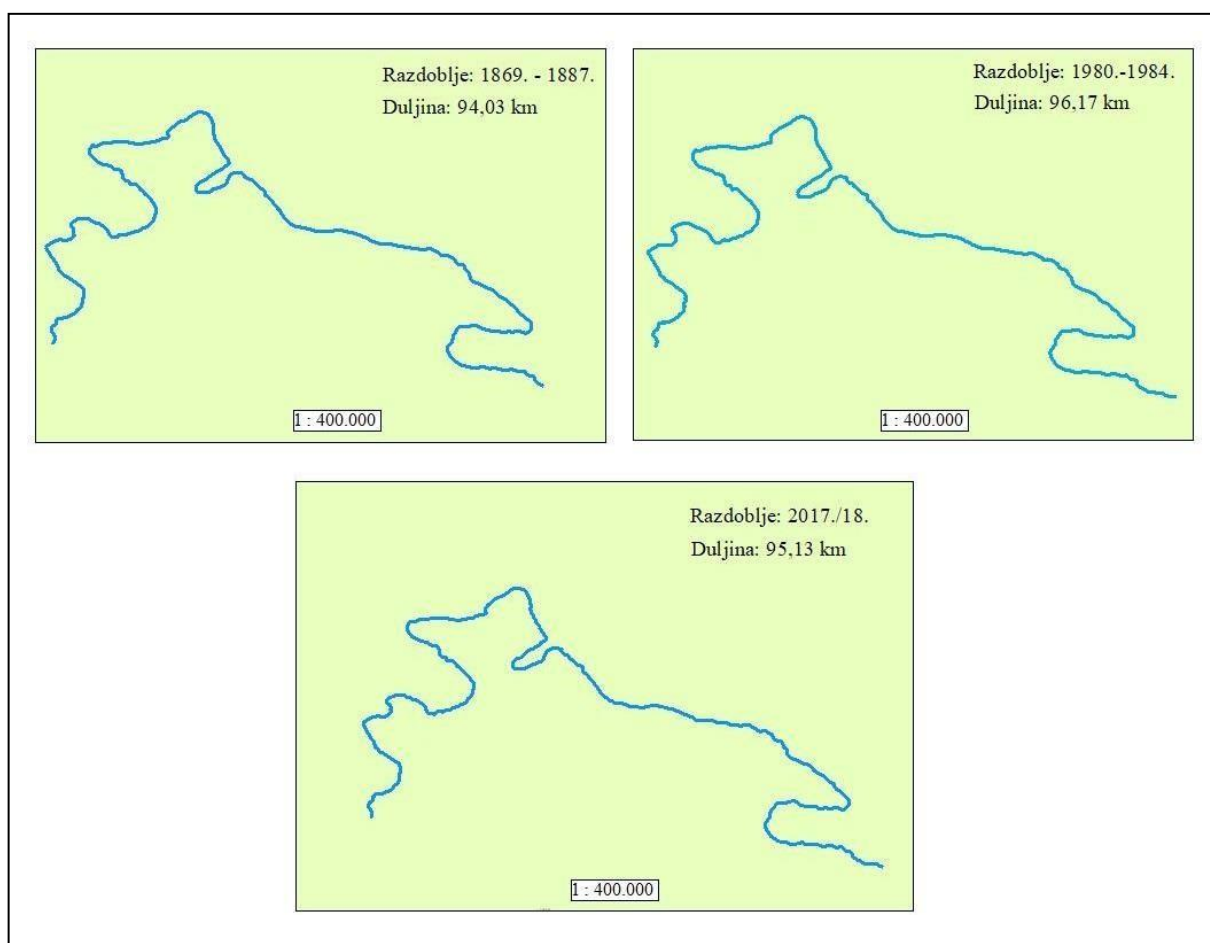
1. Topografska karta treće vojne izmjere Austrougarske monarhije 1869. – 1887.
2. Topografska karta (TK100) 1980.- 1984.
3. Digitalna ortofoto-karta 2017./18.

Osim analiza promjena na kartama koje će se u prvom planu odnositi na hidrogeografske, prometne i infrastrukturne promjene, analize promjena također obuhvaćaju stanje zemljišnog pokrova Republike Hrvatske 1980.-2018.

### **7.1. Analiza promjene duljine i koeficijenta razvijenosti Bosuta**

U prethodnim poglavljima rada izračunati su pojedini parametri koji su obuhvaćali porječje rijeke Bosut, ali i oni koji su obuhvaćali samu tekućicu. Međutim, svi su se parametri odnosili na suvremene hidrogeografske karakteristike rijeke i njenog porječja. Ova analiza obuhvaća pregled duljine Bosuta u kilometrima i koeficijenta razvijenosti kroz tri međurazdoblja.

Potrebno je naglasiti da je Bosut široko poznat kao rijeka bez izvora, odnosno rijeka s mnogo izvora od kojih neki više nisu aktivni vodotoci, te s obzirom na činjenicu da Bosut nema karakterističan izvor nalik na rijeku već isti ima karakteristike potoka, u ovom slučaju odlučeno je da će se kao izvor uzeti onaj između Štitara i Županje koji se najčešće kao takav i navodi, premda po nekim izvorima predstavlja potok, a ne rijeku (Hrvatske vode, 2020).



Sl.18. Tok Bosuta i izvorišnog toka (kanal Bosut) kod Štitara s pripadajućom duljinom po razdobljima

Izvor: Arcanum.com, DGU, OSM, 2020.

Tab. 5. Tablični prikaz duljine, zračne udaljenosti između izvora i završetka toka u RH, te koeficijenta razvijenosti

Razdoblje	1869. – 1887.	1980. – 1984.	2017./18.
Duljina	94,03 km	96,17 km	95,13 km
Zračna udaljenost ( $h_1:h_2$ )	32,36 km	34,41 km	33,79 km
Koeficijent razvijenosti ( $K_1$ )	2,91	2,79	2,82

Izvor: Arcanum.com, DGU, OSM, 2020.

