

Hidromorfološka analiza rijeke Kupčine s posebnim osvrtom na recentne promjene korita

Matković, Borna

Master's thesis / Diplomski rad

2022

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:217:998762>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-13**



Repository / Repozitorij:

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



Borna Matković

**Hidromorfološka analiza rijeke Kupčine s posebnim
osvrtnom na recentne promjene korita**

Diplomski rad

**Zagreb
2022.**

Borna Matković

**Hidromorfološka analiza rijeke Kupčine s posebnim
osvrtnom na recentne promjene korita**

Diplomski rad

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

**Zagreb
2022.**

Ovaj je diplomski rad izrađen u sklopu diplomskog sveučilišnog studija *Geografija; smjer: Fizička geografija s geoekologijom* na Geografskom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, pod vodstvom doc. dr. sc. Ivana Čanjevca.

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geografski odsjek

Diplomski rad

Hidromorfološka analiza rijeke Kupčine s posebnim osvrtom na recentne promjene korita

Borna Matković

Izvadak: Kupčina je manja hrvatska rijeka koja se svojim tokom proteže od planinskog prostora Žumberka do nizina Crnomlačke zavale. Hidromorfološka analiza rijeke utvrdila je šest jedinstvenih dionica različitih geoloških, hidroloških, geomorfoloških i društvenogeografskih obilježja, pri čemu se antropogeni utjecaj posebno odražava na dionice u donjem toku. Najznačajniji antropogeni utjecaj na porječje otpočinje u drugoj polovini 20. stoljeća, a njegove posljedice ostavile su značajnog traga na koritu i porječju u donjem toku rijeke. Uz potrebu zaštite dionica rijeke u gornjem i srednjem toku, racionalno upravljanje vodnim resursom trebalo bi težiti i obnovi izmijenjenih dionica u svrhu zaštite prirode i umanjenja prirodnih rizika.

62 stranice, 26 grafičkih priloga, 8 tablica, 18 bibliografskih referenci; izvornik na hrvatskom jeziku

Ključne riječi: Kupčina, hidromorfologija, korito, porječje, promjene

Voditelj: doc. dr. sc. Ivan Čanjevac

Povjerenstvo: doc. dr. sc. Ivan Čanjevac
prof. dr. sc. Danijel Orešić
prof. dr. sc. Nenad Buzjak

Tema prihvaćena: 11. 2. 2021.

Rad prihvaćen: 8. 9. 2022.

Rad je pohranjen u Središnjoj geografskoj knjižnici Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Marulićev trg 19, Zagreb, Hrvatska.

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb
Faculty of Science
Department of Geography

Master Thesis

Hydromorphological analysis of the Kupčina river, with a special focus on the recent changes of the riverbed

Borna Matković

Abstract: Kupčina is a smaller Croatian river flowing from the mountaneous area of Žumberak to the Crna Mlaka basin. Six unique segments of the river have been determined through hydromorphological analysis, each with different geological, hydrological, geomorphological and sociogeographic characteristics, with the anthropogenic influence especially afflicting the segments in the lower course of the river. The most notable manmade changes on the river basin begin in the second half of the 20th century, and their consequences have left a considerable mark on the riverbed and the surrounding floodplain of the river's lower course. Alongside the conservation of the segments of the upper and middle course, rational management of this water resource should aim to restore the transformed segments for the purpose of environmental protection and natural risk reduction.

62 pages, 26 figures, 8 tables, 18 references; original in Croatian

Keywords: Kupčina, hydromorphology, riverscape, riverbed, floodplain, changes

Supervisor: Ivan Čanjevac, PhD, Associate Professor

Reviewers: Ivan Čanjevac, PhD, Associate Professor
Danijel Orešić, PhD, Full Professor
Nenad Buzjak, PhD, Full Professor

Thesis title accepted: 11/02/2021

Thesis accepted: 08/09/2022

Thesis deposited in Central Geographic Library, Faculty of Science, University of Zagreb, Marulićev trg 19, Zagreb, Croatia.

Sadržaj

1. Uvod.....	1
1.1. Predmet istraživanja i cilj rada	3
1.2. Pregled dosadašnjih istraživanja.....	4
2. Metodologija	5
2.1. Izvori podataka	5
2.2. Pregled korištenih kartografskih i ortofotografskih izvora.....	6
2.3. Geoinformatički sustav	6
2.4. Terenski rad	7
2.5. Metodologija ocjene hidromorfološkog stanja	7
3. Geografska obilježja promatranog prostora.....	10
3.1. Geološka podloga i neotektonski procesi	12
3.2. Morfometrijska obilježja	14
3.3. Klimatska obilježja	19
3.4. Hidrološka obilježja.....	21
3.5. Uporaba zemljišta i društvenogeografska obilježja.....	24
4. Promjene u koritu i porječju od druge polovine 19. stoljeća do danas	26
4.1. Promjene u srednjem toku na primjeru rukavaca kod Krašića	28
4.2. Antropogene promjene toka u Draganičkom lugu	31
4.3. Promjene u zoni ušća u širem prostoru Pisarovine.....	34
5. Rezultati i rasprava – Hidromorfološka regionalizacija i ocjena hidromorfološkog stanja Kupčine	38
5.1. Dionica A – Sošička Kupčina.....	40
5.2. Dionica B – Kostanjevačka Kupčina.....	42
5.3. Dionica C – Krašička Kupčina	44
5.4. Dionica D – Lazinska Kupčina.....	46
5.5. Dionica E – Kanal Retencije Kupčina	49

5.6. Dionica F – Pisarovinska Kupčina	51
5.7. Ocjena hidromorfološkog stanja.....	53
6. Zaključak.....	56
7. Literatura.....	59
8. Izvori	61
Popis grafičkih priloga.....	VII
Popis tablica.....	VIII

1. Uvod

U prostornom kontekstu, kopnene vode tekućice predstavljaju zanimljiv i posebno kompleksan predmet proučavanja. Kao linearne prostorne pojave, čak i manje tekućice često nisu ograničene samo na jedan skup fizičkogeografskih uvjeta koji određuje njihov oblik – umjesto toga, one se protežu kroz više različitih (manjih ili većih) regija koje svojim specifičnim uvjetima određuju mehanizme njihova toka. Kroz postupnu promjenu tih prostornih uvjeta, vodeni tok lako može proći put od divljeg gorskog potoka do mirnih voda u plićinama obalnih laguna. Proces oblikovanja između vodenog toka i njegovog okoliša je uzajaman – brzi i siloviti gorski tokovi mogu usijecati klance i probojnice na svome putu; u ravničarskim predjelima prelaziti u kompleksne sustave rukavaca i meandrirati u vlastitim sedimentnim nanosima; i konačno, na svojim ušćima gomilati preneseni sediment u obliku niza prudova i ada.

Ovaj uzajaman odnos pojava i procesa između vode i reljefa proučavamo kroz hidromorfologiju, koja predstavlja jedan od osnovnih aspekata hidrogeografije (Riđanović, 1993). Porječje – odnosno prostor odakle se tekućica opskrbljuje vodom – obično je osnovni predmet hidromorfološkog istraživanja tekućice, koja sa svojim pritocima čini okosnicu tog prostora (Riđanović, 1993).

Hidromorfološki procesi važan su čimbenik u oblikovanju georaznolikosti, a odražavaju se i na ekološko stanje samih tekućica i njihovih porječja. Prostorna složenost tekućice – koja se odražava kroz raznolikost fluvijalnih geomorfoloških pojava te organskih i anorganskih sedimenata u njenom koritu i porječju – presudan je faktor u održavanju raznovrsnosti staništa za raznolike životinjske i biljne vrste (Elosegi i dr., 2010). Drugi važan faktor je prostorni kontinuitet toka koji dopušta prijenos tvari, energije i organizama longitudinalno niz sam tok, ali i lateralno kroz njegovu naplavnu zonu te vertikalno kroz njegove veze s vodonosnikom (Elosegi i dr., 2010). Konačno, u obzir se mora uzeti i dinamika protoka u promatranom toku, s obzirom da su moguće pojave poput sezonskih poplava ili isušivanja vodotoka iznimno važne za oblikovanje njegovog korita i porječja, pomicanje većih sedimenata i uvjetovanje specifičnih prilagodbi kod biljnih i životinjskih vrsta koje su uz njega vezane (Elosegi i dr., 2010). Svi navedeni čimbenici georaznolikosti i bioraznolikosti suočavaju se s jedinstvenim oblicima antropogenih pritisaka, kao što su smanjena sposobnost retencije sedimenata i hranjivih tvari u umjetno kanaliziranim dijelovima toka, gubitak priobalne (riparijske) vegetacije u jeku regulacije periodičnih plavljenja i

općenito otežavanje protoka organizama i sedimenata zbog brana i drugih objekata za kontrolu vodotoka (Elosegi i Sabater, 2013).

S porastom interesa za proučavanjem hidromorfoloških pojava i procesa – koji otpočinje 2000. godine kada ih Okvirna direktiva o vodama Europske unije donesena od strane Europskog parlamenta i Vijeća EU prepoznaje kao važne okolišne čimbenike kopnenih voda (Elosegi i dr., 2010). – raste i broj istraživanja u kojima se proučava odnos hidromorfologije i staništa, odnosno živih organizama. Istraživanja provedena u Austriji na rijeci Lafnitz, primjerice, izravno su povezala pad brojnosti i biološke raznolikosti beskralježnjaka na području ove rijeke s procesima hidromorfološke degradacije – konkretno s antropogenim kanaliziranjem vodotoka i unosom sitnog sedimenta kao nusprodukta poljoprivrednih djelatnosti u navedenom prostoru (Graf i dr., 2016). U Hrvatskoj je veliko istraživanje provedeno na 40 krških rijeka pokazalo da hidromorfološka degradacija uzrokuje gubitak većih beskralježnjaka koji se vežu uz krupnije sedimente u riječnim tokovima, te da se kroz taj proces stvaraju uvjeti koji do neke mjere pogoduju samo manjim beskralježnjacima s kratkim životnim ciklusima (Šumanović i dr., 2020). Do sličnih zaključaka došlo je i jedinstveno njemačko istraživanje provedeno na 24 rijeke na kojima su već provedeni zahvati za obnovu hidromorfološkog stanja – iako povećanje hidromorfološke raznolikosti načelno nije imalo utjecaja na vodenu vegetaciju i beskralježnjake općenito, uzrokovalo je obnovu zajednica većih organizama u vodenim tokovima, tj. riba (Haase i dr., 2013). Pozitivan ekološki utjecaj povratka vodenih tokova u donekle izvornije hidromorfološko stanje očituje se i u širem prostoru porječja, kao što je pokazalo istraživanje mađarskog dijela rijeke Sajó na kojoj se postupna obnova sustava rukavaca odrazila i na širenje šume u njenom porječju (Bertalan i dr., 2018). Važnost hidromorfološke očuvanosti rijeke za njen širi prostor možemo promatrati i kroz budući potencijal u ublažavanju učinaka klimatskih promjena – očuvani sustavi riječnih staništa, primjerice, zbog svoje relativne otpornosti na požare mogu funkcionirati kao prirodni rezervoari vrsta potrebnih za rekoloniziranje požarima opustošenih područja, a otporniji su i na ekstremne uvjete poput poplava i suša (Skidmore i Wheaton, 2022).

Potrebno je naglasiti da hidromorfologija nije jedini presudan čimbenik za biljne i životinjske zajednice vezane uz kopnene vode – veliku ulogu igraju i kemijske i fizikalne karakteristike same vode, koje su posebice podložne polutantima. Iako postoje istraživanja koja sugeriraju djelomičan utjecaj hidromorfologije na

hidrokemijske karakteristike vode (Konan i dr., 2020), zasad se doima da se ušćivanost hidromorfoloških pojava i procesa može proučavati kao zaseban faktor očuvanja biološke raznolikosti u odnosu na kakvoću vode (Šumanović i dr., 2020).

Pri tome je potonji faktor najčešće presudan, jer se upravo prisutnost polutanata u vodi javlja kao primarno objašnjenje za neuspješnu obnovu biljnih i životinjskih zajednica u vodotocima kod kojih je prethodno provedena obnova hidromorfološkog stanja (Haase i dr., 2013).

1.1. Predmet istraživanja i cilj rada

Polazeći od gore navedenih pretpostavki, za pojedinačnu hidromorfološku analizu odabrana je manja hrvatska rijeka Kupčina, koja zbog svog geografskog položaja nije izložena velikim rizicima od polutanata i drugih čimbenika degradacije kakvoće vode, ali je itekako doživjela antropogene preinake dijela svoga toka. Promatrajući čitav tok Kupčine od izvora do ušća, ovaj rad će prema dostupnim smjernicama – sukladnim direktivama Europske unije – spomenuti prostor podijeliti na specifične dionice toka jedinstvenih obilježja (u vidu nagiba, geološke podloge, zemljišne strukture porječja itd.), te potom analizirati reprezentativne odsječke tih dionica u svrhu hidromorfološkog monitoringa. Provođenje hidromorfološkog monitoringa obavljat će se konkretno prema napucima iz *Vodiča za hidromorfološki monitoring i ocjenu stanja rijeka u Hrvatskoj* (Hrvatske vode, 2013) i *Metodologije monitoringa i ocjenjivanja hidromorfoloških pokazatelja* (Hrvatske vode, 2015), a za cilj će imati ocjenjivanje hidromorfološkog stanja tekućice u skladu s navedenim propisima.

Kako bi se predstavio prostorni kontekst istraživanja, u radu su prvo izložene osnovne geografske karakteristike porječja Kupčine, a potom i pojedinačne analize reprezentativnih odsječaka na pojedinim dionicama rijeke. Ove analize sadrže i povremene osvrtne na stariju kartografsku građu, koja nam daje uvid u stanje tekućice prije značajnih melioracijskih zahvata na njenom toku u 20. stoljeću. Spomenuti kartografski izvori, dakle, služe za rekonstrukciju referentnog stanja tekućice.

U konačnici, svim je promatranim dionicama pridružena ocjena hidromorfološkog stanja proizašla iz kabinetskog i terenskog hidromorfološkog monitoringa, te je dana opća slika hidromorfološke ušćivanosti rijeke Kupčine. Zaključno su izneseni potencijalni prijedlozi za daljnja istraživanja ili moguće rizike i potencijale za očuvanje toka i porječja u skladu s rezultatima ovog istraživanja.

1.2. Pregled dosadašnjih istraživanja

Kupčina je jedan od najznačajnijih lijevih pritoka Kupe, no dosada nije bila predmet cjelovitog istraživanja. Međutim, postoje detaljni radovi koji su proučavali njezine pojedine segmente.

Prije svega, zamršeno pitanje lokacije same početne točke tj. izvora Kupčine u ovom radu razrješeno je, uz geoinformatičku analizu, i kroz konzultiranje istraživačkog rada *Sliv izvora Kupčine* (Indir, 2017).

Pored iznimno korisnih izmjera fizičkih elemenata korita u gornjem toku Kupčine, navedeni rad pokazao se važnim za ovo istraživanje i zato što je u svojim izmjerama i analizama u obzir uzimao i tok uzvodno od lokaliteta zvanog *Izvori Kupčine* koji se proteže prema sjeverozapadu sve do vrha Pliješ (Indir, 2017). Ovakav zaključak o stvarnoj početnoj točki Kupčine u skladu je i s kabinetskim segmentom ovog istraživanja, u sklopu kojeg je geoinformatička analiza drenažne mreže Kupčine redovito pokazivala prisutnost vodotoka uzvodno od njegovih najistaknutijih izvora.

Još jedan rad koji je iznimno pripomogao u stvaranju jasnije slike toka i geografskih obilježja porječja Kupčine je *Fizičkogeografska analiza i geoekološko vrednovanje potencijalno zaštićenog porječja – primjer doline Kupčine* (Tandarić i dr., 2018). Uz detaljan prikaz fizičkogeografskih obilježja doline Kupčine kod Krašića, ovaj rad je važan i zbog svog zaključka da spomenuti prostor u širem smislu ne zadovoljava kriterije za zakonsku zaštitu značajnog krajobraza, ali da bi se ta kategorija mogla razmotriti za uži prostor srednjeg toka Kupčine i njegove riparijske zone (Tandarić i dr., 2018). Ovaj zaključak potaknuo je veći interes za detaljnim istraživanjem obilježja spomenute dionice toka u ovom radu, te daljnje diskutiranje prijedloga o njenoj zaštiti.

Istraživanje *Sindinamika šumske vegetacije na području Pokupskog bazena* (Smetko, 2016) uvelike je pripomoglo u lakšem shvaćanju znatno antropogeno izmijenjenog prostora donjeg toka Kupčine. U navedenom radu je između ostalog iznesen kronološki pregled melioracija Kupčine u 20. stoljeću te načina na koje su one utjecale na poremećaje u plavljenjima pripadajućeg porječja te konačno i znatno ograničile lateralnu povezanost tog prostora sa samim vodotokom (Smetko, 2016). Fokus tog rada na negativne posljedice koje se zbog svega navedenog sada odražavaju na komercijalno iskorištavane šume Draganićkog luga (Smetko, 2016) potaknuo je i nešto detaljniji osvrt na tu problematiku i u ovome radu.

U vidu metodologije istraživanja, vrlo koristan primjer hidromorfološke analize i vrednovanja pronađen je u sklopu rada *Hidromorfološka analiza potoka Gradna* (Selić, 2019), koji također proučava donekle izmijenjen tok Gradne u susjednom Samoborskom gorju. Treba spomenuti i istraživanje *Morfološko stanje tekućica u poriječju Ilove* (Plantak i dr., 2016), koje proučava hidromorfološko stanje slično izmijenjenih vodotoka u nižim predjelima Kontinentalne Hrvatske.

Također, istraživanja *Recentne geomorfološke promjene korita rijeke Cetine* (Pavlek, 2019) i *Geomorfološke promjene korita Drave od Repaša do Ferdinandovca* (Kulej, 2019) pokazala su se kao izvrsni primjeri uporabe kartografskih izvora i geoinformatičkih metoda u svrhu rekonstrukcije referentnih stanja tokova te praćenja prirodnih i antropogenih izmjena na njihov oblik, što je također imalo primjenu i u ovome radu.

2. Metodologija

S obzirom da je ovo istraživanje moralo obuhvatiti ne samo sadašnje stanje tekućice, već i promotriti referentna stanja u prošlosti te promjene koje su dovele do trenutnog oblika korita i porječja, uz relevantnu literaturu je proučen i niz povijesnih i suvremenih kartografskih, ortofotografskih i drugih izvora. Većina izvora analizirana je putem geoinformatičkog sustava *ArcGIS*, odnosno konkretno aplikacije *ArcMap 10.4*, a prikupljeni podaci nadopunjeni su zapažanjima s izlazaka na teren u srpnju 2021. te siječnju 2022. godine. U konačnici, ocjena hidromorfološkog stanja provedena je prema smjernicama koje su izradile Hrvatske vode, javna ustanova nadležna za upravljanje vodnim resursima u Republici Hrvatskoj.

2.1. Izvori podataka

S obzirom na važnost hidroloških podataka u stvaranju ocjene hidromorfološkog stanja rijeke, od presudne važnosti bili su podaci dobiveni od Državnog hidrometeorološkog zavoda. Konkretno, dobiveni su podaci sa hidroloških postaja Strmac (za razdoblje od 1978. do 2019. godine) i Lazina Brana (1974. – 2015. godine), te podaci klimatoloških postaja Sošice i Pisarovina za razdoblje od 1996. do 2019. godine. Navedeni podaci obrađeni su u programu *Microsoft Excel 2010* i uvršteni u tablice i dijagrame.

Ograničena količina informacija o maloj hidroelektrani u Čeglju pronađena je na stranicama Međimurske energetske agencije (menea.hr), nadležnog tijela za energetiku u Međimurskoj županiji koje je u svrhu budućih projekata prikupljalo informacije o ovakvim objektima u ostatku Hrvatske.

2.2. Pregled korištenih kartografskih i ortofotografskih izvora

U svrhu digitaliziranja korita i porječja Kupčine, u *ArcMap 10.4* uneseni su najprecizniji dostupni kartografski i ortofotografski prikazi promatranog područja. Riječ je o Digitalnoj ortofoto snimci iz 2018. i topografskoj karti 1:25 000 u izradi Državne geodetske uprave, preuzetih putem WMS servera dostupnih putem Geoportala DGU (geoportal.dgu.hr).

S iste je lokacije preuzeta i Digitalna ortofoto snimka iz 1968. koja je korištena za rekonstruiranje referentnog stanja rijeke u drugoj polovini 20. stoljeća.

Rekonstrukcija stanja rijeke u 19. stoljeću provedena je korištenjem kartografskih izvora preuzetih s portala Arcanum (nekadašnji Mapire), koji prikuplja i digitalizira povijesne kartografske izvore za prostor Europe. U ovom slučaju, sa stranice Arcanuma (arcanum.com) preuzete su karte Druge (1865. – 1869.) i Treće vojne izmjere Habsburške Monarhije (1869. – 1887.) s kojih su digitalizirani onodobni oblici korita i porječja.

Podaci o zemljišnom pokrovu porječja preuzeti su od Copernicusa, programa satelitskog snimanja Zemljine površine Europske unije, koji su dostupni na portalu CORINE Land Cover (land.copernicus.eu). Karta zemljišnog pokrova 2018. godine preuzeta je u rasterskom obliku, te je potom konvertirana u poligonalni *shapefile* koristeći dostupne alate u geoinformatičkoj aplikaciji.

Kako bi se dobili podaci o geološkoj građi promatranog prostora – koji se nalazi u pograničnom prostoru s Republikom Slovenijom – bilo je potrebno pribaviti četiri različite geološke karte. Riječ je o geološkim kartama za šire prostore Zagreba, Karlovca i slovenskog grada Novog Mesta, te gradića Črnomelja u jugoistočnoj Sloveniji. Sve su četiri karte dobivene od Hrvatskog geološkog instituta, nakon upita podnesenog na njihovoj mrežnoj stranici (hgi-cgs.hr). Georeferencirane su koristeći dostupne alate u geoinformatičkoj aplikaciji *ArcMap 10.4*, te su u njoj i digitalizirani potrebni sadržaji.