U navedenim izračunima uočljiva je duljina Bosuta koja iznosi nešto više od 90 km za svako izračunato razdoblje. S druge strane, statistički podaci uvijek navode duljinu Bosuta od 151 km



na teritoriju RH. Razlog leži u činjenici da se Bosut i Biđ nerijetko promatraju kao jedna cjelina, te po tome, s većim dijelom Biđa kao pritok, duljina Bosuta iznosi 151 km u Hrvatskoj. Prema izračunu duljine vektoriziranog toka rijeke Bosut od izvorišnog toka između Štitara i Županje do završetka toka u Republici Hrvatskoj kod Lipovca, imajući u vidu sadašnje granice Hrvatske, ukupna duljina očekivano je najmanja za najstariji prikaz toka Bosuta od ponuđenih razdoblja. Tako prema karti Treće vojne izmjere iz druge polovice 19. st. Bosut ima duljinu 94,03 km, a zračnu udaljenost između dviju krajnjih točaka od 32,36 km, koja je također od tri izračunate najmanja. S druge strane, zbog najkraće duljine u odnosu na najkraću zračnu udaljenost, koeficijent razvijenosti je najveći te iznosi 2,91. Na karti je tok Bosuta kvalitetno prikazan, gotovo bez većih odstupanja od druga dva prikaza koji su stariji stotinu i više godina. Jedina razlika u izgledu toka u odnosu na druga dva može se vidjeti u završnom dijelu toka.

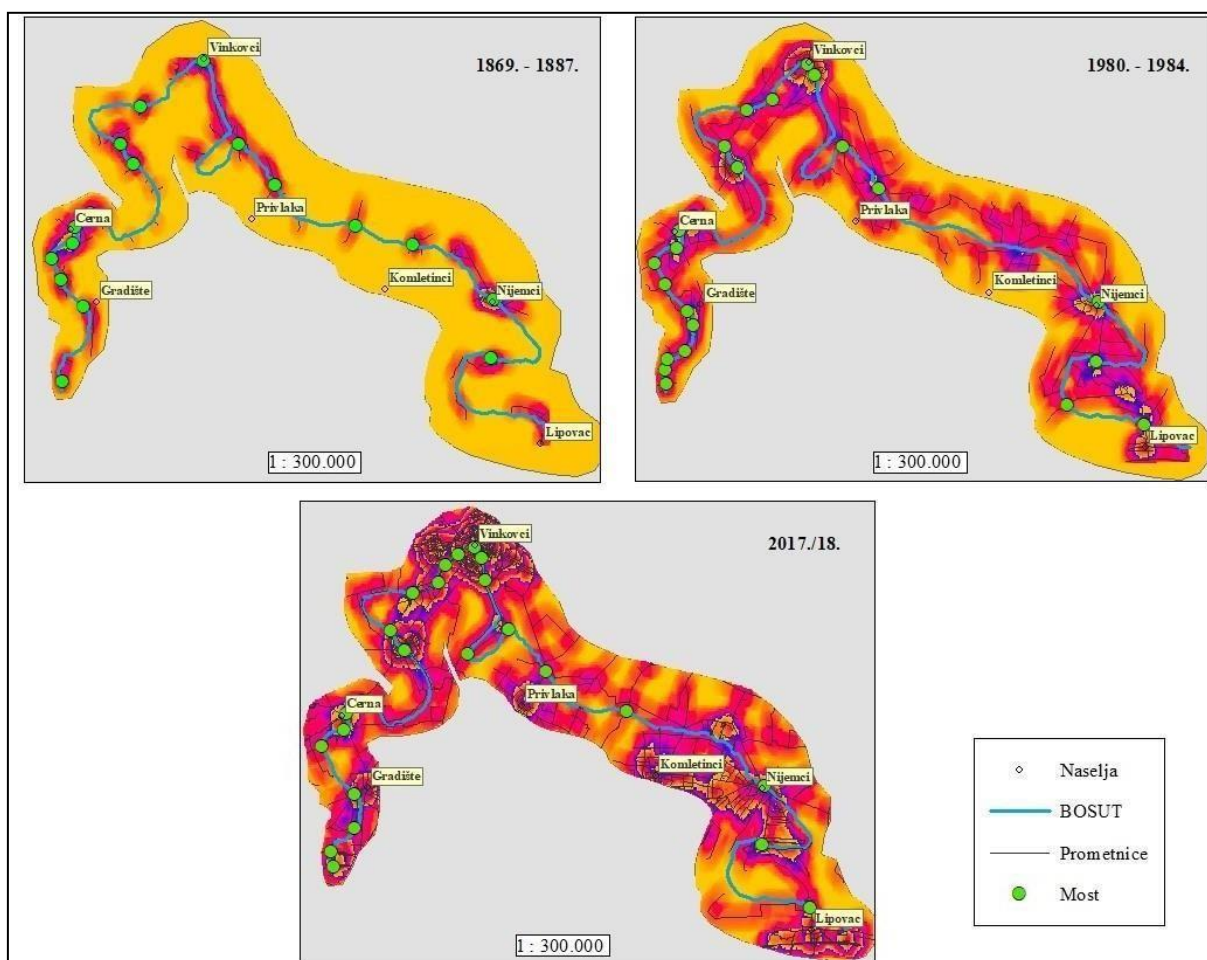
Drugi prikaz odnosi se na tok Bosuta s obzirom na topografsku kartu na kojoj su radile vojne institucije bivše države u periodu početka osamdesetih godina prošlog stoljeća. Karte izrađene pod vojnom ingerencijom ističu se točnošću prikaza, što je slučaj i kod ove karte, a sam tok u odnosu na prethodni prikaz dulji je za oko 2 km. Slično povećanje vidljivo je i kod izračuna zračne udaljenosti, što se može pripisati vremenskom odmaku. S druge je strane iznenađujuće manja duljina i zračna udaljenost na digitalnoj ortofoto-karti iz 2017./18., gdje duljina Bosuta iznosi 95,13 km, a zračna udaljenost 33,79 km. Koeficijent razvijenosti Bosuta nešto je niži od prikaza na prvoj karti, te iznosi 2,82, dok je na topografskoj karti 1980.-1984. koeficijent razvijenosti najmanji i iznosi 2,79. Kada bi se radila usporedba s nekim rijekama prema koeficijentu razvijenosti toka, primjerice Bednjom, koja je, barem duljinom razmjerno bliska Bosutu, možemo reći da Bosut ima veći koeficijent razvijenosti. U slučaju rijeke Bednje on iznosi 1,58.

## **7.2. Analiza prometne mreže i mostova na Bosutu**

Cilj analize je prikazati vizualnu promjenu u gustoći prometnica uz Bosut, kao i mostova i cestovnih prijelaza preko rijeke. Analiza se temelji na vektorizaciji prometnica uočenih na kartama koje predstavljaju stanje s kraja 19. st., s početka 80-ih godina 20.st., te podataka preuzetih s otvorene web-karte *Open Street Map*, koja se koristi u gis programima. Prometnice su s prve dvije karte vektorizirane proizvoljno, premda je vođeno računa o okvirima u kojemu

će prometnice biti prikazane. Unutar tog pojasa analizirane su prometnice prikazane na kartama i to po načelu prvenstva poprečnih prometnica, koje su na kartama uočljivije.

Na osnovi vektoriziranih prometnica proizvoljno je stvoren poligon površine 396,64 km<sup>2</sup> koji predstavlja pojas uz rijeku Bosut. Poprečne linije su od lijeve i desne obale rijeke udaljene manje od 10 km. Taj je poligon u nastavku analize poslužio kao okvir unutar kojega se izračunavala gustoća prometnica. Gustoća nije izražena u četvornom kilometru, hektaru ili nekoj drugoj jedinici, već u odnosu na same jedinice, u ovom slučaju prometnice. Pomoću alata *line density* stvorena je vizualizacija gustoće prometne mreže u odnosu na poligon bez jasne klasifikacije gustoće prometnica. Razlog tomu je nepregledna automatska klasifikacija od strane programa ArcMap 10.3., te se prikaz kao takav svodi na isključivo vizualnu interpretaciju gustoće prometne mreže.



Sl.18. Promjene gustoće prometne mreže uz Bosut kroz međurazdoblja

Izvor: Arcanum.com, DGU, OSM

Prometnice koje prate smjer toka Bosuta, osobito na karti III. izmjere (1869.-1887.) nerijetko su nejasno prikazane, češće upućuju na manje neuređene ceste, puteve ili nasipe. Također,

budući da u prostoru oko Bosuta postoji velika koncentracija šumskih i prijelaznih šumskih područja, na istom segmentu karte mnogo je prikaza šumskih cesta i puteva koji zbog činjenice da nisu unutar naselja, te da su manje prometne važnosti, nisu vektorizirani. Na prvom prikazu najveći je broj prometnica smješten izravno uz naselja, poglavito ona veća poput Vinkovaca, koji su u tom periodu brojili oko 5-6 tisuća stanovnika i bili najznačajnije naselje što ujedno objašnjava postojanje mnogih prometnica. Vinkovci na prikazanoj karti također imaju i najveću koncentraciju uzdužnih prometnica uz Bosut. Naselje poput Gradišta tadašnjim je brojem stanovnika bilo drugo naselje uz Bosut nakon Vinkovaca, premda njegova tadašnja prometna važnost nije imala većeg značaja, ako je zaključiti iz vektoriziranih prometnica. Tako Cerna, tada naselje s nešto više od tisuću stanovnika ima prilično gust raspored prometnica, ali i mostova, što se može povezati s hidrogeografskim značajem, točnije sutokom Biđa u Bosut, kao i dugotrajnom prometnom povezanošću s južnim dijelovima istočne Slavonije. Važnost prometne mreže vidljiva je i na prostoru Nijemaca, danas najveće općine VSŽ, čija je važnost u položaju neposredno uz Spačvanski bazen, kao i istoimenu rijeku. Unutar poligona analizirane su ceste. Prometnice su na topografskoj karti TK100 DGU-a (1980.-1984.) vidljivije i jasnije prikazane, te su isto tako brojnije nego na prethodnom prikazu. Gustoća prometnica je shodno tome mnogo ravnomjernije raspoređena uz Bosut, ponajprije neposredno uz naselja Vinkovci, Cerna, Privlaka, Nijemci, Podgrađe, Apševci, Lipovac, itd. Širenje prometne mreže osobito je vidljivo u potonjim naseljima i općinama na jugoistočnom dijelu toka. Hladnije boje (plava i ljubičasta) predstavljaju gust raspored prometnica. Tu je važno istaknuti i gust raspored naselja oko Lipovca, koji je u periodu prije nastanka topografske karte bio završna točka autoceste tadašnje SR Hrvatske prema SR Srbiji. Posljednja kompozicija prikaza temelji se na podacima Open Street Map-a, čije su prometnice izdvojene putem alata *clip*. Najgušća prometna mreža vidljiva je na prostoru Vinkovaca i jugozapadno, prema Rokovcima, Andrijaševcima i Cerni. Gustoća prometnica vidljiva je i istočnije od Vinkovaca, ponajprije južno od naselja Privlaka prema gradu Otoku, ali i na području općine Nijemci.

Na istom prikazu označeni su mostovi. Hidrološki, Bosut je relativno plitka rijeka, a najveći dio cestovnih prijelaza preko Bosuta nalazi se unutar samih naselja. Na izvorišnom dijelu Bosut prvih 1-2 km ima karakteristike sličnije potoku te postoje drveni mostovi. Oni nisu obuhvaćani analizom zbog prometne nevažnosti. U drugim dijelovima prostor obala Bosuta je slabije naseljen i postoje gusta šumska područja, te je samim time manja potreba gradnje mostova i prijelaza preko rijeke. Tab. 6. prikazuje broj mostova po međurazdobljima.

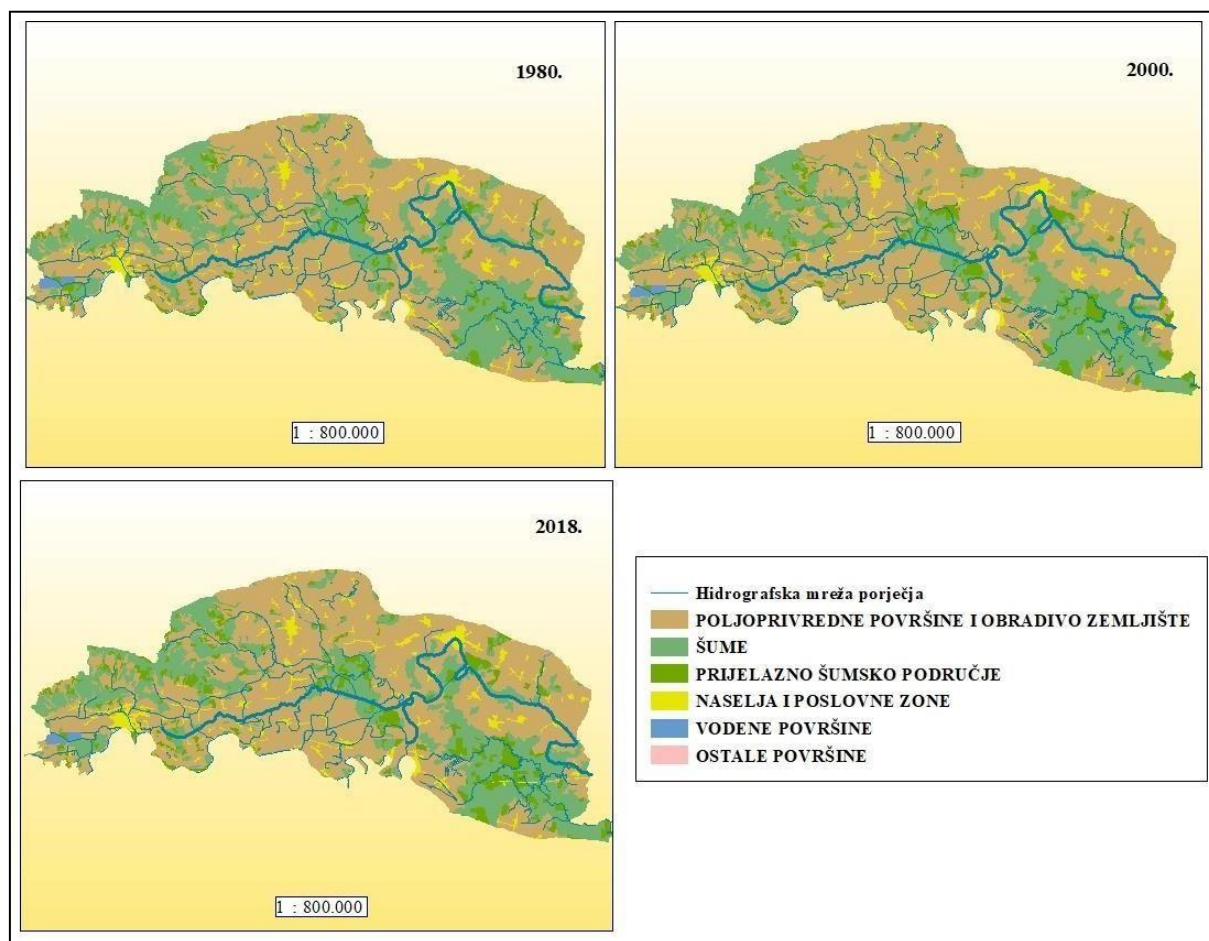
Tab. 6. Broj mostova na preko Bosuta kroz međurazdoblja