2.3. Geoinformatički sustav

Kabinetski rad te kasnije analize rezultata terenskih istraživanja, kao i izračuni vezani uz hidromorfološke promjene korita i porječja obavljani su putem geoinformatičkog sustava *ArcGIS*. Podaci o morfometriji porječja dobiveni su kroz primjenu skupa alata *Spatial Analyst* u aplikaciji *ArcMap 10.4* na digitalnom modelu reljefa – ovdje su uključeni i alati *Slope* (koji je bio korišten za izračun nagiba padina) te *Focal Statistics* (koji je bio korišten za izračun vertikalne raščlanjenosti reljefa).

Kartografski i ortofotografski izvori georeferencirani su pomoću prikladnog alatnog skupa *Georeferencing*, pri čemu su ortofotografska snimka i topografska karta bili korišteni kao referentni izvori. Skup alata *Editing* korišten je za digitalizaciju podataka koji su bili vidljivi na georeferenciranim izvorima.

Morfometrijski podaci za proučavane dijelove korita i elemente porječja dobiveni su u *ArcMap 10.4* aplikaciji kroz uporabu funkcije *Calculate Geometry* u atributivnim tablicama poligonskih i polilinijskih *shapefile* formata u kojima su digitalizirani. Pri tome treba spomenuti da su središnje osi promatranih segmenata korita izračunate kroz digitalizaciju riječnih obala kao polilinijskih *shapefile* elemenata na kojima je zatim korišten alat *Collapse Dual Lines to Centerline* iz alatnog skupa *Cartography Tools*. Primjenom spomenutog alata dobivene su zasebne polilinijske središnjih osi korita u *shapefile* formatu.

Aplikacija je također bila primijenjena za izradu svih autorskih karata u ovome radu.

2.4. Terenski rad

Tokom kabinetskog rada je u skladu s geološkim, morfometrijskim i društvenogeografskim obilježjima prisutnim u promatranom prostoru stvoren nacrt moguće podjele rijeke na dionice koje će se ocjenjivati. Na navedenim dionicama odabrane su specifične točke koje bi trebale biti reprezentativne za čitavu dionicu, te su bile fizički dostupne za promatranje i fotografiranje. Prvi izlazak na teren bio je 7. srpnja 2021. godine, kada je tok rijeke praćen od lokaliteta Izvori Kupčine u Žumberačkom gorju do ušća rijeke u Kupu u Crnomlačkoj zavali. Tokom ovoga terena prikupljena je većina podataka o stanju korita i porječja, kao i fotografija uporabljenih u ovome radu.

Drugi izlazak na teren, 29. siječnja 2022. godine, proveden je u svrhu detaljnijeg proučavanja strukture umjetno kanaliziranih segmenata korita u Crnomlačkoj zavali. S obzirom na godišnje doba, vegetacija je predstavljala manji problem u rekonstruiranju točne trase kojom se kreće tok. Tokom ovog terena prikupljen je dio fotografija za prikaz ove dionice u radu.

2.5. Metodologija ocjene hidromorfološkog stanja

Metodologija monitoringa i ocjenjivanja hidromorfoloških pokazatelja (Hrvatske vode, 2015) propisuje podjelu vodenih tijela na dionice prema kriterijima geologije, oblika doline, nagiba, protoka, uporabe zemljišta te pronosa nanosa. Jednom kada su dionice definirane prema ovim kriterijima, smjernice nalažu istraživanje istih na dva moguća načina.

Prvi način podrazumijeva proučavanje dionica kao zasebnih cjelina (odnosno, tretiranja svake dionice kao pojedinačnog reprezentativnog odsječka), dok se drugi sastoji od proučavanja dvaju ili više segmenata na dionici koji se mogu smatrati reprezentativnima.

Potonji pristup pokazao bi se nešto zahtjevnijim u porječju Kupčine, koje je često nepristupačno zbog krajobraznih uvjeta (primjerice strmih padina ili vrlo guste vegetacije). Iz ovog razloga odabran je prvi pristup koji tretira svaku dionicu kao nedjeljivu cjelinu, u ovom slučaju zbog potrebe da se za ocjenu svake od njih primjenjuje isti metodološki pristup.

Tablica 1: Bodovanje hidromorfoloških elemenata. Izvor: Vodič za hidromorfološki monitoring i ocjenu stanja rijeka u Hrvatskoj, 2013.



Hidromorfološki element		Kvalitativno bodovanje	Kvantitativno bodovanje
2.1. Ocjena hidrološkog režima	2.1.1. Učinci umjetnih građevina u koritu unutar dionice	1 3 5	Obilježje se ne boduje
	2.1.2. Učinci širom sliva na karakter prirodnog toka	1 3 5	1 2 3 4 5
	2.1.3. Učinci promjene u dnevnom protoku	1 3 5	1 2 3 4 5
3.1. Uzdužna povezanost pod utjecajem umjetnih građevina	3.1.1. Uzdužna povezanost	1 3 5	Obilježje se ne boduje
4. Morfologija	4.1.1. Tlocrtni oblik	1 3 5	1 2 3 4 5
	4.1.2. Presjek korita	1 3 5	1 2 3 4 5
	4.2.1. Količina umjetnog materijala	1 3 5	1 2 3 4 5
	4.2.2. Mješavina prirodnih podloga ili izmijenjena značajka	1 3 5	Obilježje se ne boduje
	4.3.1. Uklanjanje vodene vegetacije	1 3 5	Obilježje se ne boduje
	4.3.2. Količina drvenih ostataka, ako se očekuju	1 3 5	Obilježje se ne boduje
	4.4.1. Erozijska i taložnja	1 3 5	Obilježje se ne boduje
	4.5.1. Struktura obale i promjene na obali	1 3 5	1 2 3 4 5
	4.6.1. Vrsta/struktura vegetacije na obalama i okolnom zemljištu	1 3 5	1 2 3 4 5
	4.7.1. Korištenje zemljišta i s time povezana obilježja	1 3 5	1 2 3 4 5
	4.8.1. Stupanj lateralne povezanosti rijeke i poplavnog područja	1 3 5	1 2 3 4 5
	4.8.2. Stupanj lateralnog kretanja riječnog korita	1 3 5	1 2 3 4 5

Izdvojene dionice ocijenjene su prema kriterijima opisanim u *Vodiču za hidromorfološki monitoring i ocjenu stanja rijeka u Hrvatskoj* (Hrvatske vode, 2013). Osnovni kriteriji podijeljeni su u tri kategorije obilježja: hidrologiju, uzdužnu povezanost pod utjecajem umjetnih građevina te morfologiju (Tab. 1). Većina se ovih obilježja može bodovati kvalitativno i kvantitativno; potonja metoda je u ovom radu korištena gdje god je to bilo moguće s obzirom na podatke dobivene kabinetskim i

terenskim radom. U nedostatku dovoljno detaljnih podataka za određeno obilježje, ono se bodovalo na jednostavnijoj kvalitativnoj ljestvici.

Prema preporuci iz *Metodologije* (Hrvatske vode, 2015), ovo istraživanje – kojemu je cilj opća ocjena hidromorfološkog stanja čitave rijeke (Tab. 2) – također je u obzir uzelo i udio duljine promatranih dionica u duljini ukupnoga toka rijeke.

Tablica 2: Ocjena hidromorfološkog stanja i oznake kategorija. Izvor: Vodič za hidromorfološki monitoring i ocjenu stanja rijeka u Hrvatskoj, 2013.

Srednja ocjena	Hidromorfološko stanje	Kategorija	Boja
1,0 - 1,5	Vrlo dobro	1	
1,5 - 2,5	Dobro	2	
2,5 - 3,5	Umjereno	3	
3,5 - 4,5	Loše	4	
4,5 - 5,0	Vrlo loše	5	

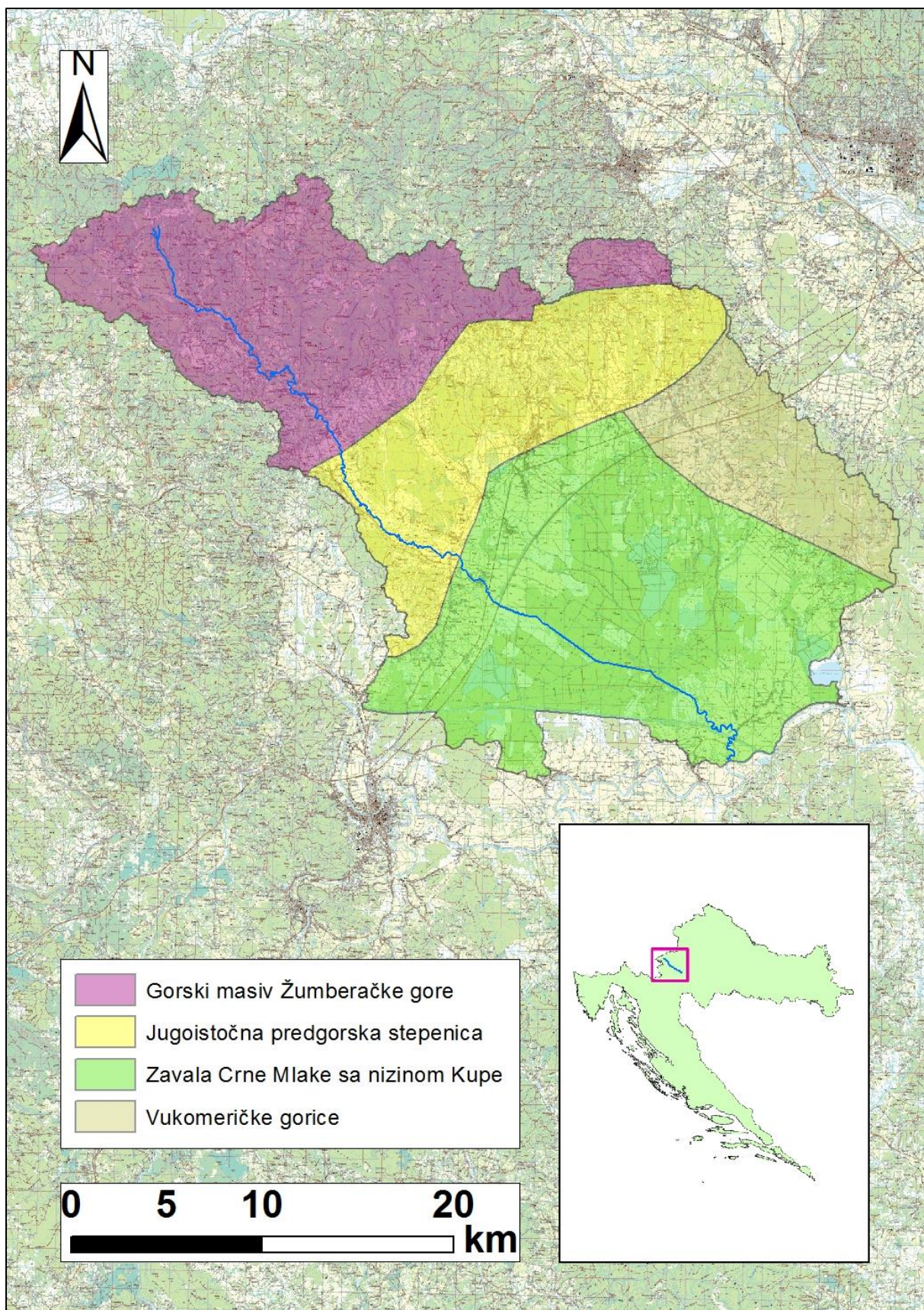
3. Geografska obilježja promatranog prostora

Rijeka Kupčina lijevi je pritok Kupe, jedne od najvećih rijeka na teritoriju Hrvatske. Prostor njenog porječja prema geomorfološkoj regionalizaciji Hrvatske (Bognar, 1999) nalazi se unutar dvije makrogeomorfološke regije: Gorsko – zavralskom području SZ Hrvatske te Zavali SZ Hrvatske (Tab. 3). Mezogeomorfološka regija Gorskog masiva Žumberačke gore s JI predgorskom stepenicom, kao sastavnica gorsko – zavralskog područja, obuhvaća gornji i srednji tok Kupčine, dok se većina donjeg toka rijeke nalazi u mezogeomorfološkoj regiji Vukomeričkih gorica sa zavalom Crne Mlake (Tab. 3).

Sama rijeka Kupčina ne protiče kroz subgeomorfološku regiju Vukomeričkih gorica – ona samo sačinjava dio njenog porječja (Sl. 1).

Tablica 3: Kategorizacija geomorfoloških regija koje obuhvaćaju porječje Kupčine prema Bognar, 1999.

Geomorfološka regionalizacija porječja Kupčine			
Panonski bazen (megamakrogeomorfološka regija)→	Gorsko-zavralsko područje SZ Hrvatske (makrogeomorfološka regija)→	Gorski masiv Žumberačke gore s JI predgorskom stepenicom (mezogeomorfološka regija)→	Gorski masiv Žumberačke gore (subgeomorfološka regija)
			JI predgorska stepenica (subgeomorfološka regija)
	Zavala SZ Hrvatske (makrogeomorfološka regija)→	Vukomeričke gorice sa zavalom Crne Mlake (mezogeomorfološka regija)→	Zavala Crne Mlake sa nizinom Kupe (subgeomorfološka regija)
			Vukomeričke gorice (subgeomorfološka regija)



Slika 1: Geomorfološka regionalizacija porječja Kupčine prema Bognar, 1999.

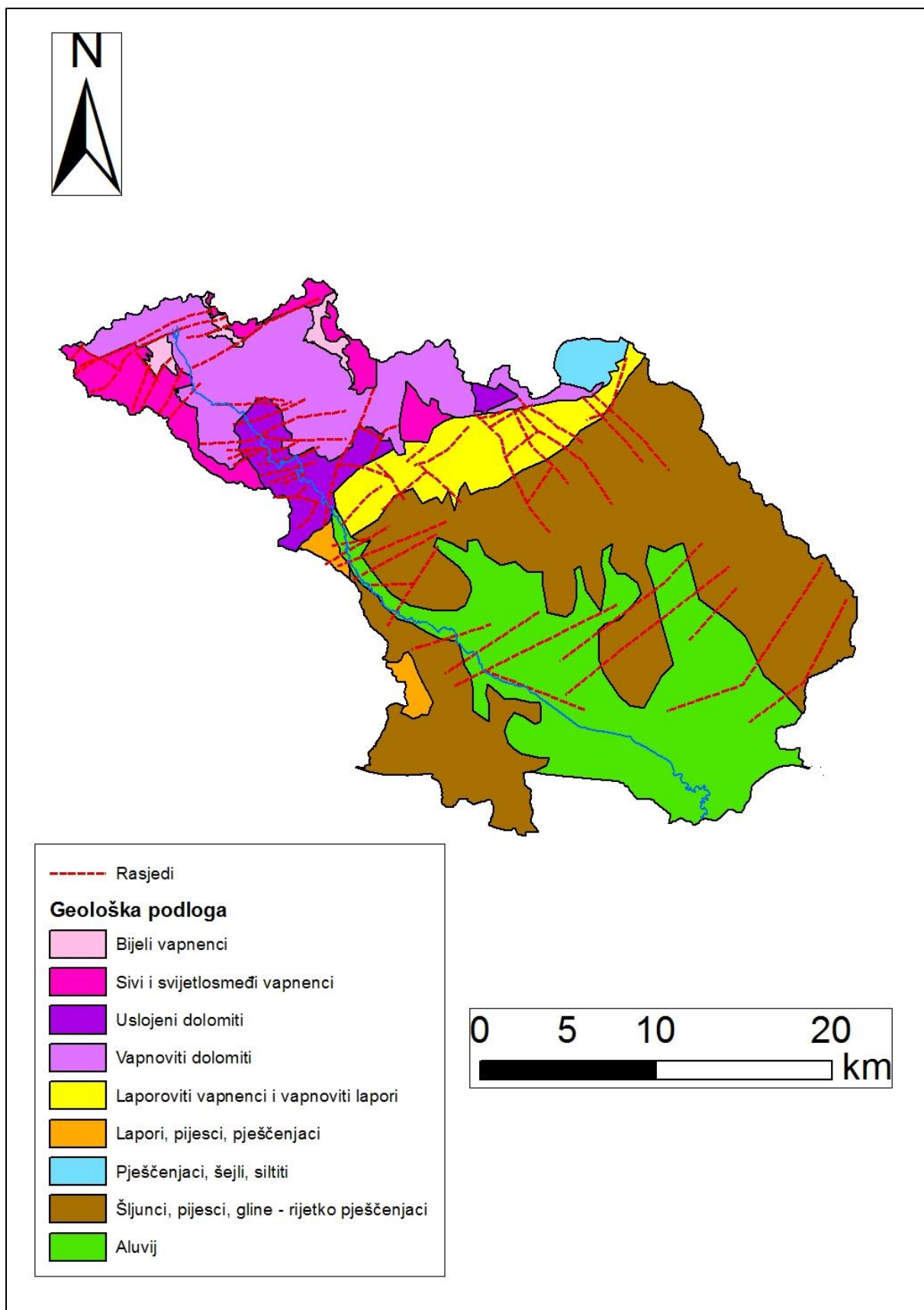
3.1. Geološka podloga i neotektonski procesi

Prostor Žumberka se po svojoj geološkoj građi ističe u okviru kontinentalne Hrvatske, s obzirom da značajan udio geološke podloge ovog prostora sačinjavaju dolomitne stijene (Pleničar i dr., 1969) koje prevladavaju i u dijelu porječja Kupčine (Sl. 2). Zbog svoje slabije propusnosti i topljivosti u usporedbi s drugim kalcitnim stijenama (poglavito vapnencima), dolomiti na ovom prostoru omogućuju razvoj dužih površinskih tokova poput Kupčine, koja zatim u spomenutoj podlozi formira specifične fluvioakumulacijske oblike.

Prelaskom iz gorovitog predjela Žumberka u Dolinu Kupčine i Crnomlačku zavalu nizvodno od nje, Kupčina prelazi u prostor pretežito aluvijalnih nanosa koje i sama gradi pronosom sedimenata (Sl. 2). U ovim se nanosima najizraženije razvijaju obilježja fluviodenudacijske i fluvioakumulacijske morfologije, potaknuta međuodnosom denudacije i sedimentacije vezane uz vodotok. U ostatku porječja u vidu geologije možemo primijetiti pijeske, pješčenjake i lapore koji se poglavito vežu uz predgorske padine Žumberačke gore, kao i različite vapnenačke stijene koje sačinjavaju gorski masiv (Pleničar i dr., 1969; Šikić i dr., 1972).

Konačno, izvan samog užeg prostora uz vodotoke, Crnomlačkom zavalom dominiraju šljunci, pijesci i gline (Benček i dr., 1990). S obzirom na melioracijske zahvate koji su stvorili raširenu mrežu kanala u prostoru Crne Mlake, iznimni uvjeti poput poplava mogli bi uvjetovati povećan unos raznolikog sedimenta s područja Crnomlačke zavale u samu rijeku.

Dodatan geološki faktor na oblikovanje korita i porječja Kupčine javlja se u vidu neotektonskih procesa relativnog izdizanja prostora Žumberačkog masiva, odnosno spuštanja Zavale Crne Mlake kao erozijske baze (Tandarić i dr., 2018). Ovi endogeni procesi uvjetuju pojačano usijecanje Kupčine u dolinu V oblika u svojem gornjem toku na prostoru Žumberka, kao i zapunjavanje ravnog, spuštajućeg terena u njenom srednjem i donjem toku naplavinama u kojima se stvara sporiji, meandrirajući tok (Tandarić i dr., 2018) karakteriziran usporednim procesima fluviodenudacije i fluvioakumulacije. Još jedan pokazatelj navedenih utjecaja neotektonike su brojna laktasta skretanja Kupčine – posebice na prijelazu iz gornjeg u srednji tok – koja upućuju na aktivne zone rasjedanja (Tandarić i dr., 2018).

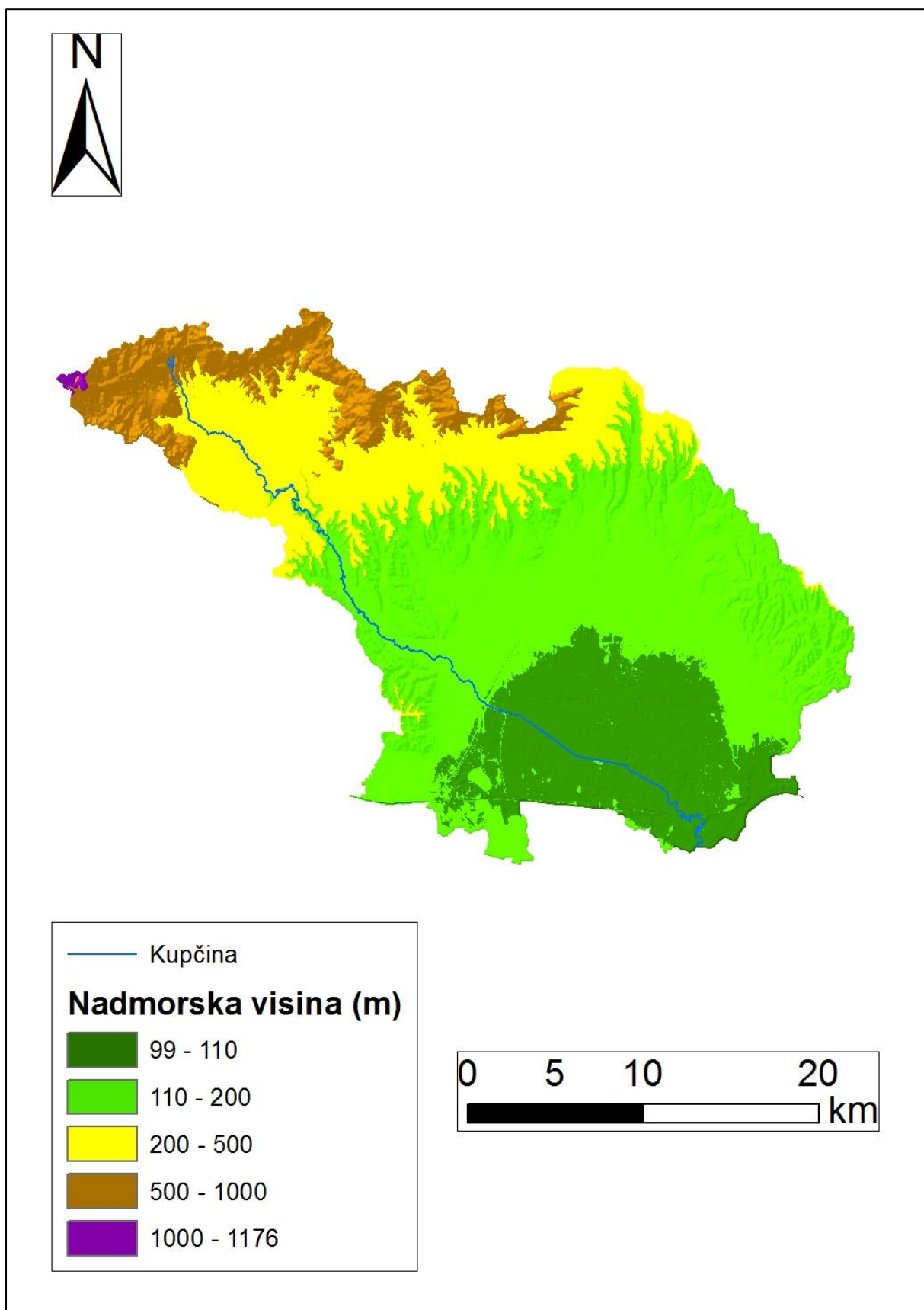


Slika 2: Geološka struktura porječja Kupčine. Izvori: Benček i dr., 1990; Bukovac i dr., 1983; Pleničar i dr., 1969; Šikić i dr., 1972.

3.2. Morfometrijska obilježja

Već spomenuta geografska regionalizacija porječja Kupčine upućuje na raznolikost ovog prostora u vidu njegove morfometrije. Otprilike petina teritorija porječja nalazi se na relativno niskom prostoru od 99 do 110 m.n.v. u središtu Crnomlačke zavale, a kada se tom broju pridoda sav teritorij porječja do 200 m.n.v., dolazimo do zaključka da se gotovo 70% promatranog prostora nalazi u nizinskoj zoni (Sl. 3). Ova činjenica upućuje na široku drenažnu mrežu malih i povremenih tokova (ali i umjetnih kanala) koji se ulijevaju u Kupčinu iz prigorskog prostora, kao i na povremeno plavljenje i zadržavanje većih količina vode u pokupčinskom prostoru u okolici same Crne Mlake, koji zbog svoje niske nadmorske visine predstavlja krajnju točku otjecanja vode sa šireg okolnog područja.

Jednu petinu površine porječja predstavljaju niži prigorski prostori Žumberačkog gorja od 200 do 500 m.n.v., a brdsko – planinski prostor od 500 do 1000 m.n.v. zastupljen je u površini porječja udjelom od 11%. Posljednjih 2% površine porječja iznad tog razreda ujedno predstavlja i prostor najvišeg žumberačkog vrha Svete Gere (1178 m.n.v.), no očito je riječ o relativno malenom dijelu promatranog prostora u kojem ne postoje stalni tokovi. Ipak, brdsko – planinska obilježja gornjeg toka Kupčine treba se uzeti u obzir pri razmatranjima o hidrološkom režimu tekućice, s obzirom da su viši predjeli Žumberka karakterizirani većim količinama padalina i dužim zadržavanjem snijega od okolnog prostora (Zaninović, 2008).

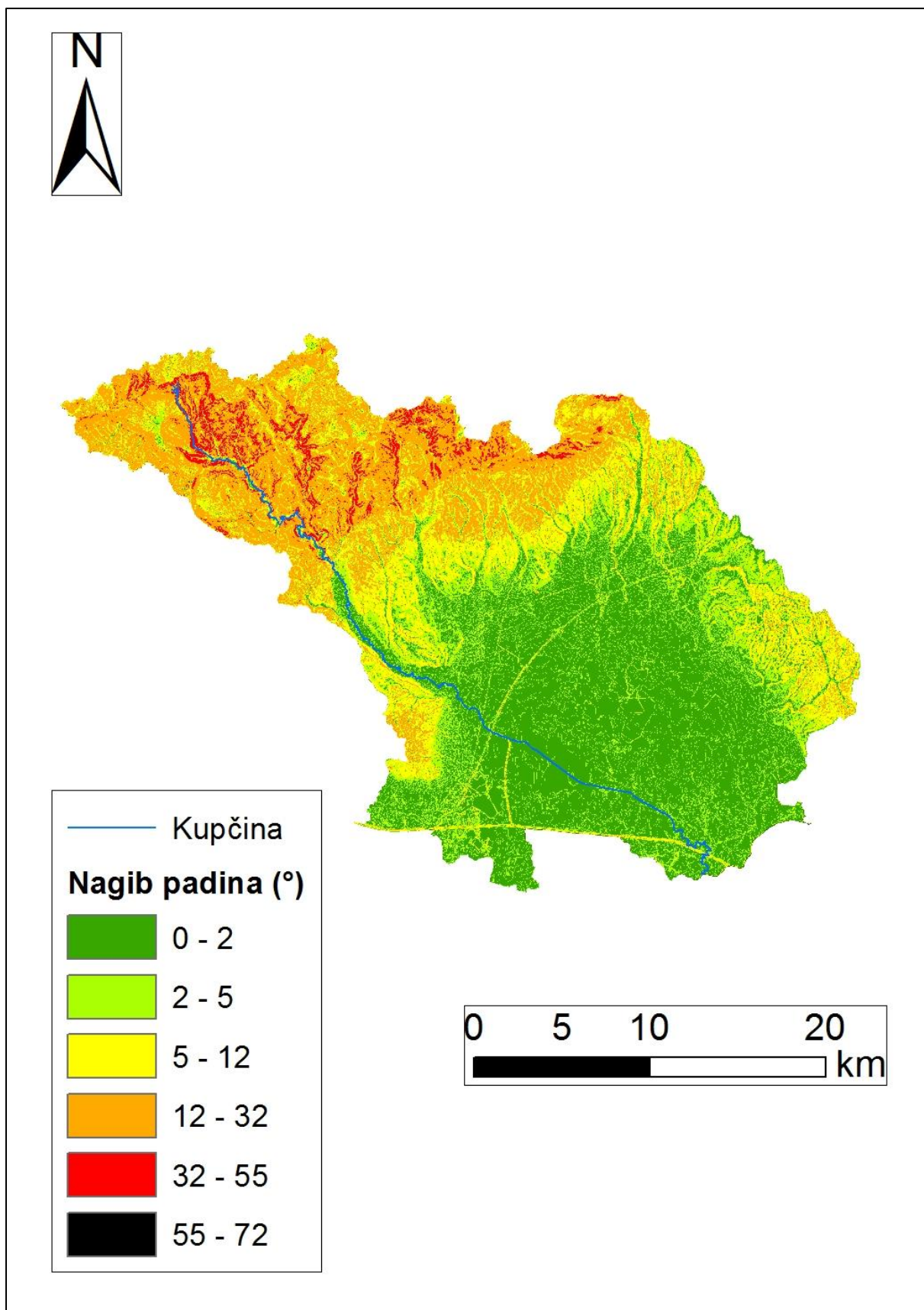


Slika 3: Hipsometrijska karta porječja Kupčine.

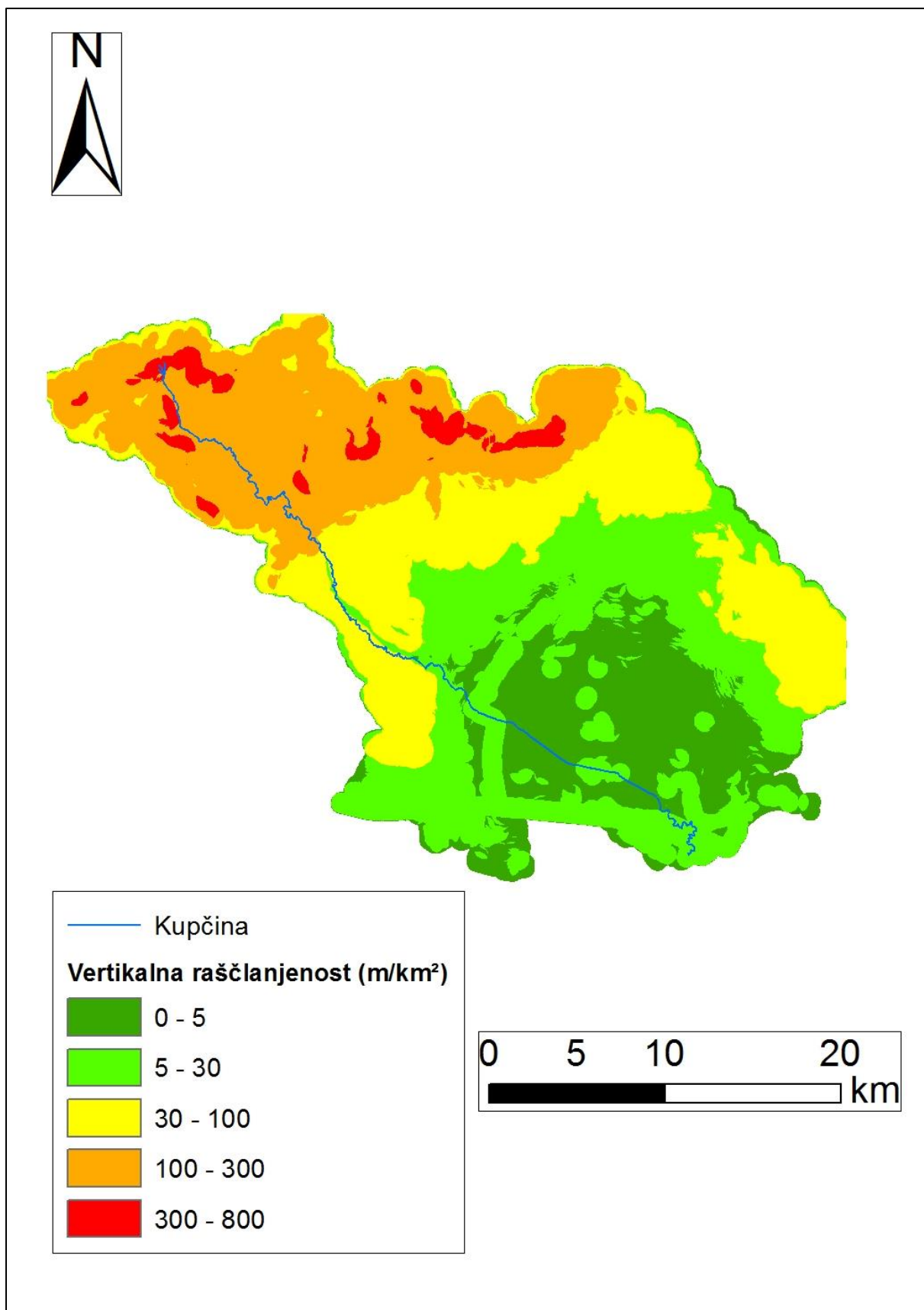
Očekivano, najviši brdsko – planinski segment promatranog prostora, koji se proteže iznad 500 m.n.v., ujedno je i prostor gdje se mogu uočiti najviše vrijednosti nagiba padina (Sl. 4). Iako strmci (prostori nagiba većeg od 55°) zauzimaju zanemariv udio porječja i ograničeni su na relativno (u okviru ovog istraživanja) ograničene, manje lokalitete, vrlo strmi tereni s rasponom nagiba od 32° do 55° čine oko 3% promatranog prostora i u većini slučajeva su vezani upravo uz riječne doline gornjeg toka Kupčine i njenih pritoka. Sukladno tome, na području gornjeg toka Kupčine u njenom koritu možemo očekivati pojavu izrazito krupnog sedimenta, odnosno koluvija nastalog padinskim procesima na dolinskim stranama. Nadalje, s obzirom da se gotovo čitav gornji tok nalazi u prostoru padina značajnog nagiba od 12° do 32° (23% ukupnog promatranog područja), u koritu se može očekivati daljnje taloženje krupnijeg sedimenta u vidu proluvija kojeg pronose bujični procesi u gorju. Osim značajnog utjecaja koluvija i proluvija u koritu na smjer i brzinu otjecanja, ove pojave također upućuju na to da je Kupčina ovisna o periodičnom plavljenju koje sprječava začepljenje korita pomicanjem krupnih sedimenta nizvodno.

Padine s nagibom od 5° do 12° (18% promatranog područja) uglavnom se ističu u prigorskim dolinskim stranama srednjeg toka Kupčine, a s padom nadmorske visine dolazimo i do blago nagnutih terena od 2° do 5° nagiba (koji također čine 18% promatranog područja). Proces spiraliranja različitog intenziteta na ovim padinama u korito unose deluvij, sitniji sediment koji se atricijom u vodotoku transformira u lagano prenosiv sitnozrnati aluvij. Sedimentaciju ovih sitnijih sedimenta, posebice aluvija, možemo uočiti pretežito na horizontalim i subhorizontalnim ravninama Crnomlačke zavale, gdje je teren uglavnom nagnut tek do 2°. U ovom prostoru, koji zauzima najveći udio porječja (oko 38%), možemo očekivati formiranje tipičnog fluvioakumulacijskog reljefa vezanog uz nakupljanje aluvija u koritu i probijanje vodotoka kroz vlastite aluvijalne naslage.

Nešto manje od 3% površine promatranog područja ima izrazitu raščlanjenost od 300 do 800 m/km² i nalazi se isključivo u području Žumberačkog gorja, u kojem inače prevladava umjereno raščlanjen reljef od 100 do 300 m/km² (Sl. 5). S druge strane, u središtu Crnomlačke zavale reljef se može karakterizirati kao prava ravnica s vertikalnom raščlanjenošću od 0 do 5 m/km². Ovaj kontrast posljedica je već spomenutih neotektonskih procesa relativnog izdizanja Žumberka i spuštanja Crnomlačke zavale, kao i egzogenog zapunjavanja zavale riječnim sedimentima.



Slika 4: Karta nagiba na porječju Kupčine.



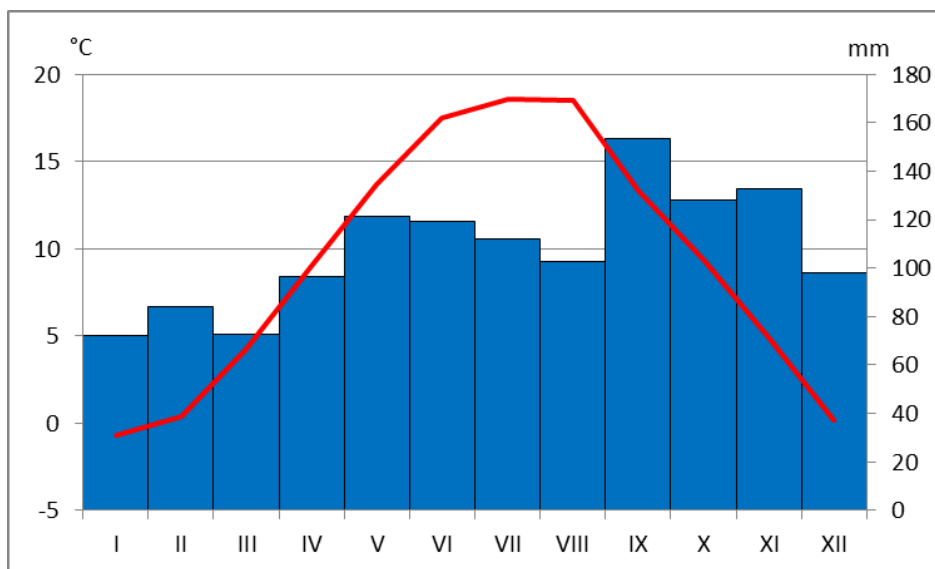
Slika 5: Karta vertikalne raščlanjenosti reljefa porječja Kupčine.

3.3. Klimatska obilježja

Porječje Kupčine nalazi se u široj regiji Kontinentalne Hrvatske, koja se u klimatološkom smislu izdvaja od (površinom manje) Primorske Hrvatske zbog daleko manjeg utjecaja Jadranskog mora kao klimatskog čimbenika. Stoga u promatranom prostoru imamo uvjete umjerene kontinentalne klime i cirkulacijskog pojasa umjerenih širina, koji uzrokuje promjenjive vremenske uvjete (Selić, 2019 prema Zaninović, 2008).

Za aproksimaciju klimatskih uvjeta u porječju u ovom se istraživanju koriste podaci s dvije mjerne stanice – prva se nalazi u Sošicama, naselju u blizini izvorišne zone Kupčine, a druga u Pisarovini, naselju na rubu Crnomlačke zavale nedaleko od ušća rijeke. Prema podacima prikupljenim od 1996. godine (kada postaja Sošice počinje s radom) do 2019. godine, očito je da oba prostora karakterizira Cfb tip klime, odnosno da se nalaze u pojasu umjereno tople kišne klime (Sl. 6 i 7). Međutim, mikroklimatske razlike itekako postoje, što se poglavito može pripisati orografskim razlikama između dvije lokacije.

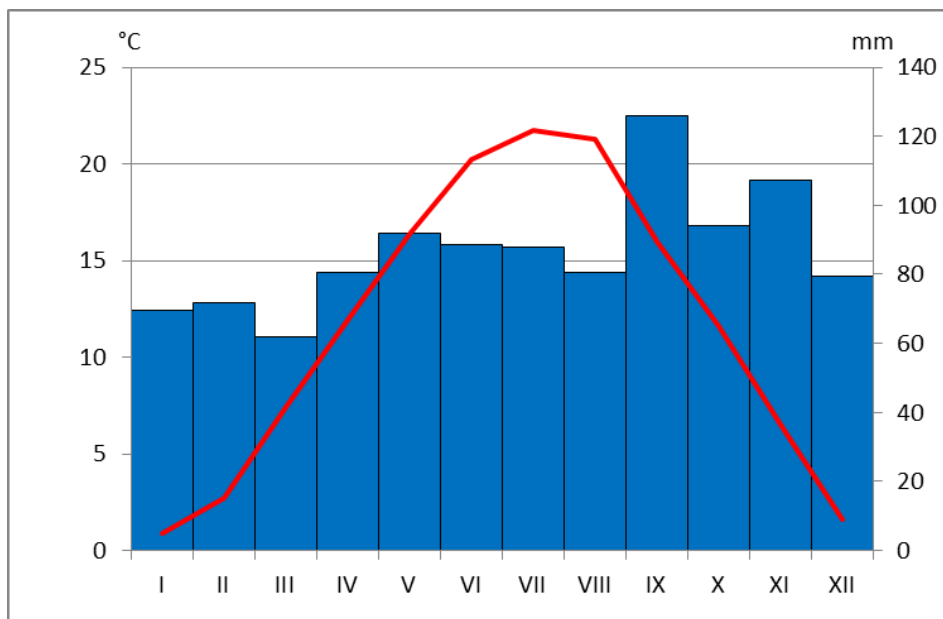
Sošice zahvaljujući svom smještaju u višim predjelima Žumberka imaju srednju siječanjsku temperaturu ispod 0°C, a srednje temperature u prosincu i veljači ne dostižu 1°C (Sl. 6). Prosječne ljetne temperature također su nešto niže, pri čemu je najtopliji srpanj s prosječnom temperaturom od 18,6°C.



Slika 6: Klimadijagram postaje Sošice za razdoblje 1996. – 2019. godine.

Izvor: DHMZ, 2022.

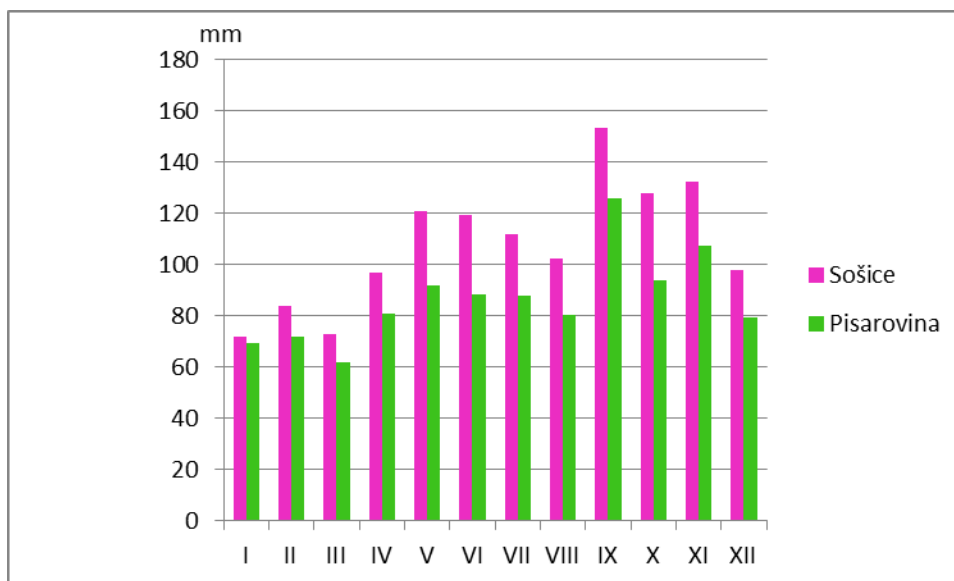
S druge strane, prosječna srpanjska temperatura u Pisarovini za promatrani period iznosi relativno visokih 21,7°C, a zamjetno je i da nijedan mjesec u godini nema prosječnu temperaturu ispod nule (Sl. 7). Ovo upućuje na uočljive mikroklimatske razlike između Žumberačkog gorja kao okoliša gornjeg toka Kupčine te Crnomlačke zavale u kojoj se nalazi njen donji tok. Između ostalog, mikroklimatski karakter Žumberka je pogodan za duže zadržavanje snijega, što uvjetuje veću prisutnost sočnice u protočnom režimu rijeke.



Slika 7: Klimadijagram postaje Pisarovine za 1996. – 2019. godine.

Izvor: DHMZ, 2022.

Kao značajan orografski element, Žumberak je također i prostor s više padalina od okolnog područja; Sošice i Pisarovina imaju sličan godišnji hod padalina, s nižim proljetnim i višim jesenskim maksimumom te istaknutim minimumom zimi (Sl. 8). Međutim, u pogledu apsolutnih vrijednosti, količina padalina zabilježena u Sošicama za promatrano razdoblje konzistentno je viša od količine padalina zabilježene u Pisarovini u svim mjesecima u godini. U prosjeku, godišnja količina padalina u Sošicama je gotovo za četvrtinu (24%) veća od godišnje količine padalina u Pisarovini u promatranom razdoblju, iako postoje mjesečne varijacije – primjerice, prosječna količina padalina u listopadu u Sošicama nadmašuje onu u Pisarovini za čak 36%, dok za siječanj ta razlika iznosi tek 4%.



Slika 8: Usporedba godišnjeg hoda padalina za razdoblje 1996. – 2019. godine na postajama Sošice i Píсарovina.

Izvor: DHMZ, 2022.