Razdoblje	1869.-1887.	1980.-1984.	2017./18.
BROJ MOSTOVA	17	24	24

Izvor: Arcanum.com, DGU, 2021

Može se primijetiti da se broj mostova nije promijenio u posljednjih gotovo 40 godina. Najveća koncentracija mostova je na jugozapadnom dijelu toka završno s Vinkovcima, gdje se nalazi čak 70% mostova. U daljnjem, jugoistočnom dijelu toka prema Republici Srbiji, u obzir treba uzeti faktore poput manje naseljenosti, raštrkanosti naselja, veću pošumljenost, manju prometnu važnost, itd. U obzir treba uzeti i činjenicu da Bosut nije značajno široka rijeka, što uz slabiji geoprometni značaj u odnosu na druge veće hrvatske rijeke, dovodi do zaključka da je su trenutni prijelazi s obzirom na naseljenost adekvatno raspoređeni, te da je postojeći broj mostova dostatan. Rijeka je s druge strane plovna za manje brodice, te je stoga prisutan još jedan oblik prometa na rijeci.

### 7.3. Analiza korištenja zemljišta u porječju



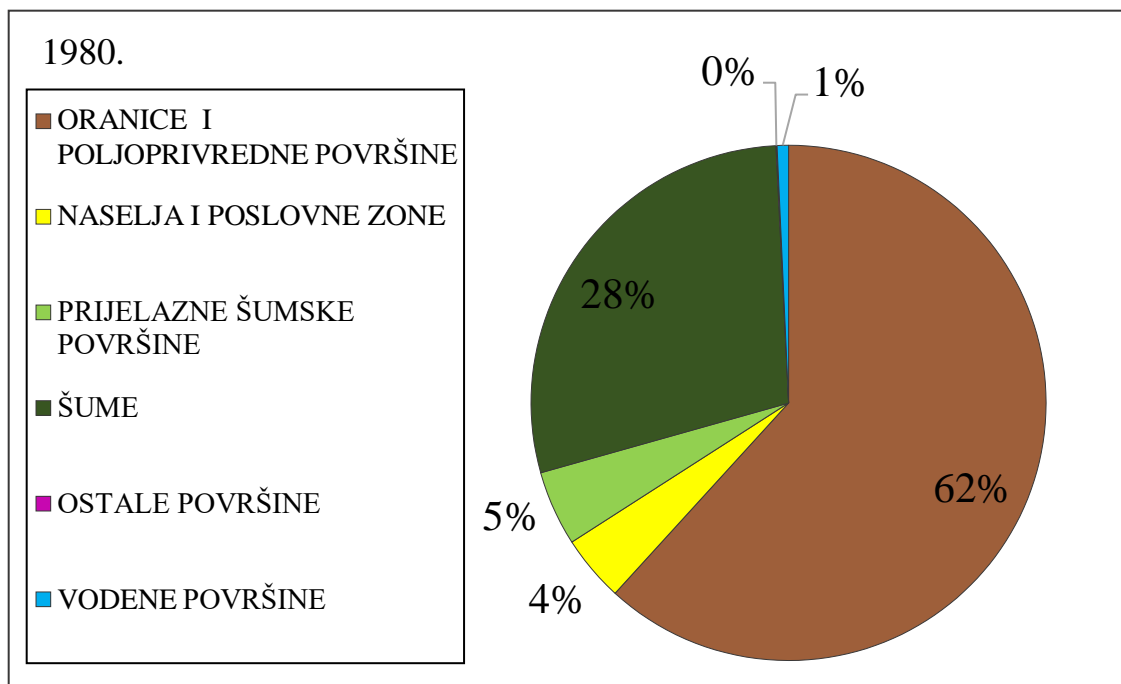
Sl. 19. Korištenje zemljišta u porječju Bosuta 1980., 2000. i 2018. godine

Izvor: HAOP, 2021

Budući da se radi o obuhvatu čitavog porječja Bosuta, te da podaci starijih karata, prvenstveno karte III. izmjere, te topografske karte TK100 nisu dostatni za klasifikaciju zemljišta prema namjeni, ova analiza obuhvatit će međurazdoblja unazad manje od 40 godina, kroz tri godine: 1980., 2000. i 2018. godinu. Cilj je prikazati na koji se način zemljište iskorištavalo prije, te kakvu tendenciju njegovo iskorištavanje ima naovamo. Za analizu je prvotno izdvojen poligon koji predstavlja porječje Bosuta. Klase su preuzete od HAOP-a, a prate standardiziranu CORINE nomenklaturu. Ta je nomenklatura puno opširnija nego je prikazano na slici (Sl. 19.), no zbog potrebe preglednosti nomenklatura je kategorizirana drugačije. U nastavku su podcrtano navedene generalizirane kategorije korištene u ovom radu, te u kurzivu kategorije koje koristi digitalna baza podataka CORINE:

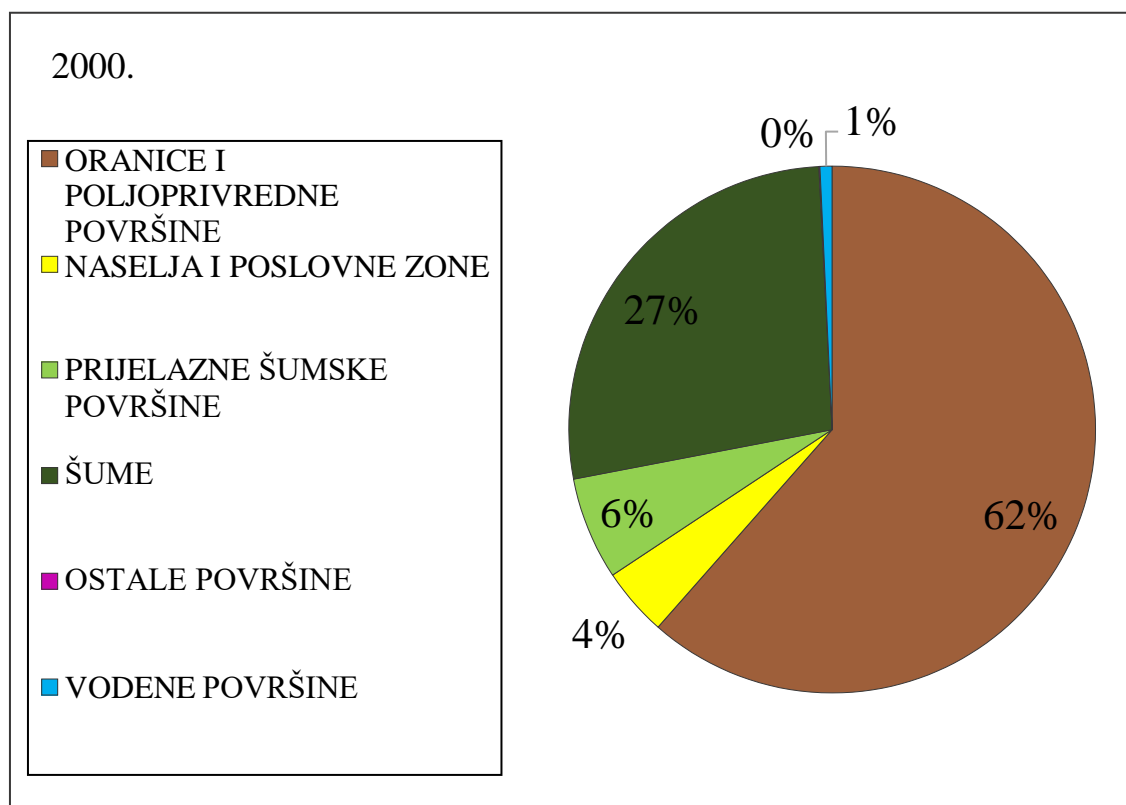
- Poljoprivredne površine i obradivo zemljište: kompleks kultiviranih parcela, nenavodnjavano obradivo zemljište, pašnjaci, pretežno poljodjelska zemljišta s većim područjem prirodne vegetacije, vinogradi, voćnjaci.
- Šume: bjelogorična šuma, crnogorična šuma, mješovita šuma
- Prijelazno šumsko područje: prijelazno područje šume – zaraštanje, grmičasta šuma
- Naselja i poslovne zone: sportsko-rekreacijske površine, cjelovita gradska područja, nepovezana gradska područja, industrijske ili komercijalne jedinice, cestovna i željeznička mreža i pripadajuće zemljište, zelene površine
- Vodene površine: vodotoci; vodene površine ; kopnene močvare
- Ostale površine: mjesta eksploatacije mineralnih sirovina ; plaže, dine, pijesak

Očekivano, najveći udio zemljišta u porječju Bosuta kao izrazito ravničarskom kraju otpada na obradive površine i poljoprivredne kulture. Unutar sva tri razdoblja udio zemljišta nije bitnije promijenjen, odnosno konstantno je veći od 60%. Šume, kojima je porječje bogato, ponajviše u svom istočnom dijelu gdje se nalazi Spačvanski bazen, druge su po udjelu unutar sva tri razdoblja. Treće mjesto zauzima prijelazno šumsko područje, odnosno područje u zarastanju, zatim naseljena područja s prometnom infrastrukturom, te industrijskim i poslovnim zonama. Najmanji udio od prikazanog odnosi se na vodene i ostale površine.



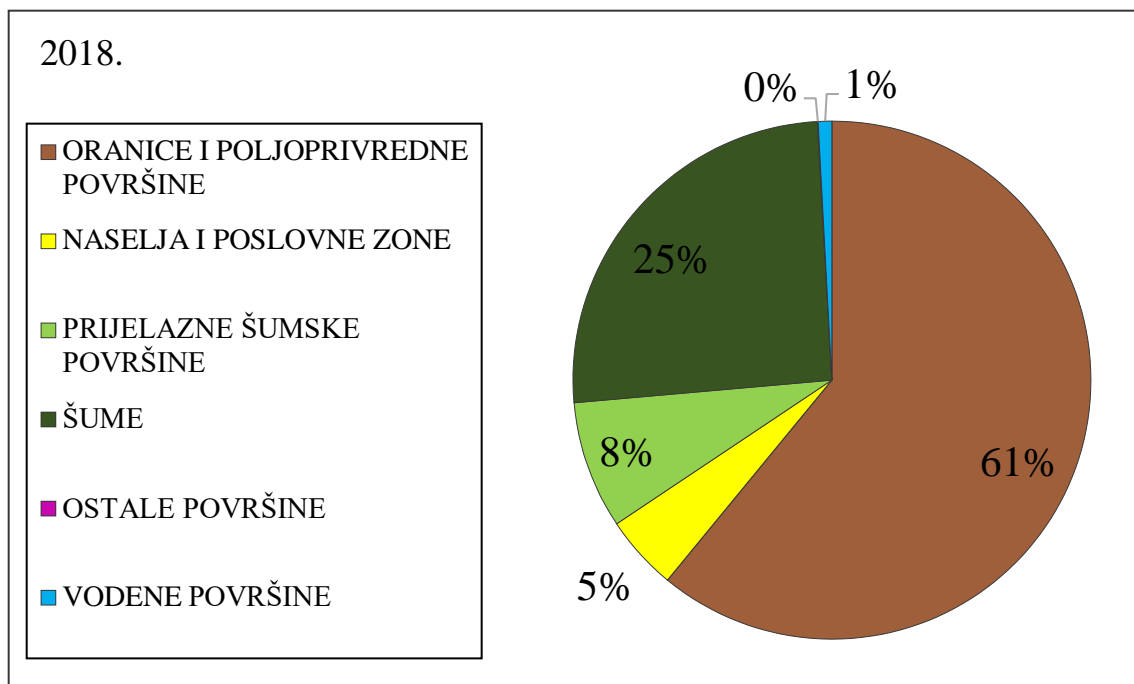
Sl. 20. Korištenje zemljišta u porječju Bosuta 1980.