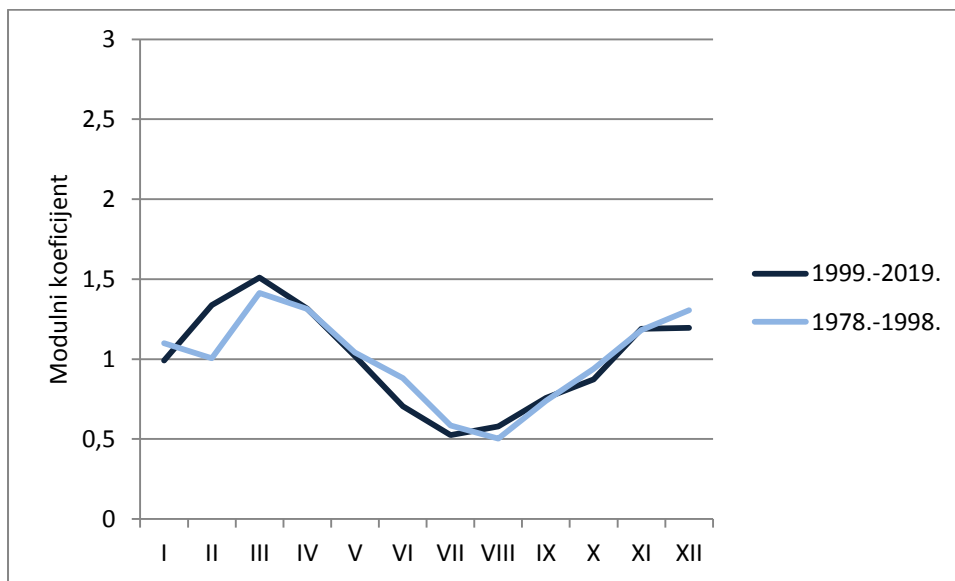
3.4. Hidrološka obilježja

Za bolje razumijevanje utjecaja reljefnih i klimatskih obilježja prostora na samu Kupčinu, potrebno je definirati njen protočni režim. Režim tekućice jedan je od njenih osnovnih hidroloških elemenata – on daje uvid u način na koji se rijeka opskrbljuje vodom, kao i u raspored vodostaja i protoka tokom kalendarske ili hidrološke godine (Riđanović, 1993). U svrhu određivanja protočnog režima Kupčine potrebni su podaci o protoku, odnosno količini vode koja otječe profilom njenog korita u određenoj jedinici vremena (Riđanović, 1993). Takvi podaci dostupni su s dvije mjerne postaje.

Prva postaja nalazi se u Strmцу Pribićkom na krajnjem sjeveru Doline Kupčine, u podnožju Žumberka (Sl. 9). Zahvaljujući njenom položaju na granici gornjeg i srednjeg toka, kao i manjem utjecaju antropogenih zahvata u porječju uzvodno od Strmца, ovu mjernu postaju možemo smatrati reprezentativnom za određivanje prirodnog hidrološkog režima tekućice.

Konzistente izmjere protoka dostupne su od 1959. godine, kada mjerna stanica – nakon nekoliko promjena lokacije u samom Strmцу u prethodnim godinama – konačno dobiva današnji položaj (DHMZ, historijat stanice).

Modulni koeficijenti mjesečnih vrijednosti protoka za promatrani period od 1999. do 2019. godine sugeriraju peripanonski snježno – kišni protočni režim (Sl. 9). Riječ je o tipu protočnog režima koji je karakterističan za gorja sjeverozapadne Hrvatske, s dva maksimuma (jednim u rano proljeće i drugim u kasnu jesen) te dva minimuma, pri čemu je onaj ljetni znatno izraženiji od zimskog (Čanjevac, 2013). Ovakav režim ima i rječica Gradna u susjednom Samoborskom gorju (Čanjevac, 2013).



Slika 9: Modulni koeficijenti mjesečnih protoka na postaji Strmac Pribički za razdoblje 1978. – 2019.

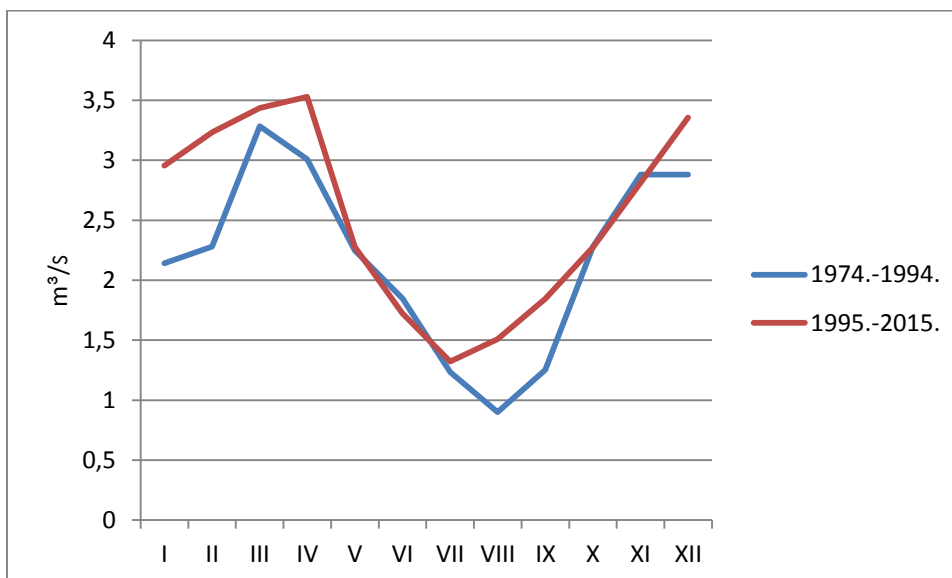
Izvor: DHMZ, 2022.

Ipak, postoje određena odstupanja. Primjerice, proljetni maksimum (koji se kod Kupčine javlja u ožujku) u promatranom periodu znatno nadmašuje prosinački maksimum (što je rijetka, no ne i nezabilježena pojava kod rijeka ovakvog protočnog režima). Također se može primijetiti da je i zimski minimum jasno smješten u siječnju umjesto u veljači, što nije karakteristično za slične rijeke (Čanjevac, 2013).

Ova odstupanja postaju još očitija kada se promotre rezultati za period od 1978. do 1998. godine, koji ukazuju na puno tipičnije godišnje oscilacije u protoku, s gotovo jednako izraženim maksimumima u ožujku i prosincu te sa zimskim minimumom u veljači i ljetnim minimumom u kolovozu – što je još jedna razlika naspram recentnijih podataka koji ga smještaju u srpanj. Ovakve promjene poklapaju se i s onima zabilježenim na Gradni u susjednom Samoborskom gorju (Selić, 2019).

Ovakve rezultate možemo pripisati klimatskom trendu preraspodjele godišnje količine padalina na masivu Žumberačke gore; konkretno, povećanju količine padalina u veljači te padu količine padalina u lipnju, što je približilo ljetni minimum na srpanj (Selić, 2019). Osim toga, treba uzeti u obzir i ponešto različita vremenska razdoblja koja su analizirana u ovom radu u odnosu na rad Čanjevac, 2013.

Podaci s druge mjerne stanice, one na brani u Lazini kod Draganića, zanimljivi su jer se uzvodno od sela nalazi zgrada mlina u Čeglju opremljena malom hidroelektranom, što utječe na podatke o protoku (DHMZ, historijat stanice). Također, osim postojanja same brane u Lazini, mještani koriste i korito nizvodno od nje kao kupalište, pri čemu u ljetnim mjesecima grade i dodatne privremene brane kojima podižu vodostaj rijeke i utječu na protok (DHMZ, historijat stanice). Ipak, usporedba godišnjeg hoda protoka za dvadesetogodišnji period do 1995. godine – kada je hidroelektrana postavljena (menea.hr, 25.5.2022.) – i od nje (Sl. 10) ukazuje na činjenicu da oscilacije u srednjem mjesečnom protoku nisu znatno izmijenjene od postavljanja elektrane, osim u vidu izmjena protočnog režima koje su već uočene na mjernoj postaji Strmac i koje se potencijalno vežu uz promjene klime. Ipak, očit je porast apsolutnog protoka vode u godini na mjernoj stanici Lazina koji se ne javlja u usporedbi podataka iz istih referentnih perioda na postaji Strmac, što može upućivati na to da je karakter toka Kupčine u Lazini izmijenjen u posljednjim desetljećima kroz antropogene zahvate poput izgradnje kanala, hidroelektrane i drugih struktura u koritu rijeke.



Slika 10: Srednji mjesečni protoci na postaji Lazina za razdoblje 1974. – 2015.

Izvor: DHMZ, 2022.

3.5. Uporaba zemljišta i društvenogeografska obilježja

Porječje Kupčine pretežito je prekriveno listopadnom i mješovitom šumom (prisutnost isključivo zimzelenih šuma je zanemariva) (Sl. 11). Ovaj stanišni tip konstanta je u svim dijelovima porječja, od Žumberačkog gorja do Crnomlačke zavale (iako se u potonjem prostoru ipak javlja veći udio prijelaznih vegetacijskih zajednica).

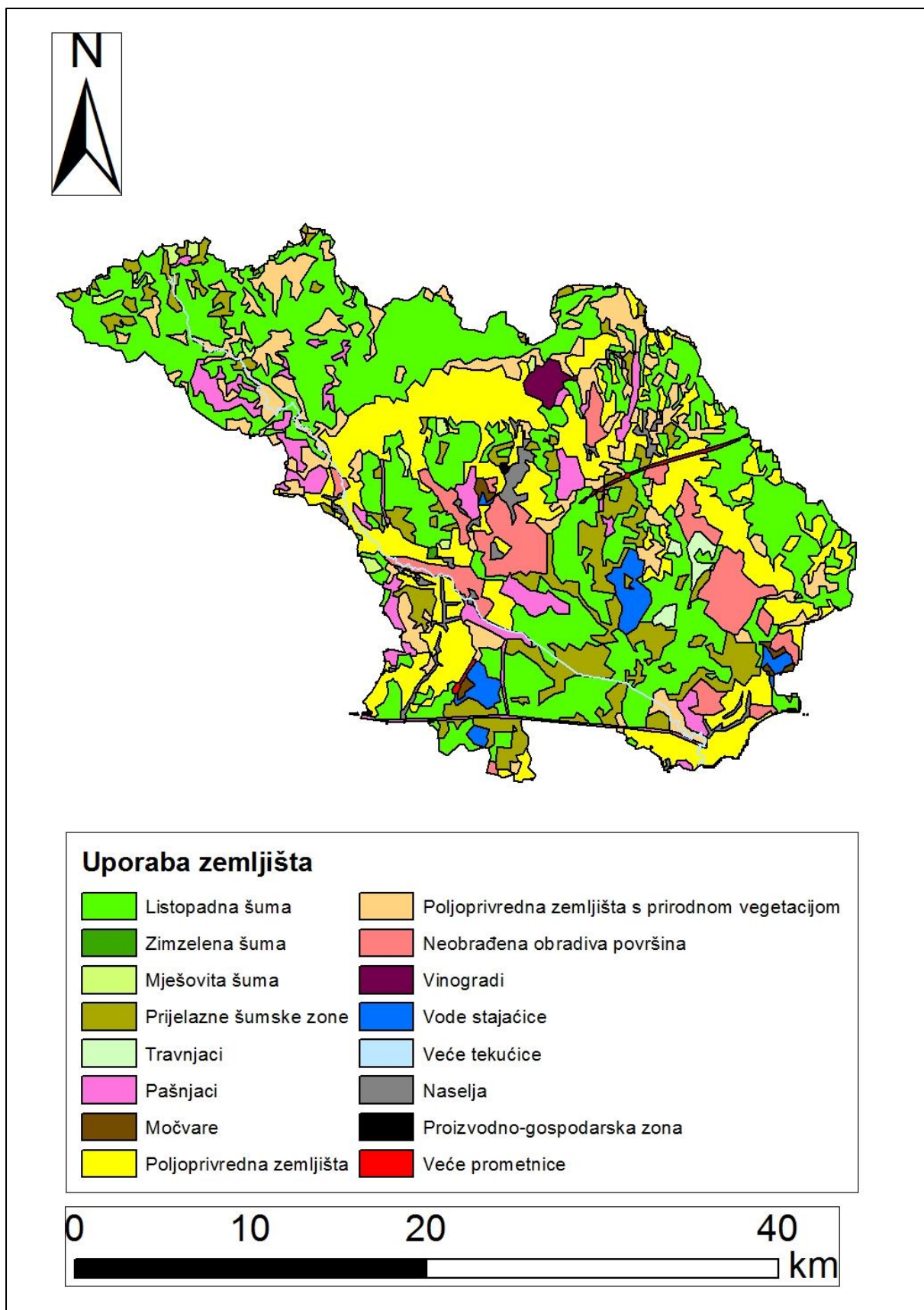
Ovakva raširenost prirodne ili poluprirodne vegetacije na promatranom prostoru produkt je niske gustoće naseljenosti i niskog stupnja iskorištavanja zemljišta za ekonomske aktivnosti. Velik dio pošumljenog prostora porječja nalazi se i unutar granica Parka prirode Žumberak – Samoborsko gorje. Ipak, treba napomenuti i da se poglavito hrastove šume u blizini Draganića u Crnomlačkoj zavali redovito iskorištavaju za komercijalnu sječū (Smetko, 2016).

Niži stupanj ljudske intervencije u prostoru Žumberačkog gorja odražava se i u oblicima komercijalno iskorištavanog zemljišta u okolini raštrkanih žumberačkih naselja. Naime, poglavito je riječ o pašnjacima i poljoprivrednim zemljištima sa značajnim udjelom prirodne vegetacije. Za razliku od ovih manje intenzivnih oblika iskorištavanja zemljišta, niže prigorje Žumberačke gore značajnije se iskorištava za poljoprivredne djelatnosti.

Čitavo žumberačko prigorje uglavnom je prekriveno mozaikom poljoprivrednih kultura, a padine vrha Plešivice ističu se intenzivnijim vinogradarstvom. Ovi tipovi iskorištavanja zemljišta predstavljaju veći rizik za očuvanje vodotoka u porječju Kupčine, posebice u slučajevima daljnjeg širenja poljoprivrednog zemljišta nauštrb riparijskih zona. Ipak, prostor uz glavni vodotok u samoj Dolini Kupčine nešto je slabije iskorištavan.

Osim pokoje manje močvare, kopnene vode stajaćice posebno se ističu u niskom području Crnomlačke zavale. Osim Crne mlake kao najvećeg vodenog tijela u samom središtu zavale, ističu se i Draganićki i Pisarovinski ribnjaci jugozapadno, odnosno jugoistočno od njega. Sve se tri stajaćice iskorištavaju za ribolov, iako treba spomenuti da je Crna mlaka posebno zaštićena Ramsarskom konvencijom kao vlažno stanište od međunarodnog značaja (Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, 20.5.2022.) te je na njoj ljudska aktivnost ograničena. Zbog morfometrijskih obilježja zavale lako je zaključiti da je čitav šumski prostor između ribnjaka i Crne mlake poplavna zona.

Jedino veće naselje na promatranom prostoru je Jastrebarsko, koje se ne nalazi na samom toku Kupčine. Uz samu rijeku se od većih naselja veže samo Krašić u Dolini Kupčine. Jedini drugi značajan antropogeni element osim naselja je autocesta A1.



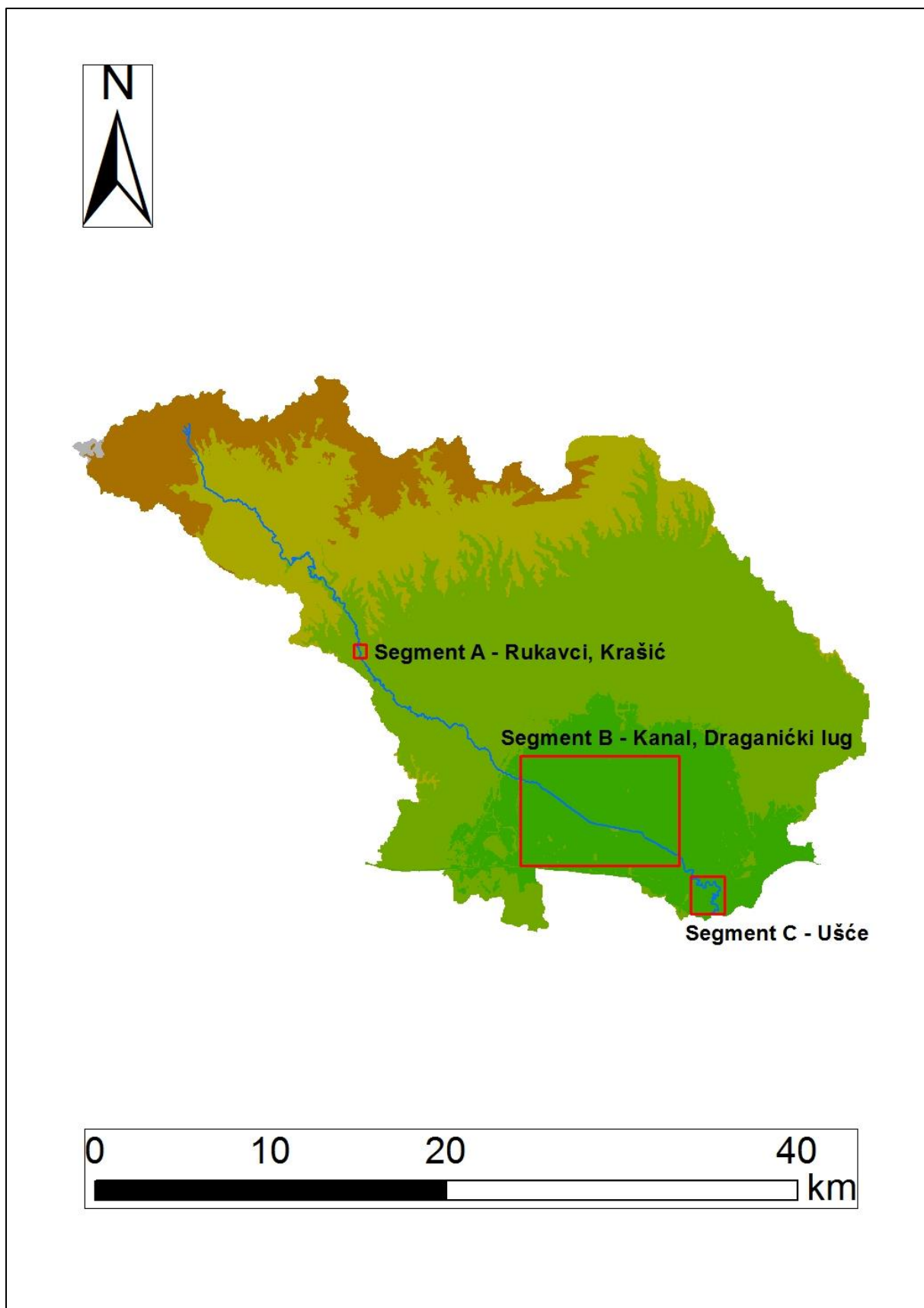
Slika 11: Zemljišni pokrov porječja Kupčine. Izvor: Copernicus, 2022.

4. Promjene u koritu i porječju od druge polovine 19. stoljeća do danas

Pri opisu osnovnih karakteristika korita i porječja Kupčine neizbježno je spomenuti značajan antropogeni utjecaj na rijeku, posebice u njenom donjem toku na kojem su u drugoj polovini 20. stoljeća poduzeti značajni hidrotehnički zahvati.

Usporedba suvremenih ortofotografskih i kartografskih izvora s kartografskim izvorima iz 18. i 19. st. te ortofotografskim izvorima iz 20. st. pomaže u shvaćanju postupnog gubitka morfološke raznolikosti rijeke i njenog porječja, ali upućuje i na aktivne prirodne promjene i procese.

U svrhu praćenja utjecaja prirodnih i umjetnih promjena u koritu, proučena su tri reprezentativna segmenta: relativno očuvana dionica prirodnog korita kod Krašića, dulja dionica na prostoru Draganičkog luga te dionica Kupčine oko ušća u Kupu (Sl. 12).



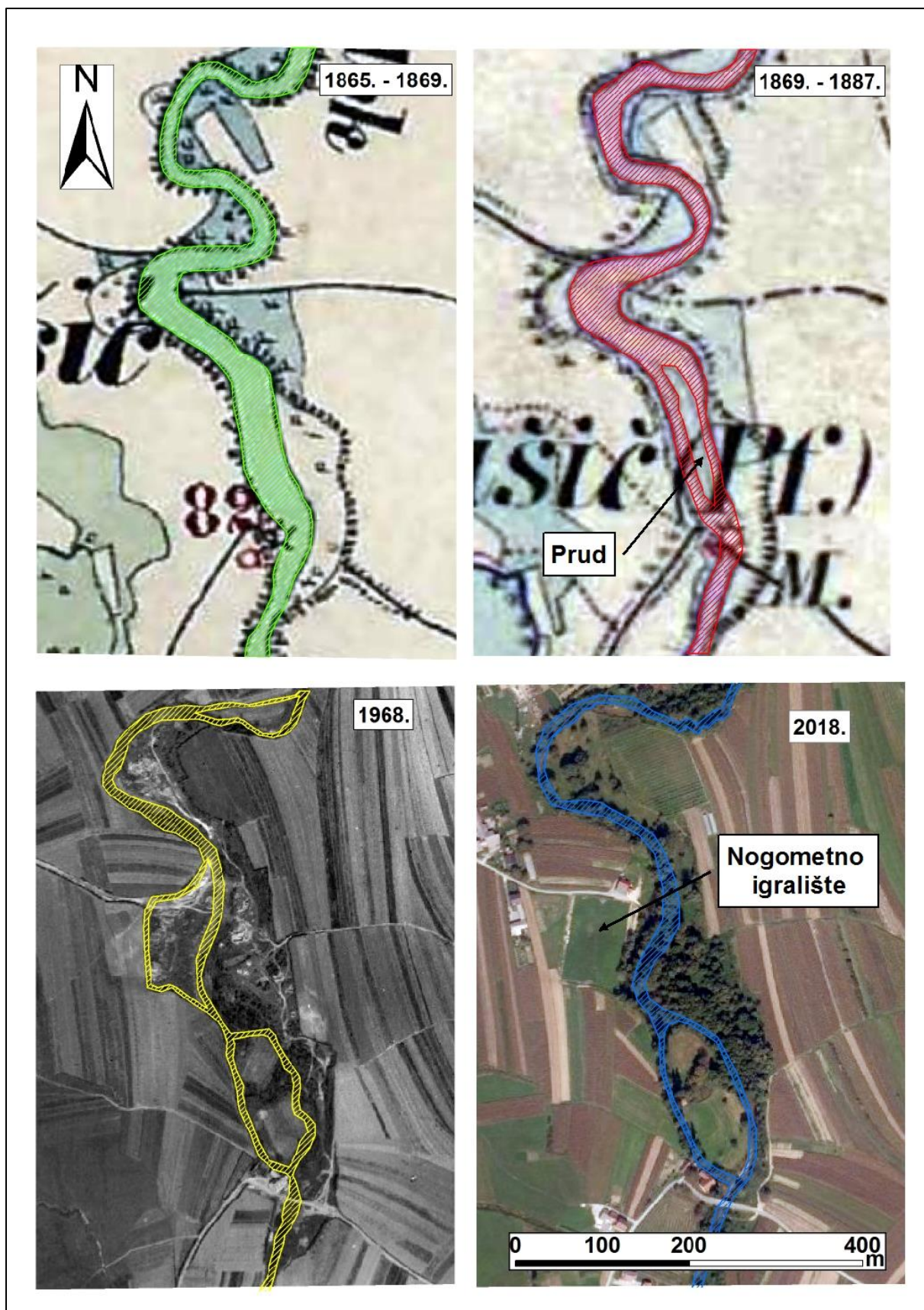
Slika 12: Lokacije segmenata toka rijeke Kupčine na kojima su kronološki promatrane promjene korita i porječja.