Izvor: HAOP, 2021



Sl. 21. Korištenje zemljišta u porječju Bosuta 2000.

Izvor: HAOP, 2021



Sl. 22. Korištenje zemljišta u porječju Bosuta 2018.

Izvor: HAOP, 2021

Razvidno je da se udio obradivih zemljišta (oranice i poljoprivredne površine) nije značajnije promijenio. S druge strane, površine šuma smanjile su se za tri postotna boda, s 28% na 25%. S druge strane se broj prijelaznih šumskih površina povećao za jednako toliko postotnih bodova. Trend povećanja prijelaznog područja šume prisutan je i u drugim dijelovima RH, međutim ponegdje zamjenjuje poljoprivredne parcele i oranice, čije se udio smanjuje (Pilić, 2017). U slučaju porječja Bosuta ne može se lako postaviti korelacija između povećanja prijelaznih šumskih površina i obradivih površina. S druge strane, postoji povećanje prijelaznih površina uz smanjivanje šumskih područja. U prostornim planovima Županije navodi se postojanje „ostalog poljoprivrednog tla“, za kojeg se ne može sa sigurnošću utvrditi je li poljoprivredno ili šumsko zemljište, te je kao takvo vjerojatno najbliže prijelaznom području šume. Za takvo je zemljište potrebno osmisliti namjenu, primjerice meliorirati ga i pretvoriti u obradivo tlo. (Izvešće o stanju u prostoru VSŽ, 2017.)

Jednako tako, smanjenje šumskih površina bilo je prisutno i u Brodsko-posavskoj županiji, gdje su se navodili mnogobrojni biotski čimbenici poput bolesti, kao i neki abiotski poput sušenja posavskog hrasta i jasena 10 puta više nego obično. (Izvešće o stanju okoliša BPŽ, 2000.)



## 8. Zaključak

Rezultati istraživanja upućuju na činjenicu da ukupna duljina Bosuta ne iznosi 151 km u Republici Hrvatskoj. Ovakav podatak posljedica je promatranja Bosuta i Biđa kao jedne tekućice. One neizostavno imaju veliku međusobnu važnost, ali i važnost za čitav hidrografski sustav porječja. Duljina Bosuta u Hrvatskoj, izmjerena sa suvremenih dostupnih podloga iznosi 95,13 km. Bosut je, prema dostupnim podacima, nastao u prošlosti kao odvojeni rukavac rijeke Save, prihranjivavši se od mnogih manjih tekućica, od kojih su mnoge presušile. Danas bi se kao jedini značajniji mogao izdvojiti kanal Bosut kod Štitara. Epitet „rijeka bez izvora“ Bosut duguje činjenici da se kao rijeka promatra tek od sutoka Berave u Bosut u blizini naselja Gradište. Tu isto tako valja imati u vidu da Biđ nije jedini koji Bosut prihranjuje vodom, ponajviše ne u inicijalnom dijelu toka, stoga bi se ove dvije rijeke u znanstvenom smislu trebale odvojiti, premda bi njihova zajednička važnost trebala ostati naglašena. S druge strane tok Bosuta, kao i njegovih pritoka Spačve, Brežnice, Studve, Virova, velikim dijelom prolazi kroz šumska područja koja natapaju i omogućavaju razvoj i postojanost bioma, prije svega Spačvanskog bazena. Unatoč tomu što šume prekrivaju velik dio porječja, najveći dio porječja ipak zauzimaju oranice i poljoprivredne površine. To je pogotovo vidljivo u srednjem dijelu porječja, zapadno od ušća Biđa u Bosut. Istočni dio porječja bogatiji je šumama nego zapadni.

Uz postojeće hipoteze, fokus rada bio je prikazati određene prostorne promjene, koju su s obzirom na međurazdoblja realne. Tako je primjerice očita promjena prometne mreže i mostova na Bosutu u proteklih 150 godina. Unazad 38 godina vidi se povećanje područja koja predstavljaju zarastanje, odnosno prijelazna šumska područja. Istraženi su i elementi tekućice i porječja, koji su u nastavku analizirani u odnosu na prošlost. Rezultati analize duljine tekućice i njenog koeficijenta razvijenosti se uvelike ne razlikuju, što je vjerojatno posljedica značajki Bosuta kao inertne rijeke, sporog toka, slabog pada, brojnih meandara i sl. Iz rada je razvidno da ne postoje opsežna znanstvena istraživanja povezana s Bosutom i njegovim porječjem. Razlog tomu mogu biti prethodno spomenute karakteristike, ali i periferan geografski položaj rijeke, slabiji prometni značaj, slabija naseljenost područja, manja opasnost od poplava itd. Iako spomenute stvari predstavljaju nedostatak, ne treba zaboraviti prirodne značajke poput Spačvanskog bazena, močvarnih područja uz rijeku Virovi, ekosustav, kao i perspektive koje Bosut i porječje imaju u poljoprivrednom i gospodarskom smislu, što u okvirima prostora u kojem postoje predstavlja bitan čimbenik sadašnjeg i budućeg razvoja.

## Literatura:

Brkić, M., Galović, I. & Buzajko, R. (1989): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, List Vinkovci L34–98. – Geološki zavod, Zagreb; Geoinženjering, Sarajevo, (1979–1985); Savezni geološki institut, Beograd

Bognar, A., 2001: Geomorfološka regionalizacija Hrvatske/Geomorphological regionalisation of Croatia, *Acta Croatica* 34 (2001.), 7-29.

Čanjevac, I., 2013: Tipologija protočnih režima rijeka u Republici Hrvatskoj/Typology of Discharge Regimes of Rivers in Croatia, *Hrvatski geografski glasnik* 75 (2), 23-42.

Galović, I., Brkić, M. & Buzaljko, R. (1989): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, Tumač za list Vinkovci L34–98. – Geološki zavod, Zagreb (1987); Geoinženjering – Institut za geologiju, Sarajevo (1979); Savezni geološki institut, Beograd, 49 str.

Galović, L., 2009: Pedologija, u: *Geokemijski atlas Republike Hrvatske* (ur. Vasić-Rački, Đ.), Akademija tehničkih znanosti Hrvatske; Zadar, 17-20.

Halamić, J., 2009: Geologija, u: *Geokemijski atlas Republike Hrvatske* (ur. Vasić-Rački, Đ.), Akademija tehničkih znanosti Hrvatske; Zadar, 12-17.