4.1. Promjene u srednjem toku na primjeru rukavaca kod Krašića

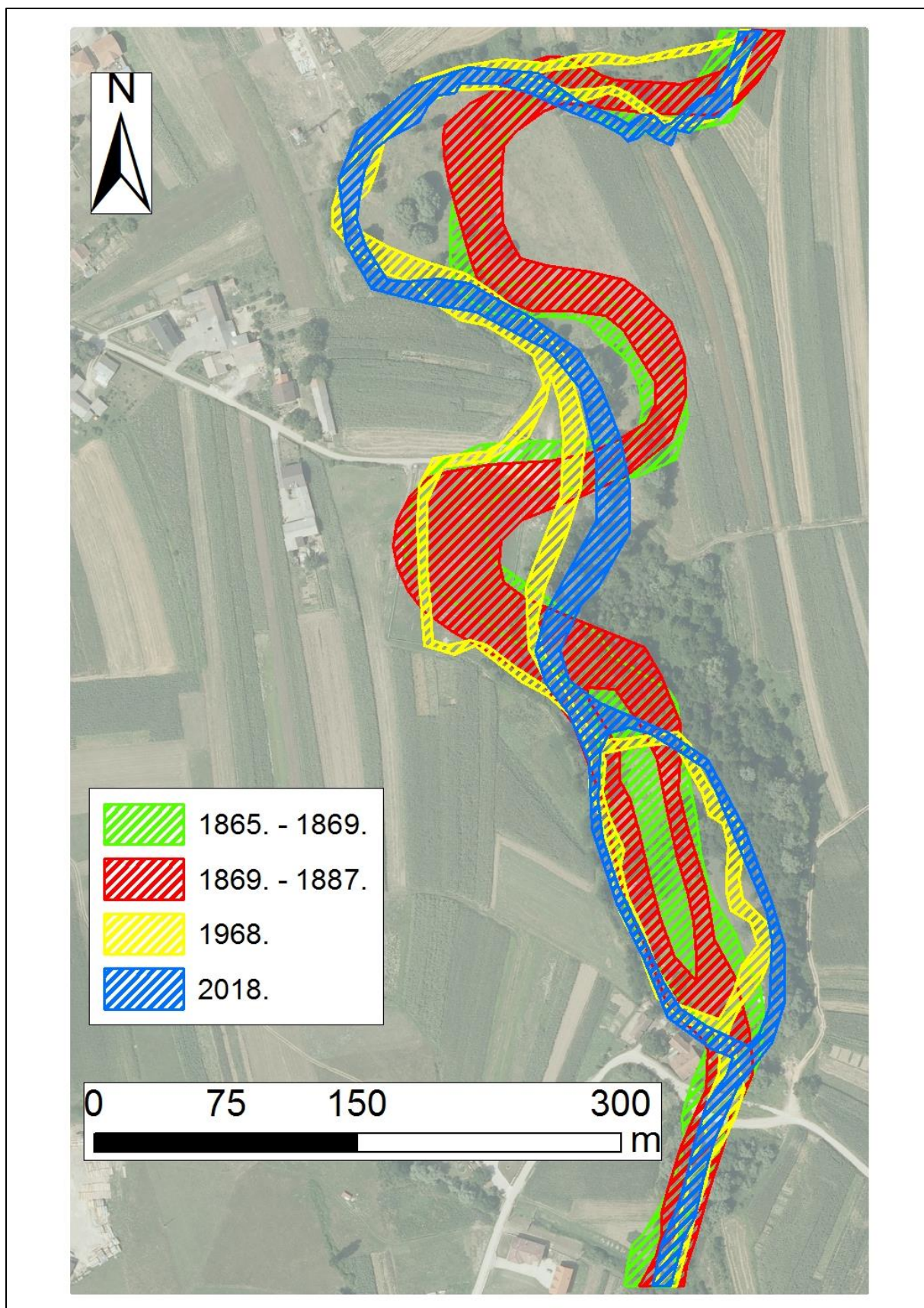
Pregledom kartografske građe iz 18. i 19. stoljeća može se ustvrditi da Kupčina u svojem gornjem toku nije posebno mijenjala oblik korita i porječja, ili da su u najmanju ruku promjene bile suviše neznatne da bi se mogle uočiti prilikom usporedbe suvremenih i (dijelom manje preciznih) povijesnih kartografskih izvora. Prve uočljive promjene počinju se primjećivati na srednjem toku, u Dolini Kupčine. Za analizu na ovom prostoru uzeta je dionica koja se nalazi istočno od Krašića – riječ je o manjem dijelu korita uzvodno od stare krašićke vodenice, gdje se kroz usporedbu povijesnih izvora mogu opisati procesi meandriranja i usijecanja rukavaca te formiranja prudova i ada.

Kupčina kod Krašića značajna je zbog širine svog korita, što je primarno rezultat prisutnosti oveće ade koja je jasno vidljiva s mosta kod vodenice koji povezuje Krašić s Krupačama. Zanimljivo je da na karti Druge vojne izmjere Habsburške Monarhije (1865. – 1869.) – koja je najstariji povijesni izvor koji detaljnije ocrta tok Kupčine – u istom prostoru nije zabilježena prisutnost nijedne veće akumulacije u koritu (Sl. 13). Već na karti iduće, Treće vojne izmjere (1869. – 1887.) tadašnji kartografi ovdje ucrtavaju izdužen oblik u koritu, vjerojatno prud. Upravo je ova akumulacija materijala početna točka u formiranju današnje ade koja je u nešto manjem obliku prisutna i na ortofotografskoj snimci iz 1968. godine, tada već s učvršćenim položajem i oblikom zahvaljujući širenju vegetacije. Uspoređujući spomenuti ortofotografski izvor sa suvremenim izvorima iste vrste, može se govoriti o trendu daljnjeg rasta ade zahvaljujući akumulaciji materijala te polaganom odsijecanju istočnijeg rukavca (uz lijevu obalu Kupčine).

Međutim, ortofotografska snimka iz 1968. godine jasno prikazuje i drugu adu uzvodno od sadašnje. S obzirom na oblike korita ucrtane u Drugoj i Trećoj vojnoj izmjeri, može se pretpostaviti da je ovaj oblik nastao akumuliranjem materijala uz desnu obalu meandra koji je tamo bio prisutan. Zapadniji rukavac (ili mrtvica) u međuvremenu je nestao vjerojatno zahvaljujući ljudskom utjecaju, s obzirom da prostor ove ade danas odgovara sadašnjem nogometnom igralištu u Krašiću (Sl. 13).



Slika 13: Kronološki prikaz oblika korita Kupčine kod Krašića od druge polovine 19. stoljeća do danas. Izvori: Arcanum, 2022; DGU, 2022.



Slika 14: Kronološka usporedba promjena korita Kupčine kod Krašića od druge polovine 19. stoljeća do danas. Izvori: Arcanum, 2022; DGU, 2022.

Preostale zamjetljive promjene u koritu mogu se pripisati prirodnim procesima meandriranja. U načelu, u čitavom promatranom periodu dužina dionice i razvijenost meandara nije se značajno promijenila (Sl. 14). Jedina značajna promjena veže se uz prosječnu širinu korita te površinu ada i prudova (Tab. 4). Kao posljedica uređenja nogometnog igrališta na nekadašnjoj adi, aktivno korito je značajno suženo (prosječna širina korita na promatranom segmentu smanjena je za gotovo 44% u razdoblju od 1968. do 2018. godine) a ada je praktički nestala, odnosno spojena je s riječnom obalom. Dakle, zbog ograničenog ljudskog utjecaja korito Kupčine je i ovdje u usporedbi sa stanjem iz 1968. izgubilo određene vrijednosti koje upućuju na viši stupanj očuvanosti hidromorfoloških obilježja rijeke, iako su površina druge ade i širina korita kod vodenice ustvari u porastu još i danas.

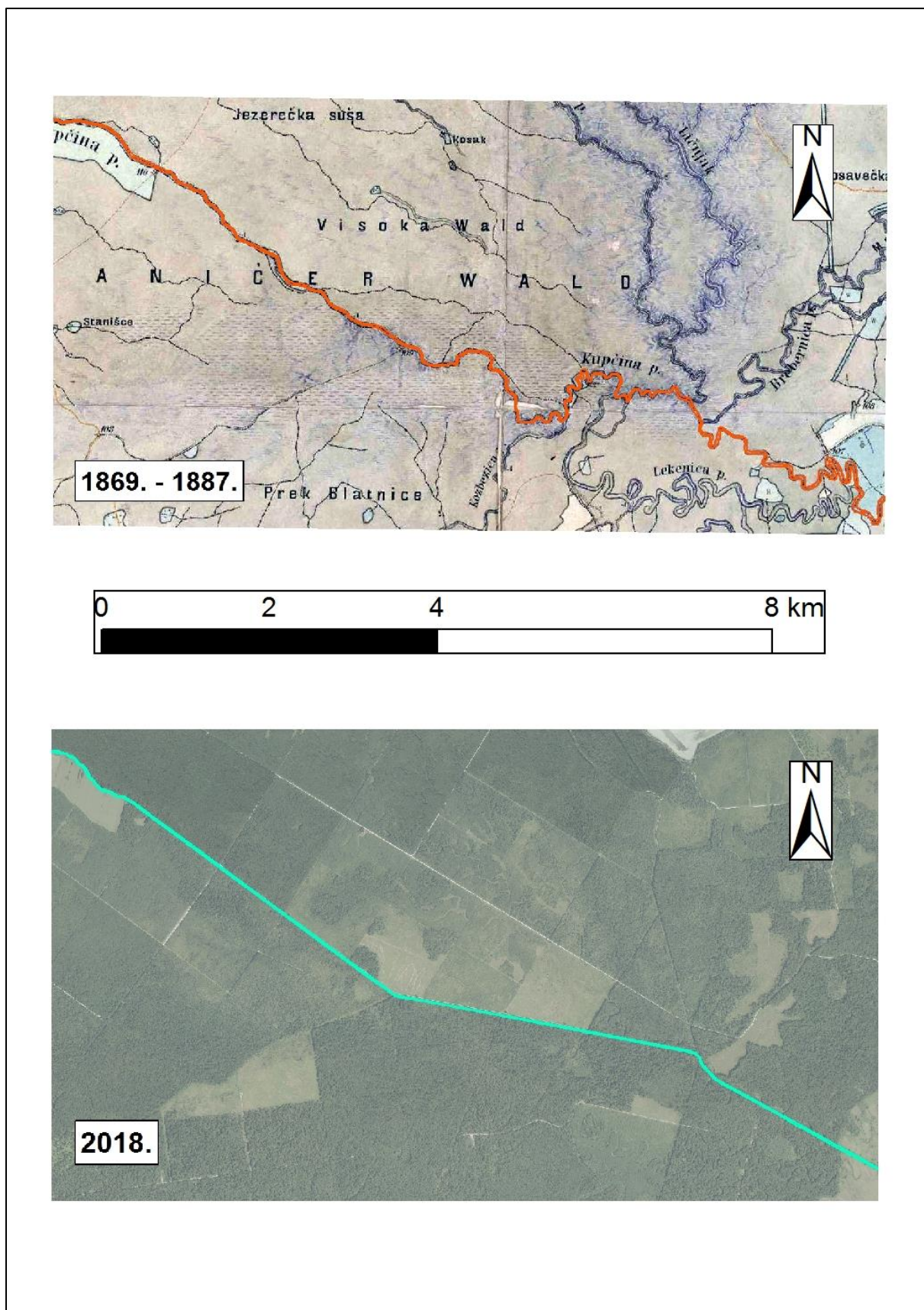
Tablica 4: Kronološki pregled promjena vrijednosti za morfometrijske elemente korita Kupčine kod Krašića od druge polovine 19. stoljeća do danas.

	Dužina srednje osi odsječka (m)	Koeficijent razvijenosti korita	Prosječna širina korita (m)	Površina prudova i ada (m ²)
1865. - 1869.	1101	1,54	28	0
1869. - 1887.	1074 (-2,5%)	1,5 (-0,04)	31 (+10,7%)	3001
1968.	1071 (-0,3%)	1,5 (+0)	31 (+0%)	18116 (+503,7%)
2018.	1086 (+1,4%)	1,52 (+0,02)	22 (-43,6%)	11133 (-38,6%)

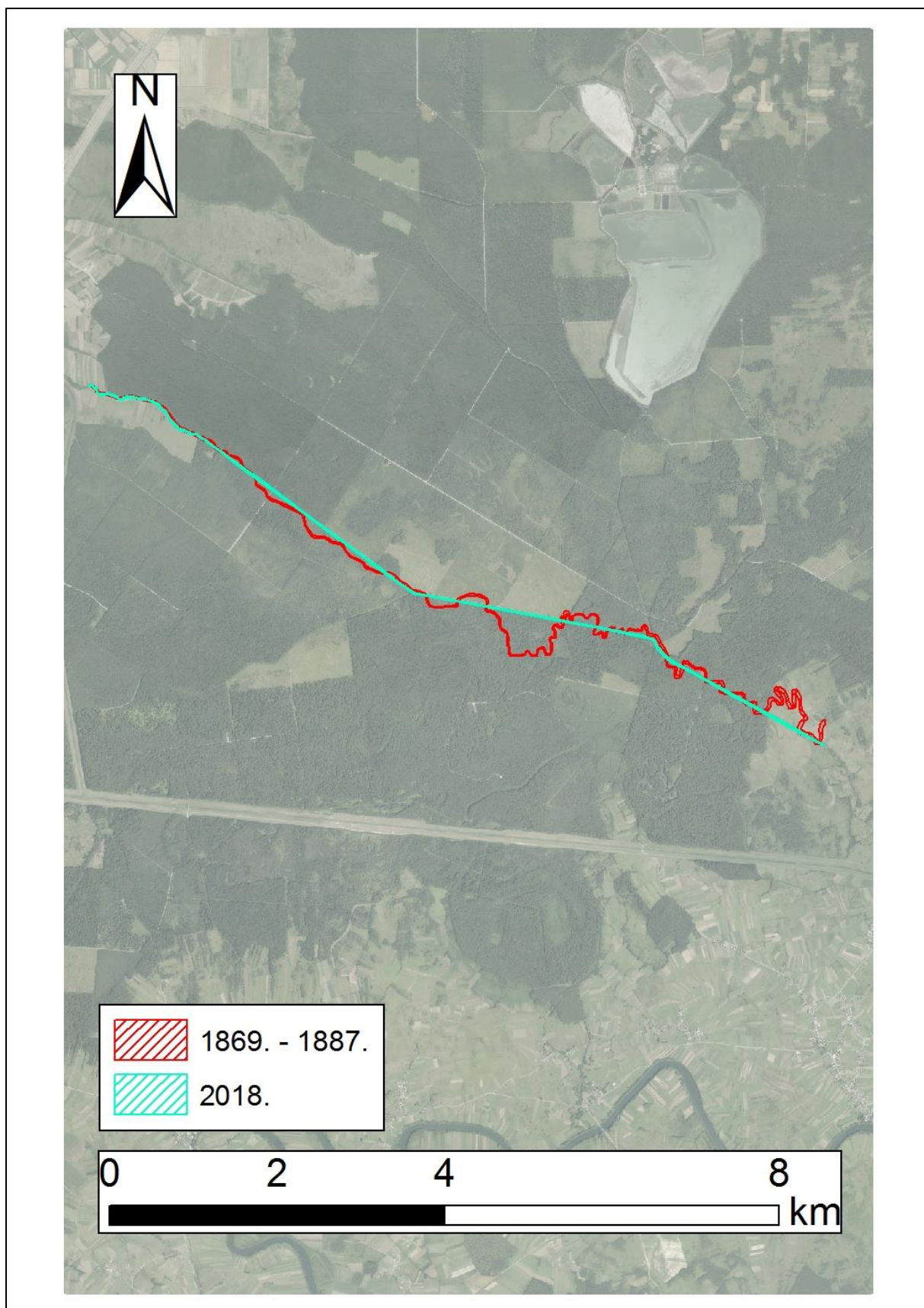
4.2. Antropogene promjene toka u Draganićkom lugu

Prostor donjeg toka rijeke Kupčine nalazi se na širem prostoru Draganićkog luga, jednoj od većih poplavnih šuma Crnomlačke zavale. Ovaj prostor koji spaja već donekle izmijenjen tok Kupčine oko Lazine s prostorom oko ušća zapadno od Pisarovine, međutim, nema karakteristična hidromorfološka obilježja koja bi se ovdje u neizmjenjenim ili manje izmijenjenim uvjetima mogla očekivati. Iako karte iz habsburškog perioda (s različitim razinama preciznosti) u Draganićkom lugu uvijek naznačuju prisutnost kompleksnog sustava meandara s mnogobrojnim podjednako meandrirajućim pritocima (Sl. 15), sadašnje stanje je znatno drugačije zahvaljujući antropogenim zahvatima u porječju (Sl. 16).

Prvi veći zahvat veže se uz današnju Autocestu A1. Jedna od prvih dionica ove prometnice bila je manja autocesta koja je spajala Zagreb i Karlovac, a građena je već 60-ih godina 20. stoljeća (Smetko, 2016).



Slika 15: Kronološki prikaz oblika korita Kupčine u Draganićkom lugu od druge polovine 19. stoljeća do danas. Izvori: Arcanum, 2022; DGU, 2022.



Slika 16: Kronološka usporedba promjene korita Kupčine u Draganićkom lugu od druge polovine 19. stoljeća do danas. Izvori: Arcanum, 2022; DGU, 2022.

Uz autocestu je sagrađen i lateralni kanal koji se u konačnici ulijevao u Kupčinu, čime je znatno povećan unos vode u tekućicu. Očekivano, ovaj je zahvat rezultirao češćim izljevima rijeke iz korita, čemu se u 1970-im godinama doskočilo izgradnjom spojnog kanala koji je vodu iz Kupčine nizvodno od lateralnog kanala većim dijelom uputio u kanal Kupa – Kupa (Smetko, 2016).

Iako je nesmotreno planiranje lateralnog kanala te izgradnja spojnog kanala kao najbržeg rješenja za novonastale probleme ustvari dovelo do gotovo potpune devastacije Kupčine nizvodno od Lazine, stari tok donekle opstaje, također u znatno izmijenjenom obliku. Maleni odvod iz spojnog kanala i dalje dopušta protok vode u staro korito Kupčine, koje je unutar Draganićkog luga gotovo potpuno izravnato i praktički pretvoreno u još jedan lateralni kanal uz šumski put.

Suma ljudskog utjecaja na rijeku – čak i kada se ne spominje potpuna izmjena hidroloških obilježja i pronosa sedimenata – u Draganićkom lugu očituje se u gubitku trećine dužine toka (30,58%) i prosječne širine rijeke (33,34%) od kraja 19. stoljeća do danas (Tab. 5), te nestanku kompleksne mreže tokova i naplavnih zona.

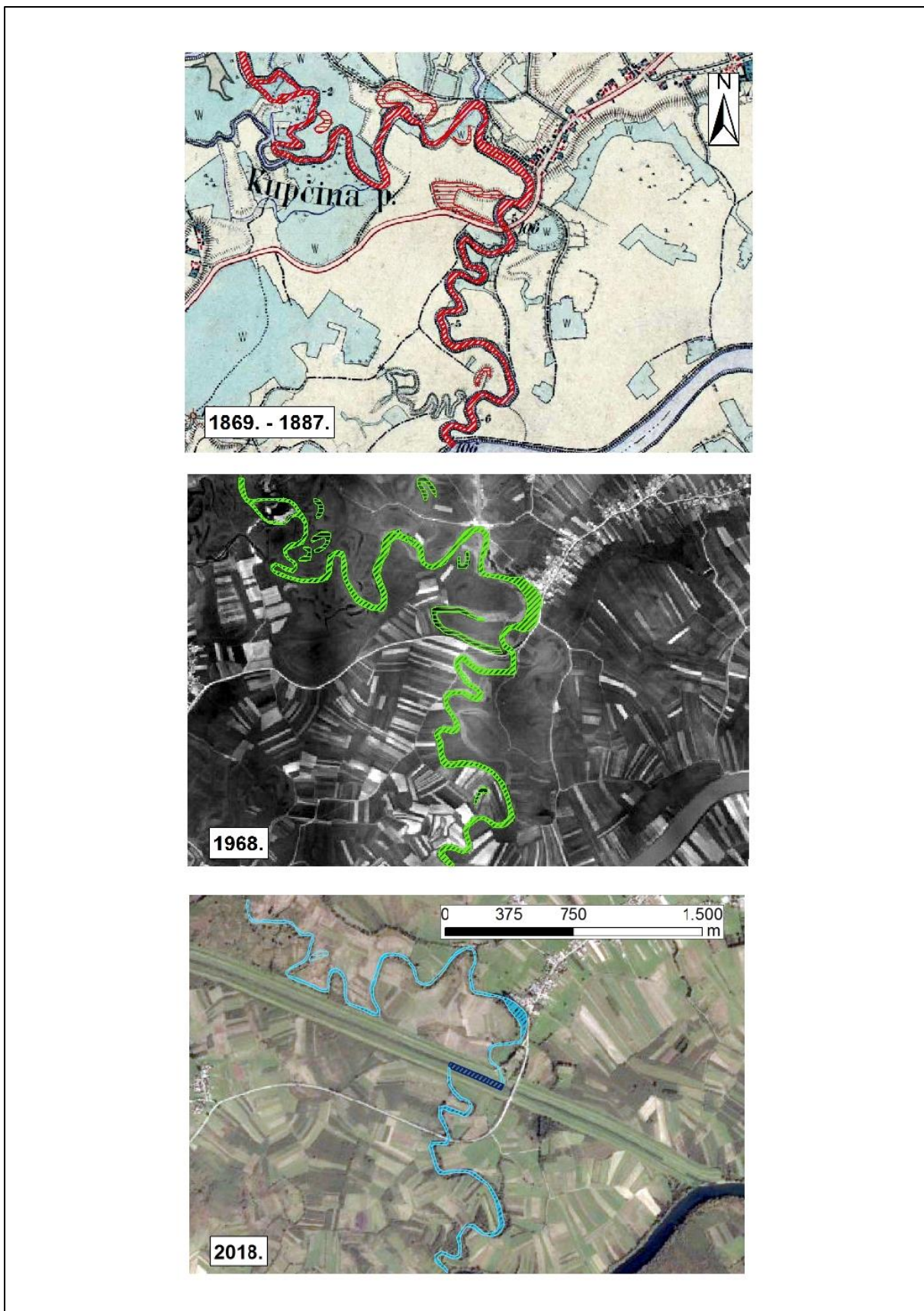
Tablica 5: Usporedba promjena vrijednosti za morfometrijske elemente korita Kupčine u Draganićkom lugu od druge polovine 19. stoljeća do danas.

	Dužina srednje osi odsječka (m)	Koeficijent razvijenosti korita	Prosječna širina korita (m)
1869. - 1887.	14595	1,51	21
2018.	10133 (-30,58%)	1,05 (-0,46)	14 (-33,34%)

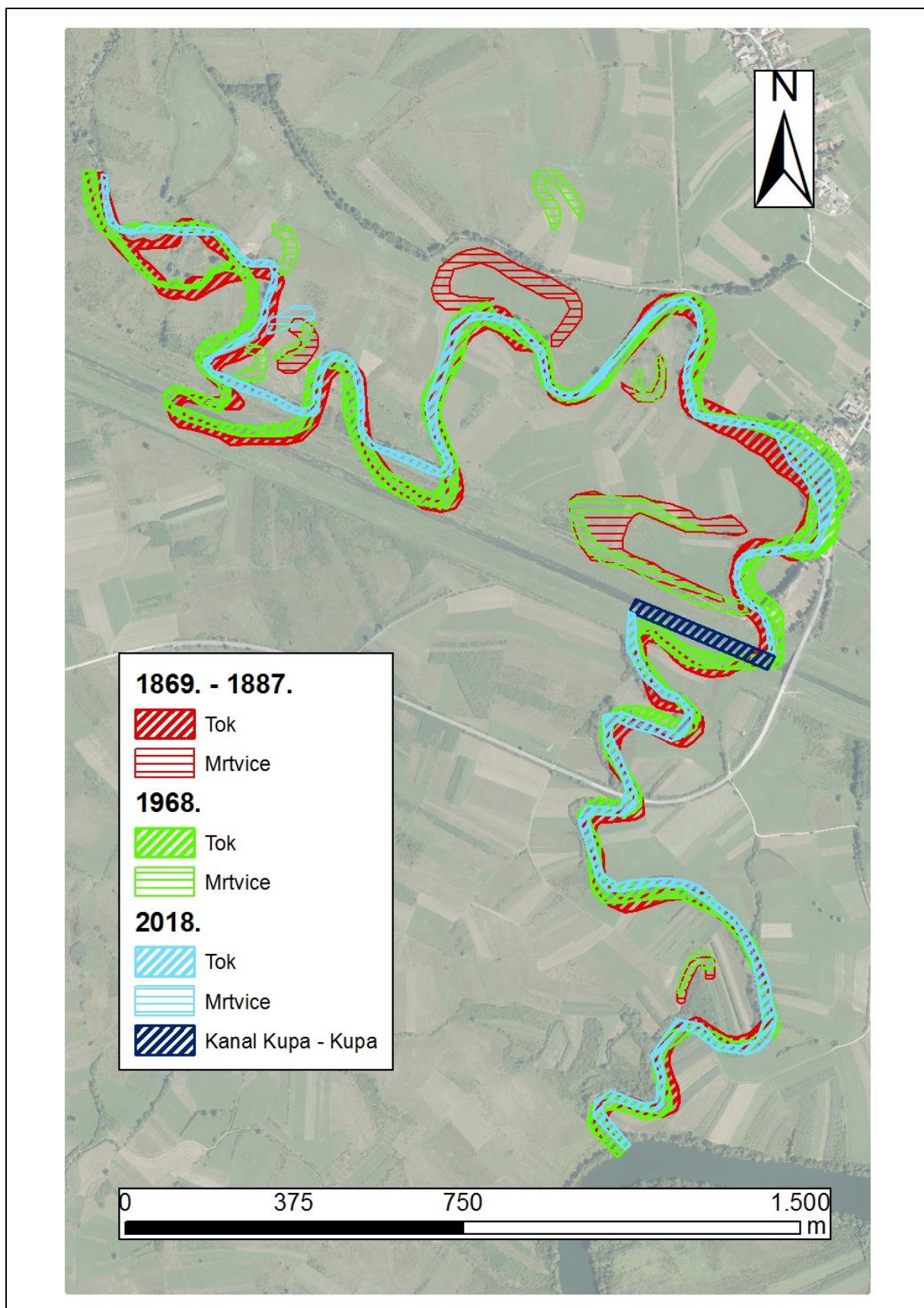
4.3. Promjene u zoni ušća u širem prostoru Pisarovine

Segment donjeg toka Kupčine kod naselja koje se i zove Donja Kupčina zanimljiv je primjer svojevrsnog „fosiliziranog“ toka koji je uspio zadržati određena izvorna hidromorfološka obilježja, no ujedno je pretrpio i znatne prekide u svojem kontinuitetu. Nalazi se nizvodno od već navedenog kanaliziranog segmenta u Draganićkom lugu, no za razliku od njega, i dalje zadržava meandrirajuća obilježja. Detaljniji pregled povijesnih izvora, međutim, otkriva značajan ljudski utjecaj i na ovom segmentu rijeke.

Treća vojna izmjera (1869. – 1887.) u ovoj zoni uz Kupčinu veže mnogobrojne mrtvice, kao ostatke nekadašnjih meandara. Pri izlasku tekućice iz same šume, u koritu je zabilježen i oveći prud (Sl. 17).



Slika 17: Kronološki prikaz oblika korita i naplavne ravnice Kupčine kod Píсарovine od druge polovine 19. stoljeća do danas. Izvori: Arcanum, 2022; DGU, 2022.



Slika 18: Kronološka usporedba promjena korita i mrtvica uz Kupčinu kod Pesarovine od druge polovine 19. stoljeća do danas. Izvori: Arcanum, 2022; DGU, 2022.

Potonji element prisutan je i na ortofotografskoj snimci iz 1968. godine, a pored određenih promjena u oblicima meandara može se uočiti i da je u razdoblju od 19. do 20. stoljeća površina mrtvica u blizini korita donekle smanjena. Ova se pojava vjerojatno može pripisati sukcesiji vegetacije, no moguće je da su djelomično i posljedica melioracijskih zahvata i isušivanja mnogobrojnih pritoka Kupčine, pojave koja je postala intenzivnija u tom referentnom periodu (Smetko, 2016).

Sadašnji oblik Kupčine na ovom prostoru na prvu se doima kao rezultat relativno logičnog razvoja prirodnih procesa, s meandrirajućim tokom koji podsjeća na stanje koje se moglo zateći u prošlosti.

Međutim, Kupčina je u ovom prostoru danas znatno manje širine nego u prošlosti i ograničena je tek na mali dio širine svog nekadašnjeg korita (Sl. 18). Nedostatak vode iz nekadašnjih pritoka učinio je Kupčinu tek manjim potokom koji je slabo lateralno povezan sa svojim nekadašnjim poplavnim područjem, pa su stoga oblici poput mrtvica i prudova (odnosno ada) prepušteni sukcesiji te su gotovo potpuno nestali.

Također, značajna promjena na koju se mora obratiti pažnja je prisutnost potpuno novog elementa u prostoru – znatno veće umjetne tekućice, kanala Kupa – Kupa. Tok kanala, skupa sa svojim visokim nasipima, potpuno presijeca tok Kupčine. Iako je protok vode iz i natrag u Kupčinu kroz nasipe osiguran, zadnji segment Kupčine oko samog ušća ustvari se spaja na kanal uzvodno od mjesta gdje se ostatak rijeke u njega ulijeva, što predstavlja potpun prekid kontinuiteta postojeće rijeke (Sl 17 i 18).

Hraneći se znatno većim količinama vode iz kanala, prostor Kupčine između kanala i samog ušća ima nešto aktivnije procese erozije i akumulacije te očuvanu riparijsku zonu, no funkcionalno je nepovezan s ostatkom rijeke.

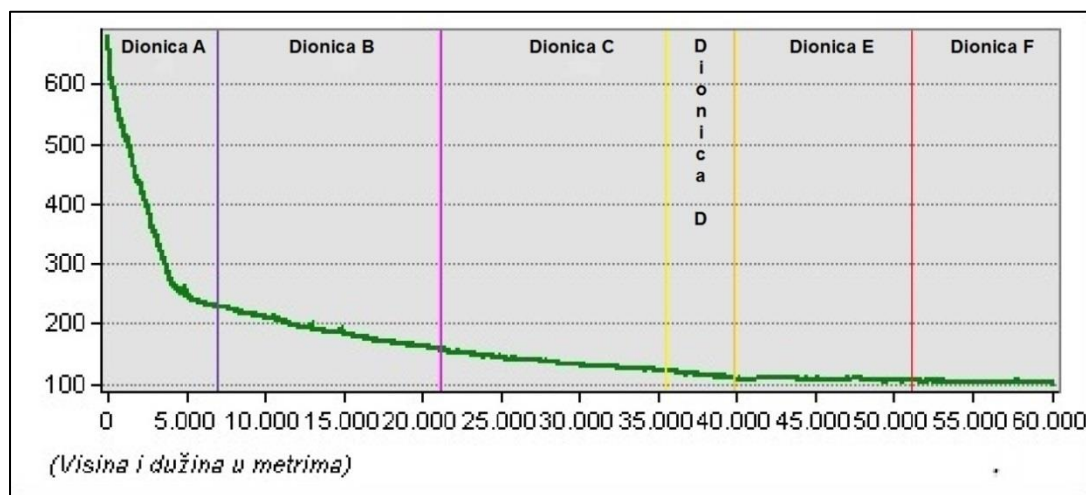
Zaključno, sadašnji ostatak donjeg toka Kupčine znatno je siromašniji geomorfološkim elementima u koritu i naplavnoj ravnici od promatranih primjera iz prošlosti, a zbog manjeg dotoka vode prosječna širina korita umanjila se za čak 50% u odnosu na stanje 1968. godine (Tab. 6). Treba naglasiti da su pri izračunu vrijednosti za referentno stanje iz 2018. godine u obzir uzeta samo dva segmenta koji predstavljaju staro korito Kupčine – vrijednosti za prostor kanala Kupa – Kupa koji ove segmente prostorno povezuje nisu uzete u obzir.

Tablica 6: Kronološki pregled promjena vrijednosti za morfometrijske elemente korita i naplavne ravnice Kupčine kod Pisarovine od druge polovine 19. stoljeća do danas.

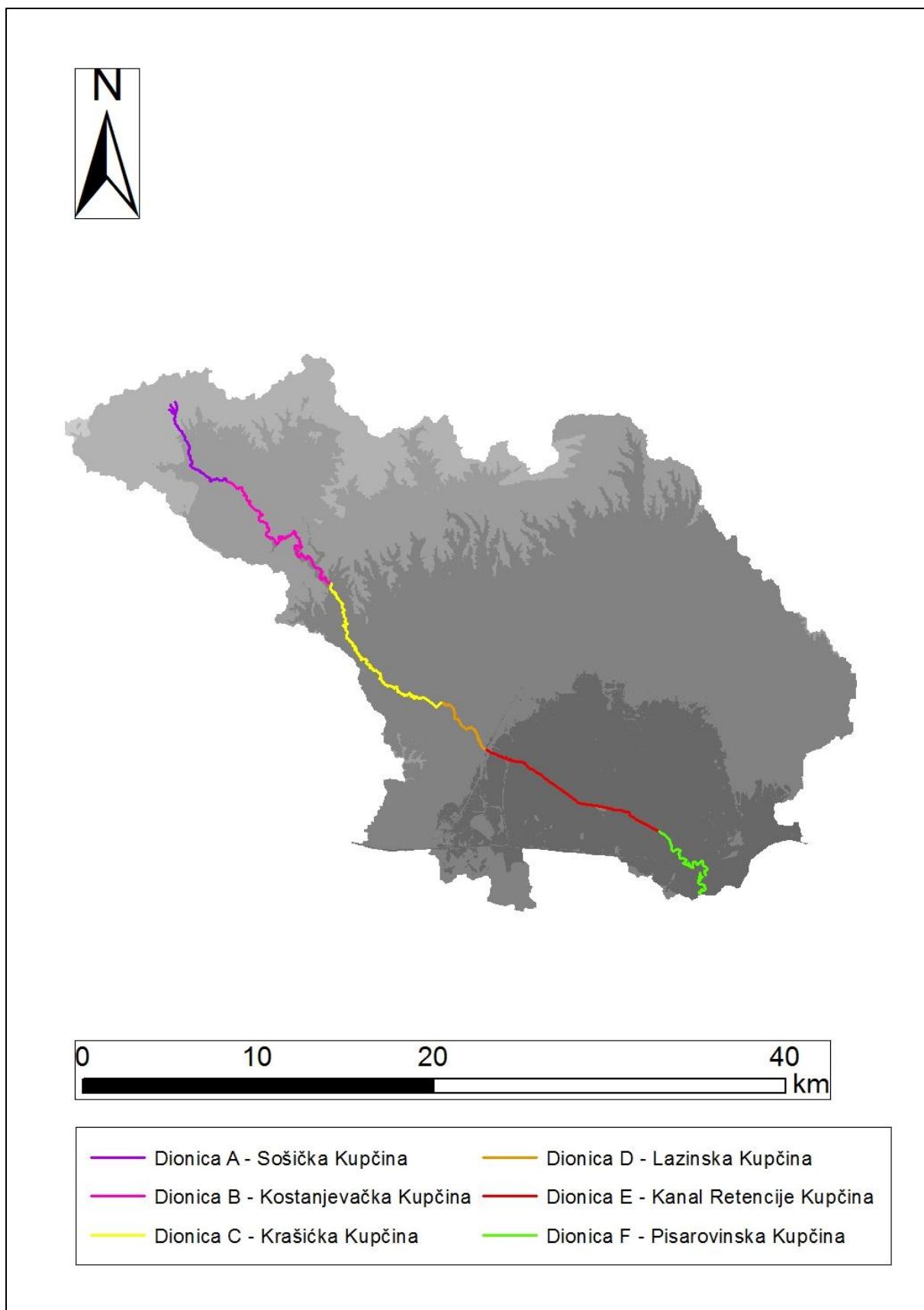
	Dužina srednje osi odsječka (m)	Koeficijent razvijenosti korita	Prosječna širina korita (m)	Površina sprudova i ada (m ²)	Površina mrtvica uz korito (m ²)
1869. - 1887.	6722	2,74	28	14068	63298
1968.	6839 (+1,8%)	2,78 (+0,04)	32 (+12,5%)	22332 (+58,54%)	45272 (-28,48%)
2018.	6075 (-11,18%)	2,47 (-0,31)	16 (-50%)	0 (-100%)	3576 (-92,11%)

5. Rezultati i rasprava – Hidromorfološka regionalizacija i ocjena hidromorfološkog stanja Kupčine

Usprkos svojim manjim dimenzijama, Kupčina se proteže kroz tri relativno jasno odvojene geomorfološke regije jedinstvenih geoloških i morfometrijskih obilježja. Promjene ovih uvjeta, osim njihove važnosti za sam oblik rijeke, impliciraju i razlike u naseljenosti ovih prostora te razine ljudskog utjecaja na rijeku i njeno porječje. Kroz kabinetski rad i terensko istraživanje, određeno je da se rijeka u hidromorfološkom smislu može podijeliti na šest relativno homogenih dionica. Dionice su uglavnom nazvane prema kraju i naselju kroz koji prolaze, redom od izvorišnog područja do ušća: Sošička Kupčina, Kostanjevačka Kupčina, Krašička Kupčina, Lazinska Kupčina, Kanal Retencije Kupčina i Pisarovinska Kupčina (Sl. 20).



Slika 19: Vertikalni profil toka Kupčine s naznačenom dužinom promatranih dionica rijeke.



Slika 20: Podjela rijeke Kupčine na dionice u svrhu ocjene hidromorfološkog stanja.

5.1. Dionica A – Sošička Kupčina

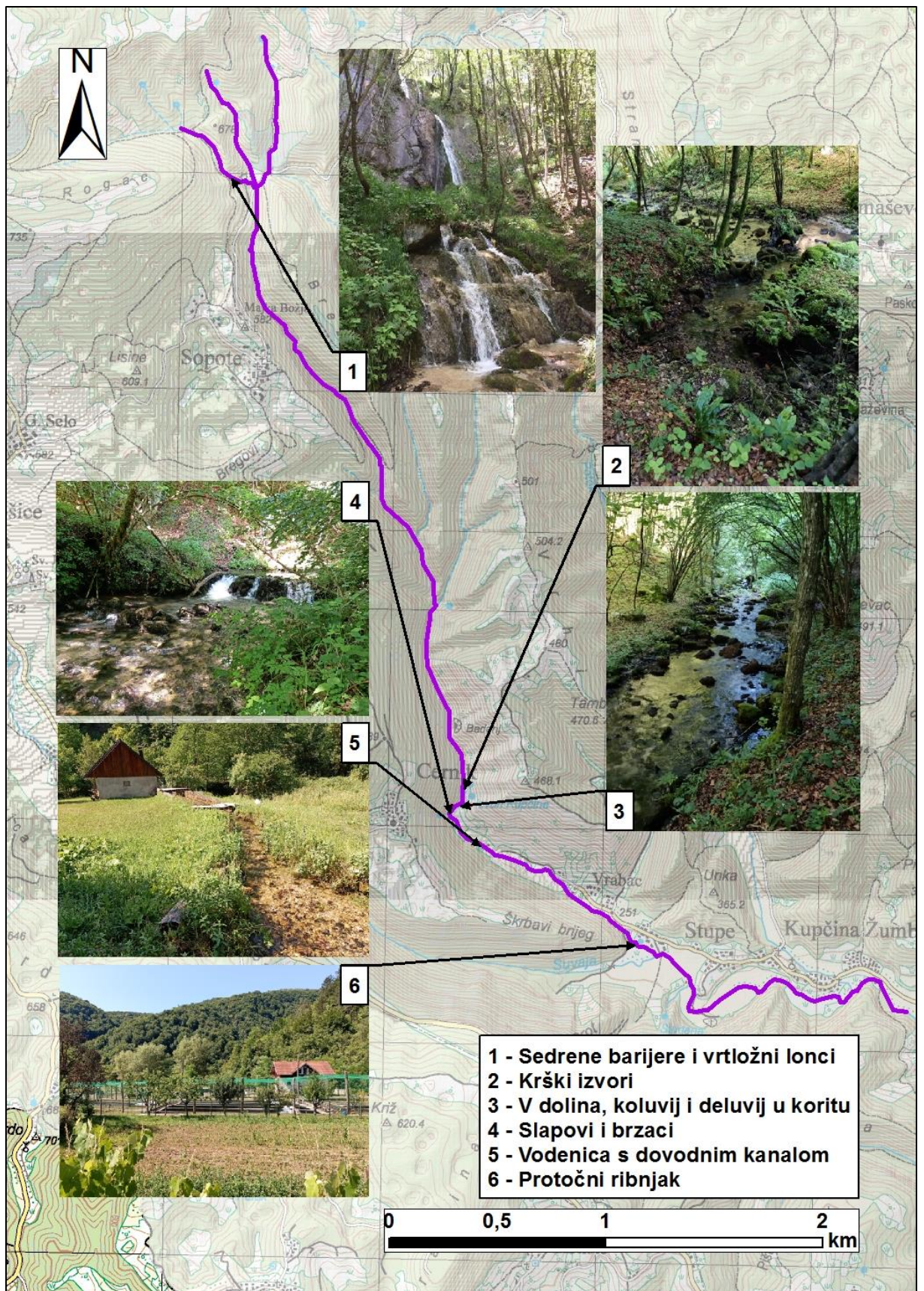
Kupčina se formira u Sošičkim planinama, nizu vrhova do 1000 m.n.v. u Žumberačkom gorju koji se nalaze sjeverno od naselja Sošice. U ovom prostoru u vidu geološke građe prevladavaju vapnenci i vapnoviti dolomiti, a vrhove također karakterizira i značajan nagib padina koji je posljedica njihove istaknutosti naspram okolice (same Sošice nalaze se u nižem polju u kršu). U teško pristupačnom prostoru ovih vrhova nalazi se niz izvorišnih jaruga Kupčine. Samu izvorišnu točku rijeke teško je precizno odrediti jer su spomenute jaruge tek povremeno aktivne. Međutim, pri izlasku iz ovog sustava jaruga Kupčina je već prisutna kao stalna tekućica.

Navedeni uvjeti rezultiraju velikim nagibima korita (Sl. 19), što dovodi do stvaranja velikih kaskadnih vodopada i slapova – ukupne visine oko 40 metara – građenih od sustava sedrenih barijera i manjih vrtložnih lonaca (br. 1 na Sl. 21). Nakon ove nagle promjene nadmorske visine, tok Kupčine se usijeca u duboku dolinu V oblika. U ovom prostoru padinski procesi i spiranje sa dolinskih strana uvjetuju prisutnost krupnijih sedimenata, odnosno koluvija i proluvija (br. 2 na Sl. 21), što čini rijeku ovisnom o povremenim bujicama koje ih uklanjaju iz ovog uskog dijela korita.