Kolbah, S., Škrlec, M., 2014: Geotermalna energija kao osnova razvoja Pobosuča, u: *Rijeka Bosut i Pobosuča u prošlosti, sadašnjosti i budućnosti: zbornik radova znanstvenog skupa* (ur. Bilić, A.), Vinkovci, 16. listopada 2014., Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Vinkovci, 171-190.

Lozić, S., 1995: Vertikalna raščlanjenost reljefa kopnenog dijela Republike Hrvatske, *Acta Geographica Croatica*, 30 (1), 17-28

Maričić, S., Šreng, Ž., 2016: Velike vode Pobosuča, u: *Proceedings of the First B&H Water Congress: zbornik radova* (ur. Mehić, A., Jašarević, E.), Sarajevo, 2016., Association of consulting engineers Bosnia and Herzegovina, Sarajevo, str. 1-8.

Marinović-Uzelac, A., 2001: *Prostorno planiranje*, Dom i svijet, Zagreb

Marušić, J., 2014: Rijeka Bosut i Pobosuča u prošlosti, sadašnjosti i budućnosti. Zagreb - Vinkovci, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Centar za znanstveni rad u Vinkovcima, 2018.

Pilić, B., 2017: Promjene pokrova i kemijskih značajki tla pri različitim načinima korištenja zemljišta u Nacionalnom parku Mljet. Diplomski rad. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet.

Počakal, M., 1982., Hidrografske veličine porječja Bednje/Hydrographical elements of Bednja's river-basin, Geografski glasnik, broj 44, 85-101.

Pokos, N., Turk, I., 2012: Geografska obilježja Vukovarsko-srijemske županije, u: VUKOVARSKO-SRIJEMSKA ŽUPANIJA: Prostor, ljudi, identitet (ur. Živić, D.), Zageb-Vukovar: Institut društvenih znanosti Ivo Pilar; Vukovarsko-srijemska županija, 11-26.

Riđanović, J., 1993: *Hidrogeografija*, Školska knjiga, Zagreb.

Šafarek, G., Šolić, T., 2011: *Rijeke Hrvatske*, Veda, Križevci.

#### Izvori:

Biđ. *Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje*. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2021.

Pristupljeno 12.4.2021. <http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=7482>

Bosut. *Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje*. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2021.

Pristupljeno 12.4.2021. <http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=8938>

Bosut – rijeka bez izvora, dokumentarna emisija, Vinkovačka televizija, 2000.,

[https://www.youtube.com/watch?v=Qf72JW1rQAc&t=59s&ab\\_channel=JoakimErdelji](https://www.youtube.com/watch?v=Qf72JW1rQAc&t=59s&ab_channel=JoakimErdelji)

(15.4.2021.)

Ćirić, V., 2018: O Bosutu iz davnina, <https://novosti.hr/o-bosutu-iz-davnina/> (22.3.2021)

*Digitalni ortofoto u mjerilu 1:5000, 2017/18 – WMS*, Državna geodetska uprava,

[https://geoportal.dgu.hr/services/inspire/orthophoto\\_2017\\_2018/wms](https://geoportal.dgu.hr/services/inspire/orthophoto_2017_2018/wms) (23.5.2021.)

Dominiković-Firovi, M., 2019: Jeste li znali? – Izvorište Bosuta, <https://zupanjac.net/izvoriste-bosuta> (22.3.2021.)

*Državni hidrometeorološki zavod (DHMZ)*, temperatura za postaju Vinkovci 1981.-2019.

*Državni hidrometeorološki zavod (DHMZ)*, srednje mjesečne vrijednosti i ekstremi, podaci za:

Slavonski Brod u razdoblju 1963.-2019.

[https://meteo.hr/klima.php?section=klima\\_podaci&param=k1&Grad=slavonski\\_brod](https://meteo.hr/klima.php?section=klima_podaci&param=k1&Grad=slavonski_brod)

(18.9.2021.)

Državni zavod za statistiku (DZS) / Croatian Bureau of Statistics (CBS). 2018: Statistički ljetopis Republike Hrvatske: Geografski i meteorološki podaci / Statistical Yearbook of the Republic of Croatia: Geographical and meteorological data, [www.dzs.hr](http://www.dzs.hr) (17.9.2021.)

Energetika-net., Vijesti, Zaštita okoliša, *Onečišćena rijeka Berava i kanal Beravica* <http://www.energetika-net.com/vijesti/zastita-okolisa/oneciscena-rijeka-berava-i-kanal-beravica-3968> (27.3.2021.)

EU-DEM, European Environmental Agency, <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/eu-dem#tab-european-data> (17.05.2021.)

Hrvatski športski ribolovni savez, *Bosut*, <http://ribolovni-savez.hr/ribolovne-vode/bosut/> (12.4.2021.)

Hrvatski športski ribolovni savez, *Spačva i Studva*, <http://ribolovni-savez.hr/ribolovne-vode/spacva-i-studva/> (12.4.2021.)

*Izvešće o stanju u prostoru Vukovarsko-srijemske županije 2017. godine*, [http://www.vusz.hr/Cms\\_Data/Contents/VSZ/Folders/dokumenti/sjednice/sjednica/2-sjednica-skupstine-13-07-2017/~contents/GP82N2QFWDF65UWT/tocka4.pdf](http://www.vusz.hr/Cms_Data/Contents/VSZ/Folders/dokumenti/sjednice/sjednica/2-sjednica-skupstine-13-07-2017/~contents/GP82N2QFWDF65UWT/tocka4.pdf) (27.8.2021)

*Izvešće o stanju okoliša na području Brodsko-posavske županije 2000. godine*, <https://www.bpz.hr/Data/Files/okolis-izvje.pdf> (27.8.2021.)

Maps.ie, <https://www.maps.ie/> (13.5.2021.)

Općina Babina Greda, <https://babinagreda.hr/geoprometni-polozaj/> (22.3.2021.)

Općina Oprisavci, Gajna, <http://opcina-oprisavci.hr/priroda/gajna.php> (27.3.2021.)

Open Street Map (OSM), <https://www.openstreetmap.org>, (6.12.2020.)

Otočki Virovi - vrata spačvanskog bazena, Prirodna i kulturna baština, Spačvanski bazen <https://virovi.hr/hr/prirodna-i-kulturna-bastina/spacvanski-bazen> (27.3.2021.)

Popis stanovništva, kućanstava i stanova 2011., Stanovništvo prema starosti i spolu po naseljima, Državni zavod za statistiku, [www.dzs.hr](http://www.dzs.hr) (21.3.2021.)