Gotovo pri izlasku iz spomenute doline, uzvodno od sela Kupina Žumberačka nalazi se niz krških izvora koji su na topografskoj karti označeni kao Izvori Kupčine (br. 3 na Sl. 21). Oni nisu početna točka rijeke, no znatno povećavaju količinu vode u koritu upravo na mjestu gdje Kupčina otiče iz područja s velikom energijom reljefa, te prelazi u niz manjih fluviokrških dolina s nižim vrijednostima nagiba.

S obzirom na nepristupačnost izvorišne zone Kupčine i njene gornje doline, ljudski utjecaj na većini ove dionice rijeke je zanemariv.

Iako se treba spomenuti prisutnost manjih seoskih naselja i poljoprivrednih parcela u širem porječju, sam tok primarno prolazi kroz prostor listopadnih šuma i na njemu nisu poduzimani nikakvi značajni zahvati.



Slika 21: Elementi korita i porječja dionice A – Sošičke Kupčine.

Dvije napuštene vodenice – jedna ispod samog Sopotskog slapa u Sošičkim planinama te druga u selu Kupčina Žumberačka, nizvodno od krških izvora (br. 5 na Sl. 21) – donekle su uvjetovale manje promjene korita zbog izgradnje pomoćnih kanala koji se uz njih vežu. Također, u selu Gornja Kupčina postoji i protočni ribnjak koji se veže uz jedan od rukavaca Kupčine koji na prostoru tog sela omeđuju manji riječni otok (br. 6 na Sl. 21). Ipak, ove strukture ne uzrokuju značajne prekide u longitudinalnoj povezanosti toka, a u slučaju sada već vrlo zaraslih napuštenih vodičkih kanala možemo govoriti i o njihovom oprirodnjavanju odnosno stvaranju novih, poluprirodnih stanišnih uvjeta.

Promatrana dionica sadržava sva očekivana obilježja gornjega toka rijeke koja izvire u vapnenačkom brdsko – planinskom prostoru, s minimalnim utjecajem čovjeka na njezino korito i porječje.

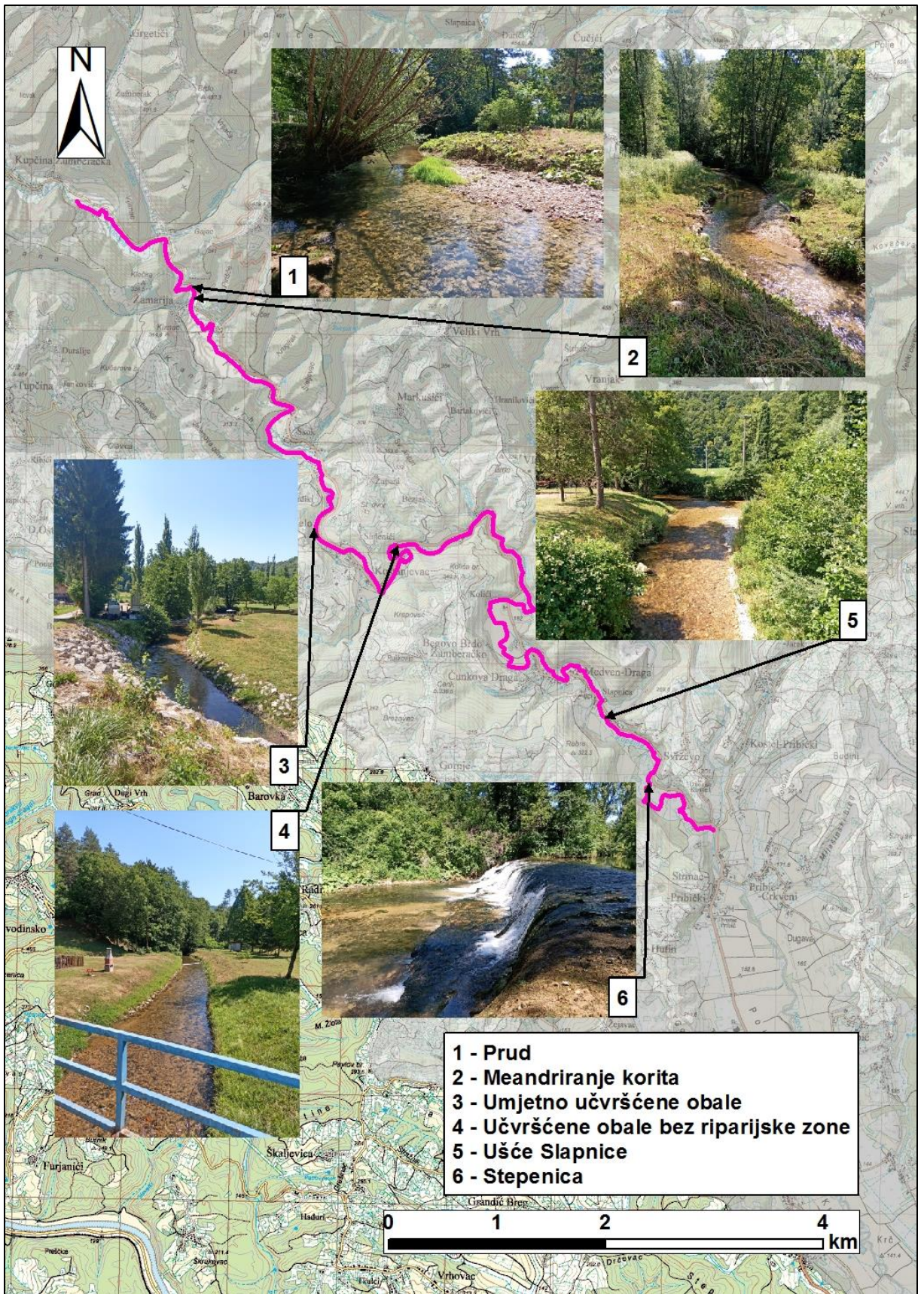
5.2. Dionica B – Kostanjevačka Kupčina

Nizvodno od gorske doline i izvora, Kupčina počinje teći kroz sustav manjih fluviokrških dolina, često međusobno povezanih probojnicama. Ovaj sustav, koji otpočinje u manjim dolinama oko Gornje Kupčine i Žamarije na otprilike 250 m.n.v., formira se pretežito u slabije topljivim uslojenim dolomitima, a uvjetovan je i endogeomorfološkim procesima.

Naime, iako pad nagiba korita u odnosu na prethodnu dionicu rijeke (Sl. 19) uvjetuje ograničeni stupanj formiranja meandara i manjih prudova u spomenutim dolinama (br. 1 i 2 na Sl. 22), specifičnost ovog segmenta rijeke su zamjetljiva laktasta skretanja koja slijede rasjedne strukture i definiraju jedinstven oblik korita na ovom prostoru. U pogledu sastava sedimenta u koritu, značajan je deluvij koji se javlja u vidu zaobljenog šljunka. Upravo ovaj sediment gradi manje prudove na onim mjestima gdje širina doline i procesi bočne akumulacije i erozije dopuštaju nešto više meandriranja.

Nizvodno od Medven Drage, sela u najnižim predjelima Žumberačkog gorja, nalazi se i ušće vjerojatno najznačajnijeg prirodnog pritoka Kupčine, žumberačke rječice Slapnice (br. 5 na Sl. 22). Kupčina nizvodno od ušća Slapnice postaje šira i s većim obujmom vode u koritu, te u tom obliku i izlazi iz prostora Žumberačkog gorja te prelazi u prostor koji bi se mogao smatrati njenim srednjim tokom u užem smislu.

S obzirom na veći broj raštrkanih seoskih naselja u ovoj dionici porječja, u ovom prostoru antropogeni utjecaj na korito i porječje postaje značajniji.



Slika 22: Elementi korita i porječja dionice B – Kostonjevačke Kupčine.

Kupčina ovdje prolazi kroz nekoliko manjih sela i poljoprivrednih parcela, gdje je riparijska vegetacija posve uklonjena (br. 4 na Sl. 22).

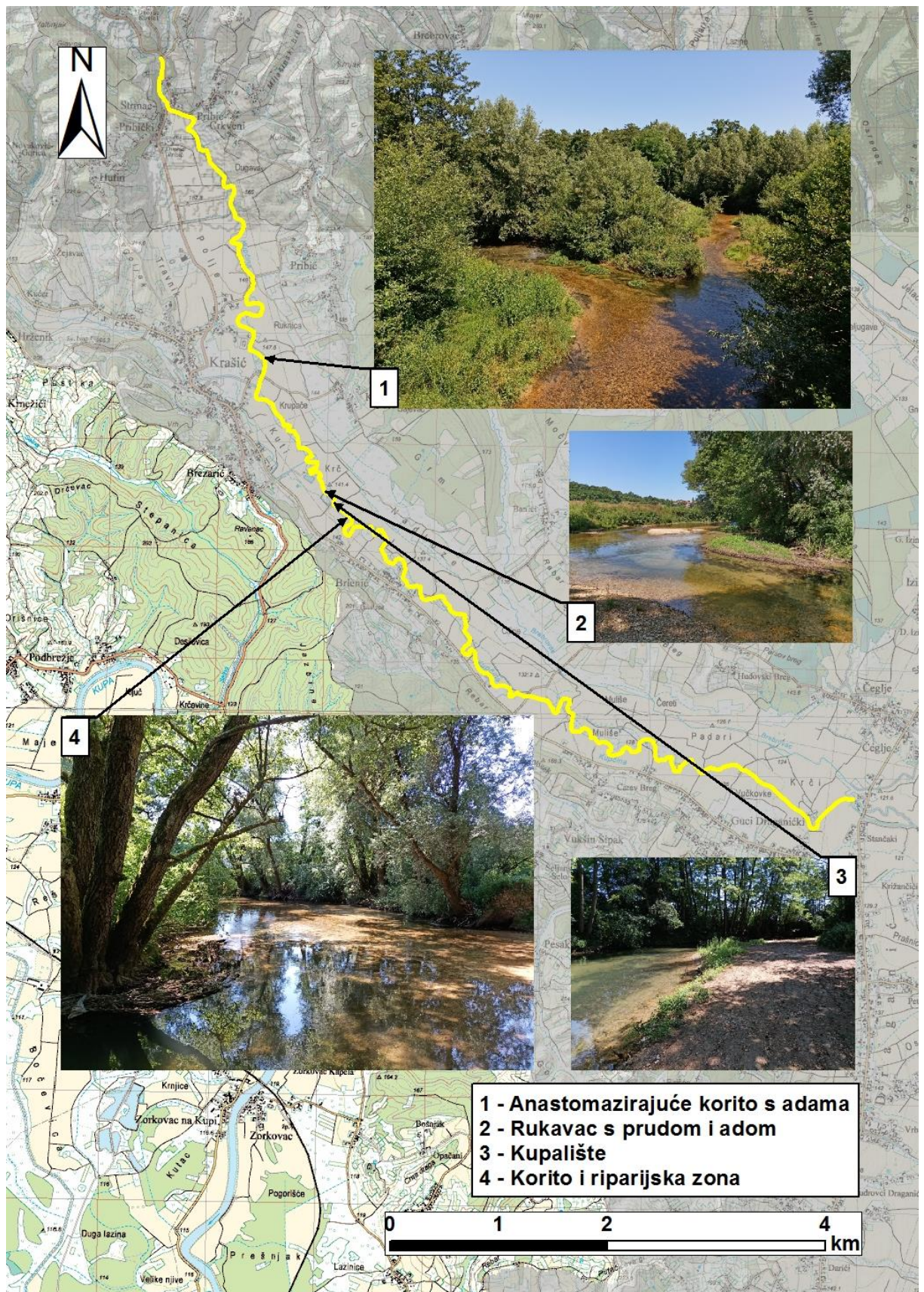
Još značajniju promjenu uzrokuje suvremeni trend izgradnje kuća za odmor na Žumberku, često na parcelama uz samu rijeku. Osim uklanjanja dijelova riparijske zone, zemljišta ovih kuća često imaju i umjetno učvršćene obale koje znatno ograničavaju lateralnu povezanost rijeke sa svojim porječjem i onemogućuju meandriranje (br. 3 na Sl. 22).

Uz nekoliko tradicionalnih struktura na koritu u okolici Kostanjevca – primjerice, još jedne zapuštene vodenice u zaseoku Čunkova Draga – treba spomenuti i da se nizvodno od ušća slapnice na Kupčini nalazi veća umjetna stepenica, visine oko tri metra (br. 6 na Sl. 22). Iako je ovaj zahvat za usporavanje brzine otjecanja rijeke manji od određenih brana na Slapnici, on i dalje predstavlja prepreku u uzdužnoj povezanosti rijeke, a mijenja i visinu vodostaja.

Ova dionica Kupčine predstavlja svojevrsnu prijelaznu zonu između gornjeg i srednjeg toka rijeke, a ujedno je i dionica značajnijeg ljudskog utjecaja na nju. Iako se i dalje može govoriti o načelno očuvanom segmentu toka s pretežito prirodnim elementima korita, riparijskom zonom i prirodnom naplavnom ravnicom, treba naglasiti određene negativne trendove koji su rezultirali hidromorfološkim promjenama i degradacijom prirodnih uvjeta i procesa.

5.3. Dionica C – Krašićka Kupčina

Značajan segment čitavog toka Kupčine veže se uz tok u izduženoj dolini koja se nalazi podno Žumberka, u predgorskom prostoru na oko 150 m.n.v. i sa smjerom protezanja od sjeverozapada prema jugoistoku. Ova dolina omeđena nižim pobrđem jednostavno se naziva Dolinom Kupčine. Dno same doline u geološkom smislu sastoji se od aluvijalnih naslaga, koje između ostalog uvjetuju i pogodno tlo za razvoj poljoprivrednih djelatnosti koje su uvelike promijenile njen krajobraz. U ovim naslagama – dodatno hranjena vodom iz prigrorskih potoka koji otječu u smjeru doline – Kupčina zahvaljujući manjem nagibu počinje izraženije bočno erodirati svoje korito, a u njemu se javljaju i značajnije akumulacije. Ade i prudovi formirani su iz aluvija koji se obično javlja u obliku sitnozrnatog materijala i šljunka manjih dimenzija (br. 1 i 2 na Sl. 23).



Slika 23: Elementi korita i porječja dionice C – Krašičke Kupčine.

Jedinstvena karakteristika porječja u Dolini Kupčine je, kao što je već zapaženo u prijašnjim istraživanjima ovog prostora (Tandarić i dr., 2018), očuvanost zone riparijske vegetacije uz samo korito usprkos raširenosti poljoprivredne uporabe zemljišta u ostatku doline (br. 4 na Sl. 23). Osim pogodnosti za održavanje stanišnih uvjeta, prisutnost ove zone ograničava direktan ljudski utjecaj na rijeku. Njeno očuvanje i zaštita od daljnjeg širenja poljoprivrednog zemljišta do obala rijeke je stoga vrlo važna, pa je posebno zanimljiv zaključak u radu Tandarić i dr., 2018 koji ističe da ona možda zadovoljava uvjete za zaštitu pod kategorijom značajnog krajobraza.

Ipak, s obzirom da su obje dolinske strane Doline Kupčine karakterizirane prisutnošću seoskih naselja, te da se dno doline pretežito obrađuje u poljoprivredne svrhe, utjecaj na rijeku je značajan. Osim melioracijskih zahvata u 20.st. koji su ciljali umanjiti učestalost plavljenja doline i time ju učiniti pogodnijom za poljoprivredu (Tandarić i dr., 2018) – čime se narušila lateralna povezanost korita i porječja – na nekim se mjestima može naići na izravne ljudske zahvate na koritu rijeke. Pri tome je jedan od zanimljivijih primjera nasipanje šljunčanog materijala na desnoj obali Kupčine nizvodno od Krašića, vjerojatno u svrhu formiranja kupališta (br. 3 na Sl. 23).

Prostor Doline Kupčine predstavlja prostor mehanizma srednjeg toka rijeke, u obliku koji je prilično dobro očuvan u nešto gušće naseljenom prostoru. Usprkos uporabi većine prostora doline za poljoprivredu, korito je zaštićeno svojom riparijskom zonom, te su na njemu i dalje jasno vidljivi procesi prirodne erozije i akumulacije.

5.4. Dionica D – Lazinska Kupčina

Prostor Kupčine u okolici sela Lazina – koje se proteže s obje strane rijeke – u mnogočemu predstavlja prostor prijelaznih karakteristika.

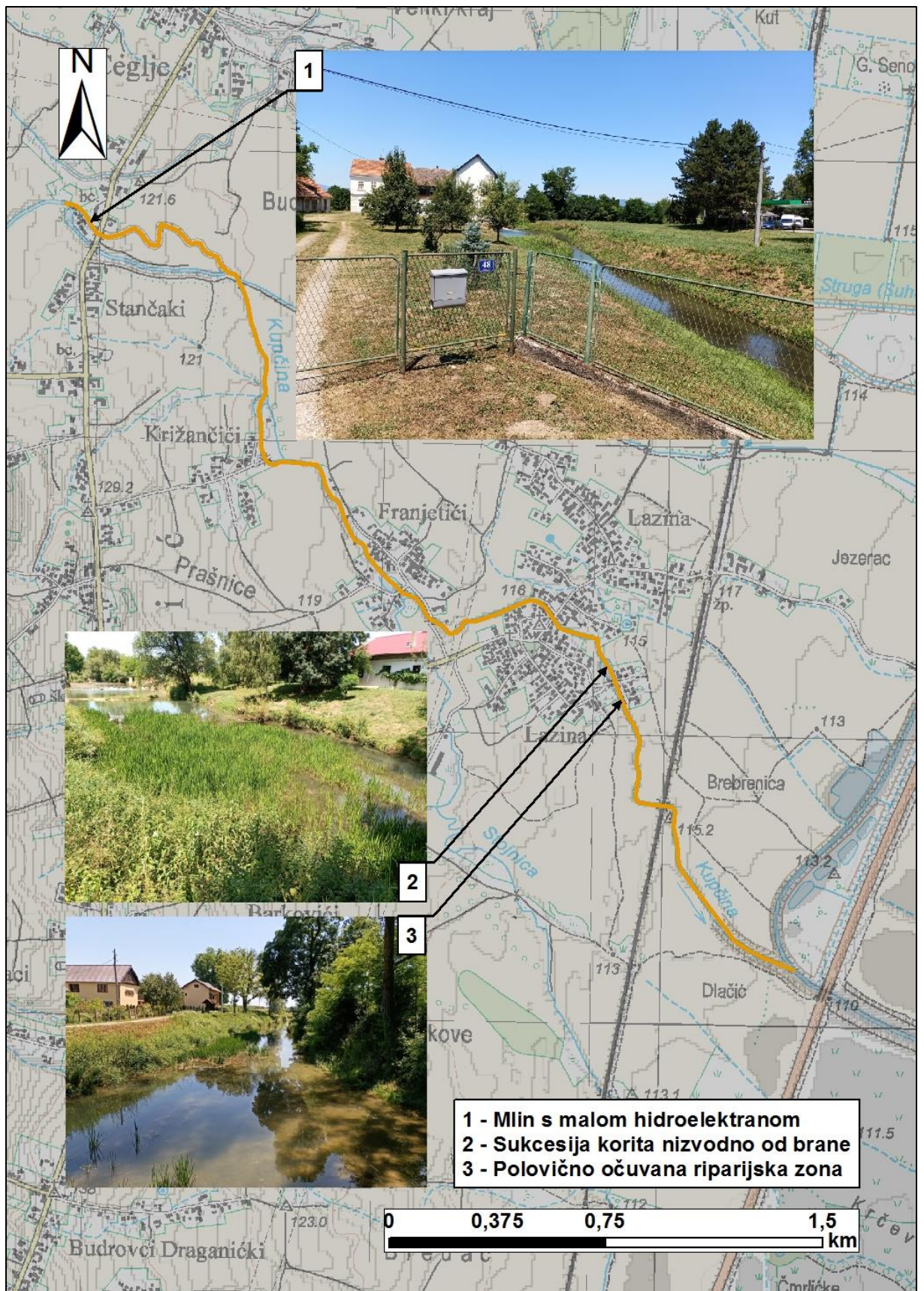
U njemu na otprilike 120 m.n.v. rijeka izlazi iz ograničene doline i prigorskog prostora općenito, te počinje teći u Crnomlačku zavalu. Ovo bi također bio pretpostavljeni početak one dionice rijeke u kojoj bi se očitavale karakteristike mehanizma donjeg toka. Međutim, na ovoj dionici je očit i značajniji antropogeni utjecaj koji je izmijenio očekivana obilježja korita i porječja.

Iako ovdje i dalje nije riječ o urbaniziranom prostoru, ljudski utjecaj na rijeku je itekako zamjetljiv. Pretežito poljoprivredni krajobraz ovog prostora odrazio se i na riparijsku zonu rijeke. Za razliku od uzvodnog dijela, prisutnost prirodne vegetacije uz korito mjestimično je svedena samo na jednu od obala, a na velikom dijelu promatrane dionice je uopće nema (br. 3 na Sl. 24).

I zahvati na samom koritu ovdje su intenzivniji – u blizini sela Čeglje na rijeci se nalazi mlin opremljen malenom hidroelektranom (br. 1 na Sl. 24)., a u samoj Lazini se uzvodno od mosta nalazi malena brana koja ograničava protok vode i sedimenta.

Nizvodno od Lazine može se zamijetiti i intenzivnije zarastanje korita, vjerojatno kao posljedica umjetno usporenog toka rijeke (br. 2 na Sl. 24).

Na ovoj dionici značajan je gubitak prirodnih elemenata korita i porječja, primarno zbog raširenosti naselja do same rijeke te antropogenih struktura u koritu, te zbog značajnog gubitka riparijske zone.



Slika 24: Elementi korita i porječja dionice D – Lazinske Kupčine.