Portal za kulturni turizam: Priroda: Bosut, <http://www.kulturni-turizam.com/hrv/sadrzaj/priroda/3097/opsirnije/> (22.3.2021.)

Rijeka Bosut, dokumentarni film HRT-a, [https://www.youtube.com/watch?v=joXb\\_OpEd8Q&t=1s&ab\\_channel=JelenaOsijekOS](https://www.youtube.com/watch?v=joXb_OpEd8Q&t=1s&ab_channel=JelenaOsijekOS)

Rijeke HR, Bosut, <https://sites.google.com/site/rijekehr12/bosut> (12.4.2021.)

Spačva. *Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje*. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2021. Pristupljeno 12. 4. 2021. <http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=57311>

Topografska karta treće vojne izmjere Austro-Ugarske Monarhije (1:25000), 1869.-1887.,

<https://maps.arcanum.com/en/map/europe-19century-thirdsurvey> (11.5.2021.)

*Topografska karta u mjerilu 1:100000 – WMS*, Državna geodetska uprava, <https://geoportal.dgu.hr/services/tk/wms>, (23.5.2021.)

Topographic-map.com, <https://en-us.topographic-map.com/> (13.5.2021.)

*Uređenje i stabilizacija obala rijeke Bosut u Vinkovcima*, studija, 2020, [http://www.vusz.hr/Cms\\_Data/Contents/VSZ/Folders/dokumenti/upravni8/elaborati/~content/s/B4J29DTD268LLVDD/ezo-uređenje-obale-bosut.pdf](http://www.vusz.hr/Cms_Data/Contents/VSZ/Folders/dokumenti/upravni8/elaborati/~content/s/B4J29DTD268LLVDD/ezo-uređenje-obale-bosut.pdf) (12.5.2021.)

Turistička zajednica Općine Nijemci, <https://tz-opcinanijemci.hr/bosut-i-spacva/> (22.3.2021.)

TZ Županja, Spačvanska šuma, <https://www.tz-zupanja.hr/aktivni-odmor-rekreacija/spacvanska-suma/>

Večernji list, *U Babinoj Gredi proglašeno izvanredno stanje zbog poplave*, <https://www.vecernji.hr/vijesti/u-babinoj-gredi-proglaseno-izvanredno-stanje-zbog-poplave-149932> (27.3.2021.)

Vode Vojvodine, Natural Watercourses, The Bosut, <https://vodevojvodine.com/en/water-resources/natural-watercourses/?pismo=lat> (17.9.2021.)

Zavod za zaštitu okoliša i prirode, Pokrov i namjena korištenja zemljišta CORINE Land Cover, <http://www.haop.hr/hr/baze-i-portali/pokrov-i-namjena-koristenja-zemljista-corine-land-cover> (18.8.2021.)

Zoom Earth, <https://zoom.earth/#view=45.096676,18.67617,18z/layers=labels:off> (15.5.2021.)

Youtube, Bosut, [https://www.youtube.com/watch?v=QMmOkJpeLo&ab\\_channel=FlyScene](https://www.youtube.com/watch?v=QMmOkJpeLo&ab_channel=FlyScene) (15.5.2021)

Wikipedia, [https://hr.wikipedia.org/wiki/Popis\\_rijeka\\_u\\_Hrvatskoj\\_prema\\_du%C5%BEini](https://hr.wikipedia.org/wiki/Popis_rijeka_u_Hrvatskoj_prema_du%C5%BEini) (3.4.2021.)

## Prilozi

Prilog 1. Popis slika

Sl. 1. Plan zahvata uređenja obala rijeke Bosut u Vinkovcima

Sl. 2. Porječje Bosuta s naznačenim rijekama i odabranim naseljima

Slika 3. a) izvor Bosuta - kanal Bosut kod Štitara b) Rijeka Bosut na ulazu u Vinkovce s istočne strane

Sl. 4. Geološka karta porječja Bosuta na listu Vinkovci Osnovne geološke karte RH

Sl. 5. Hipsometrijska karta s porječjem Bosuta

Sl. 6. Klimadijagram postaje Slavonski Brod 1963.-2019.

Sl. 7. Prikaz izvora Bosuta i nekadašnjeg meandra Save na karti

Sl. 8. Karta s prikazom početne ( $h_1$ ) i završne točke ( $h_2$ ) i glavnog toka Bosuta u RH

Sl. 9. Tipovi protočnih režima rijeka Hrvatske s naznačenim protočnim režimom porječja Bosuta

Slika 10. Karta porječja prema Strahlerovoj klasifikaciji tekućica

Sl. 11. Kretanje srednjeg godišnjeg vodostaja na postaji Vrpolje (rijeka Biđ) 1995.-2011. za petogodišnja razdoblja.

Sl. 12. Kretanje srednjeg godišnjeg vodostaja na postaji Cerna (rijeka Biđ) 1951.-2019. za petogodišnja razdoblja.

Sl. 13. Kretanje srednjeg godišnjeg vodostaja na postaji Vinkovci (rijeka Bosut) 1988.-2017. za petogodišnja razdoblja.

Sl. 14. Kretanje srednjeg godišnjeg vodostaja na postaji Otok (rijeka Spačva) 1994.-2019. za petogodišnja razdoblja.

Sl. 15. Kretanje srednjeg godišnjeg vodostaja na postaji Nijemci (rijeka Bosut) 1951.-2017. za petogodišnja razdoblja

Sl. 16. Vrijednosti srednjih godišnjih protoka na postaji Vrpolje ( rijeka Biđ) 1990.-2019.

Sl. 17. Tok Bosuta i izvorišnog toka (kanal Bosut) kod Štitara s pripadajućom duljinom po razdobljima

Sl. 18. Promjene gustoće prometne mreže uz Bosut kroz međurazdoblja

Sl. 19. Korištenje zemljišta u porječju Bosuta 1980., 2000. i 2018. godine

Sl. 20. Korištenje zemljišta u porječju Bosuta 1980.

Sl. 21. Korištenje zemljišta u porječju Bosuta 2000.

Sl. 22. Korištenje zemljišta u porječju Bosuta 2018.

Prilog 2. Popis tablica

Tab. 1. Važnije rijeke porječja prema duljini i sutoku

Tab. 2. Reljef prema vertikalnoj raščlanjenosti u mjerilu 1:100.000 (list Vinkovci)

Tab. 4. Tablični prikaz analiziranih hidrogeografskih elemenata tekućice

Tab. 4. Iznosi odabranih elemenata porječja Bosuta

Tab. 5. Tablični prikaz duljine, zračne udaljenosti između izvora i završetka toka u RH, te koeficijenta razvijenosti

Tab. 6. Broj mostova na preko Bosuta kroz međurazdoblja