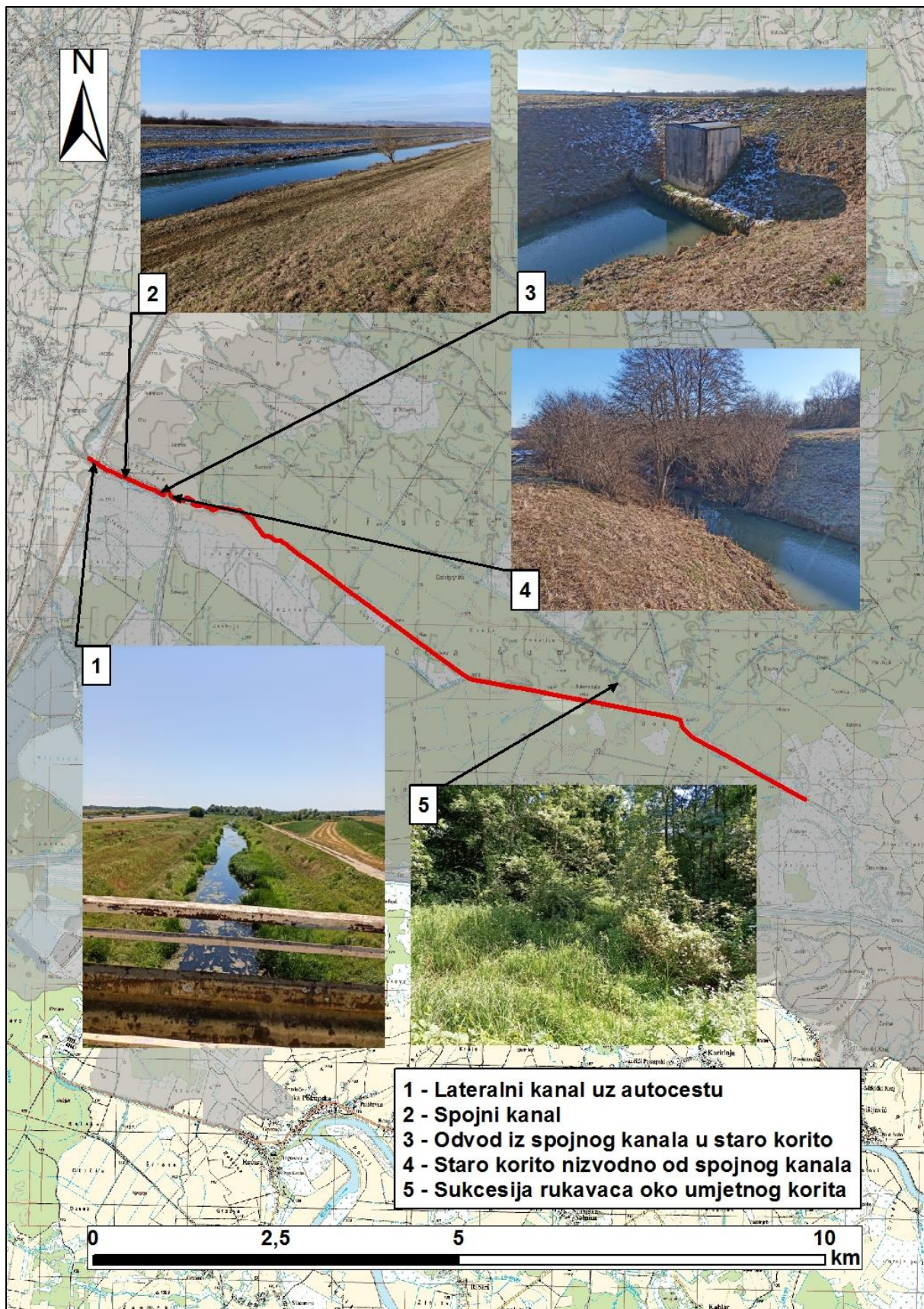
5.5. Dionica E – Kanal Retencije Kupčina

Čitav prostor Kupčine nizvodno od Lazine može se smatrati znatno antropogeno izmijenjenim, te danas odražava jako malo od prvobitne morfološke raznolikosti koja se ovdje mogla zapaziti prije većih hidrotehničkih zahvata u drugoj polovici 20. stoljeća. Ipak, ni ovaj prostor nije posve homogenih karakteristika – kada je u pitanju stupanj promjena izazvanih ljudskim utjecajem, dugačka dionica rijeke u Draganićkom lugu mora se promotriti odvojeno od svih ostalih.

Čitav tok na ovom prostoru ima vrlo slabu longitudinalnu povezanost. Nizvodno od Lazine u Kupčinu se ulijeva lateralni kanal autoceste A1 (br. 1 na Sl. 25), a potom čitav tok odlazi u spojni kanal koji preusmjerava vodu u kanal Kupa – Kupa. Visoki nasipi ovog kanala, osim što sprječavaju ikakvu lateralnu povezanost tekućice s okolnim poplavnim šumama, također u velikoj mjeri sprječavaju dotok vode prema starom koritu Kupčine u Draganićkom lugu. Određeni stupanj protočnosti omogućen je jedino kroz odvod ispod nasipa koji propušta vodu iz kanala u staro korito (br. 3 i 4 na Sl. 25). Riparijska vegetacija je uz kanalizirane tokove u potpunosti uklonjena odnosno svedena na zeljastu vegetaciju koja se redovito kosi (br. 2 na Sl. 25).

Nakon kraćeg segmenta očuvanih meandara, Kupčina na ovoj dionici počinje teći kroz umjetno ravno korito u Draganićkom lugu, koje ustvari služi za odvodnju prevelikih količina vode sa ceste koja presijeca šumu. Voda otječe iznimno sporo, a velik dio korita je obrastao vegetacijom. Slična situacija je nizvodno dublje u šumi, gdje su u vidu malenih zamočvarenih površina i dalje vidljivi nekadašnji rukavci i meandri starog korita (br. 5 na Sl. 25). Na ovim se područjima događa intenzivnija sukcesija vegetacije, pa nekadašnji elementi korita nestaju širenjem šume.

Ova dionica predstavlja značajan primjer antropogenih promjena korita i porječja, te velik gubitak riječne raznolikosti koji je njima izazvan. Ova se činjenica itekako odražava i na okolni šumski prostor, s obzirom da se komercijalno iskorištavane šumske kulture Draganićkog luga isušuju kao posljedica smanjene lateralne povezanosti rijeke s naplavnom zonom te izravnjavanja njenog korita i nestanka pritoka (Smetko, 2016). Uz to, gubitak navedenih prirodnih hidromorfoloških elemenata potencijalno čini ove šume slabije otpornima na ekstremne uvjete poput suša, te umanjuje njihovu mogućnost obnove nakon požara (Skidmore i Wheaton, 2022).



Slika 25: Elementi korita i porječja dionice E – Kanala Retencije Kupčina.

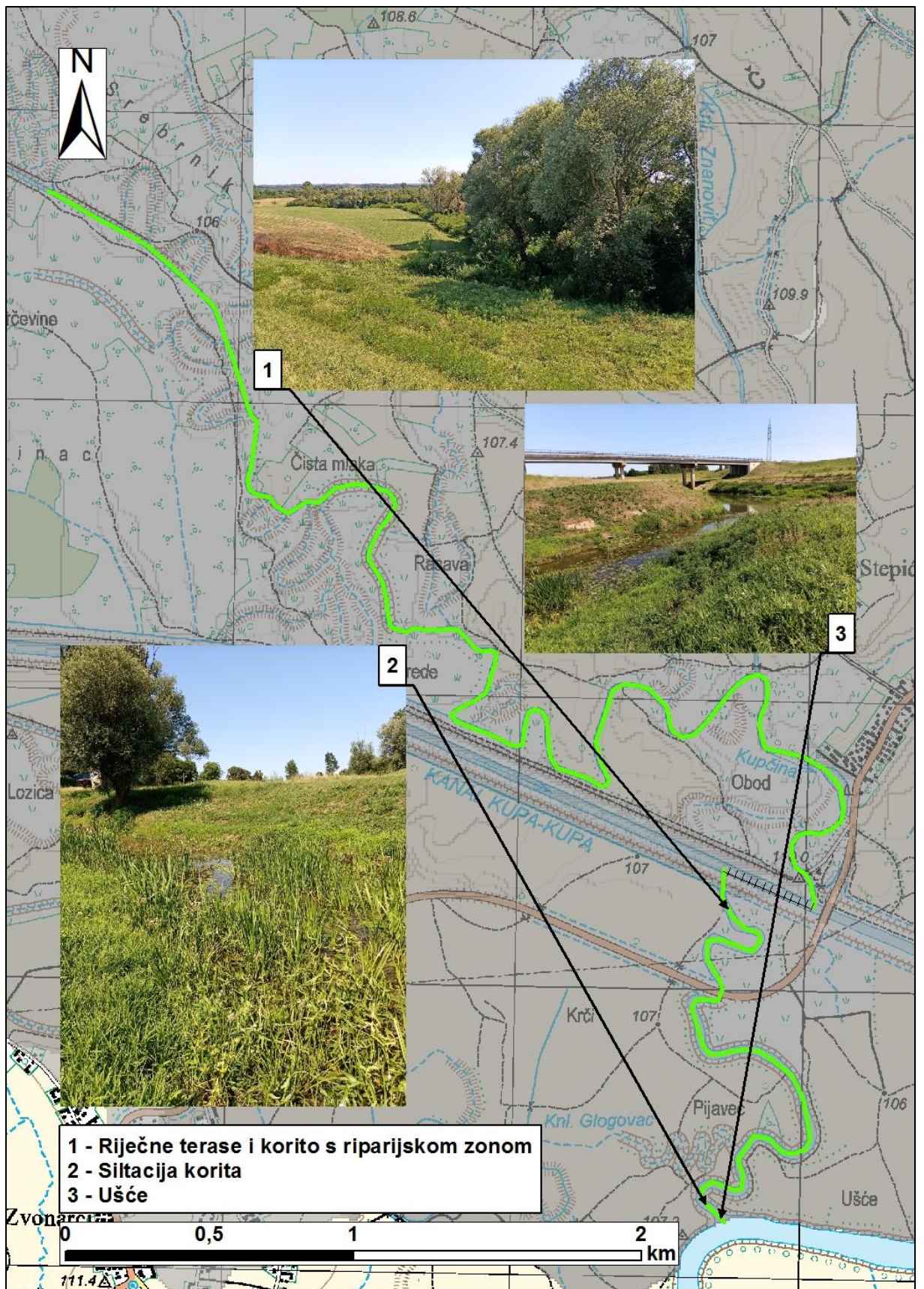
5.6. Dionica F – Pisarovinska Kupčina

Na posljednjoj dionici toka Kupčine, iako također znatno izmijenjenoj, uočavaju se određene razlike koje ju izdvajaju od kanaliziranog segmenta u Draganićkom lugu. Ona je na neki način „fosilni“ ostatak korita i porječja koji su postojali na ovom prostoru prije značajnih promjena u drugoj polovini 20. stoljeća. Zadržava određene elemente u obliku korita, poput starih meandara, a u porječju možemo uočiti i ostatke riječnih terasa i mrtvica (br. 1 na Sl. 26).

U funkcionalnom smislu ova dionica sastoji se od dva nepovezana dijela rijeke, s obzirom da ju ovdje presijeca Kanal Kupa – Kupa, pri čemu se posljednji dio ove dionice na kanal spaja uzvodno od mjesta gdje se u njega ulijeva ostatak rijeke. Ipak, u sklopu ovog istraživanja oba su segmenta promatrana kao jedna dionica jedinstvenih morfoloških karakteristika, vezanih uz nekada aktivne mehanizme donjeg toka.

Tok nizvodno od kanala ima i očuvaniju riparijsku zonu te se može pretpostaviti da su hidromorfološki procesi na njemu aktivniji zbog unosa veće količine vode iz kanala kojim se napaja. Međutim, na samom ušću kod sela Donja Kupčina vidljivo je da velika količina različitog sitnozrnatog sedimenta izaziva siltaciju korita Kupčine, s obzirom da je voda koja utječe u Kupu vrlo mutna i zasićena suspendiranim sedimentom (br. 2 na Sl. 26).

Usprkos potpunom prekidu uzdužnog kontinuiteta, hidromorfološke karakteristike korita i porječja Kupčine u okolici Pisarovine ipak izdvajaju ovu dionicu kao zasebnu cjelinu, koja se ne može poistovjećivati s koritom u Draganićkom lugu koje je izgubilo većinu svojih prirodnih karakteristika.



Slika 26: Elementi korita i porječja dionice F – Pisarovinske Kupčine.

5.7. Ocjena hidromorfološkog stanja

Sukladno metodologiji koju navodi *Vodič za hidromorfološki monitoring i ocjenu stanja rijeka u Hrvatskoj* (Hrvatske vode, 2013), dionicama su nakon analize njihovih hidroloških obilježja, uzdužne povezanosti te morfologije korita i porječja pridružene opće ocjene hidromorfološkog stanja (Tab. 7). Očekivano, stanje dionice A (Sošička Kupčina) ocijenjeno je kao vrlo dobro, s obzirom na neznatan ljudski utjecaj na korito i porječje Kupčine u rijetko naseljenim višim predjelima Žumberačkog gorja.

Stupanj očuvanosti dionice B (Kostanjevačka Kupčina) – koja također teče kroz ovaj prostor – ipak je ocijenjen nižom (dobrom) kategorijom zbog hidrotehničkih zahvata na i oko korita. Pri tome se posebno treba osvrnuti na umjetno učvršćene obale koje su znatno izmijenile prirodnu strukturu obala (element 4.5.1. u Tab. 7). Osim što ovakvi zahvati ograničavaju lateralno kretanje korita i lateralnu povezanost rijeke s njenim poplavnim područjem (elementi kategorije 4.8. u Tab. 7), vežu se i uz gubitak priobalne vegetacije (element 4.6.1. u Tab. 7). Značajna je i prisutnost stepenice na ovoj dionici, koja predstavlja prekid u uzdužnoj povezanosti (element 3.1.1. u Tab. 7).

Dionice koje pripadaju poglavito srednjem toku imaju različite ocjene. Stanje dionice C (Krašička Kupčina) također je ocijenjeno kao dobro, s obzirom na očuvanost samog korita i riparijske zone (elementi kategorije 4.1. i element 4.6.1. u Tab. 7). Ipak, pretežito poljoprivredna uporaba zemljišta u Dolini Kupčine rezultirala je značajnim promjenama poplavnog područja (element 4.7.1. u Tab. 7) i ograničila njeno lateralno kretanje i povezanost (elementi kategorije 4.8. u Tab. 7). Isto se također može napomenuti i za dionicu D (Lazinsku Kupčinu), koja je pretrpila i znatno veće promjene u uzdužnoj povezanosti zbog struktura u koritu (elementi kategorije 2.1. i element 3.1.1. u Tab. 7) te veće gubitke riparijske zone (element 4.6.1. u Tab. 7). Njezino je stanje stoga ocijenjeno kao umjereno.

Dionica E u Draganićkom lugu je s obzirom na svoje značajne prekide u uzdužnoj i lateralnoj povezanosti ocijenjena lošim stanjem – elementi koji je ipak sprječavaju od svrstavanja u vrlo lošu kategoriju su primarno očuvanost prirodnog biljnog pokrova u okolnom porječju (elementi 4.6.1. i 4.7.1. u Tab 7) i manji udio teških materijala korišten za regulaciju korita (element 4.2.2. u Tab 7).

U tim aspektima očuvanosti kanalizirana dionica čak i nadmašuje dionicu F (Pisarovinsku Kupčinu), koja teče kroz pretežito poljoprivredni krajobraz.

Ipak, s obzirom da su na ovoj dionici opstali prirodni elementi korita (elementi kategorije 4.1.), dijelom i s očuvanom riparijskom zonom (element 4.6.1.), ovoj je dionici stanje ocijenjeno kao umjereno.

U konačnici, promatrajući udjele pojedinih dionica u ukupnom toku rijeke, može se zaključiti da je tek oko desetine toka rijeke u vrlo dobrom hidromorfološkom stanju (Tab. 8). Ipak, natpolovični udio u ukupnoj dužini toka imaju dionice čije je stanje ocijenjeno kao dobro, što je i dalje visoka ocjena s obzirom da teku kroz naseljeniji prostor obilježen poljoprivrednim djelatnostima u porječju. Međutim, oko 40% čitave rijeke ima umjereno ili loše očuvana hidromorfološka obilježja, i taj se problem u prostoru specifično veže uz njen donji tok u Crnomlačkoj zavali.

Tablica 7: Ocjena stanja hidromorfoloških obilježja Kupčine.

Ocjena	2.1.1.	2.1.2.	2.1.3.	3.1.1.	4.1.1.	4.1.2.	4.2.1.	4.2.2.	4.3.1.	4.3.2.	4.4.1.	4.5.1.	4.6.1.	4.7.1.	4.8.1.	4.8.2.	Prosječna ocjena
Sošička Kupčina	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Kostanjevačka Kupčina	1	1	1	3	1	2	1	1	1	1	1	3	2	1	2	3	1,6
Krašička Kupčina	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	5	3	3	1,6
Lazinska Kupčina	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2	4	5	3	5	3,2
Kanal Kupčine	5	5	3	5	5	5	5	3	1	1	5	3	2	1	5	5	3,7
Pisarovinska Kupčina	5	5	3	5	2	4	5	5	1	1	3	3	3	3	4	3	3,4

Tablica 8: Udjeli promatranih dionica u ukupnom toku Kupčine.

Dionica	Duljina (m)	Udio u duljini toka
Sošička Kupčina	6901	11,50%
Kostanjevačka Kupčina	14353	23,90%
Krašička Kupčina	14217	23,67%
Lazinska Kupčina	4530	7,54%
Kanal Kupčine	11262	18,75%
Pisarovinska Kupčina	8801	14,65%
Rijeka Kupčina	60064	100%

6. Zaključak

Ocjenu hidromorfološkog stanja rijeke Kupčine nikako ne bi trebalo shvaćati kao uprosječenu vrijednost parametara na svim njenim promatranim dionicama, već kao izrazito heterogen skup obilježja koji se međusobno znatno razlikuje na svakoj pojedinoj dionici. Jedino se kroz ovakav pristup može ozbiljno promotriti utjecaj čovjeka na stanišnu i georaznolikost koji se vežu uz ovu rijeku, kao i na okolišne usluge koje ona pruža.

Gornji tok Kupčine zasada predstavlja relativno očuvanu prirodnu vrijednost, no prvi negativni utjecaji nepromišljenih ljudskih zahvata počinju se javljati u jeku polaganog prepoznavanja Žumberka kao turističke destinacije – riječ je o učvršćivanju obala i uništavanju riparijskih zona na zemljištima novonastalih kuća za odmor. Turistička djelatnost, koja je u ovom perifernom i iznimno ruralnom prostoru uglavnom novijeg datuma, u mnogočemu ovisi o percepciji Žumberka kao prostora zaštićene prirode. Kada se pri tome ima na umu i važnost Žumberačkog gorja kao ključne cjeline u Parku prirode Žumberak – Samoborsko gorje, jasno je da bi zaštita prirode u ovom prostoru trebala biti ne samo jedan od ključnih ekonomskih interesa, već i nešto čemu bi se trebalo stremiti zbog očuvanja inherentne vrijednosti prirode kao takve, što bi trebao biti jedan od ciljeva proglašениh zaštićenih područja od državne važnosti.

U jeku rasprave o zaštiti prirode, u ovom radu još jednom treba povući i pitanje Doline Kupčine, ili preciznije toka same rijeke u spomenutoj dolini. Iako su detaljna istraživanja konkretno ove dionice rijeke i dalje potrebna, ovo istraživanje trebalo bi skrenuti pozornost na činjenicu da tok u Dolini Kupčine zaista održava poprilično visok stupanj hidromorfološke očuvanosti s obzirom na okolnu uporabu zemljišta u porječju.

Hipotetska zakonska zaštita ovog prostora imala bi dvojak učinak; kao prvo, osigurala bi korito Kupčine i pridruženu vegetaciju od mogućeg širenja poljoprivrednog zemljišta, čime bi se osigurala bolja zaštita hidromorfoloških obilježja te bi se osigurao linearan koridor zaštićenih staništa koji bi se od Žumberačkog gorja protezao gotovo do šuma Crnomlačke zavale. Kao drugo, očuvanje riparijske zone uz Kupčinu osiguralo bi poljoprivredno zemljište od intenzifikacije bočne erozije riječnih obala do koje bi moglo doći ukoliko se ona ukloni, kao i od nepredvidljivijih bujičnih tokova.

Naravno, iste bi se korisne okolišne usluge mogle obnoviti na morfološki sličnoj dionici oko Lazine, čime bi se potencijalno ostvarili doprirodni stanišni uvjeti na čitavom potezu između Žumberka i Draganičkog luga. Međutim, obnova hidromorfoloških obilježja kudikamo je zahtjevniji zadatak od konzervacije već postojećih vrijednosti, a na spomenutoj dionici uz uporabu zemljišta i izmijenjenost riparijske zone postoje i veći problemi vezani uz protočnost korita. Kontrola nad utjecajem hidroenergetskih postrojenja, promicanje zelenih metoda zaštite od poplava i erozije te u konačnici i ideja općeg poboljšanja estetske vrijednosti toka Kupčine u Lazini mogli bi pripomoći u budućem ujednačavanju obilježja ove manje dionice s onom u Dolini Kupčine.

Obnova je, međutim, vrlo težak zadatak u prostoru donjeg toka Kupčine. Kao logičniji prvi kandidat javlja se dionica u okolici Pisarovine, koja dijelom ima hidromorfološka obilježja referentnog stanja, no pati od potpunog prekida uzdužne povezanosti. Čak i ako hipotetska obnova obilježja u oba odvojena segmenta prihvati stanje kakvo jest, to i dalje ostavlja otvoreno pitanje siltacije ušća do kojeg dolazi zbog unosa sedimenta iz znatno većeg Kanala Kupa – Kupa. Loše stanje toka u Draganičkom lugu predstavlja još veći logistički problem – gubitak prirodnih hidromorfoloških obilježja rijeke i poplavnog područja u Crnomlačkoj zavali stvara povećane prirodne rizike za šume Draganičkog luga, koje su važan ekonomski resurs u ovom prostoru.

Težnja da se na čitavom prostoru Žumberka i Doline Kupčine postigne vrlo dobro hidromorfološko stanje bi, uz sve već navedene prednosti, mogla doprinijeti i podizanju ekološke svijesti o važnosti ove rijeke za lokalne zajednice. Riječ je o vrlo bitnoj stavci, s obzirom na hidromorfološko stanje i ekonomske djelatnosti u ostatku porječja.

Upravo u onom prostoru nizvodno – gdje su hidromorfološka obilježja značajnije izmijenjena i gdje se može govoriti jedino o puno kompliciranijem procesu njihove obnove – postoji najveći rizik za okoliš ukoliko se trenutno stanje ne promjeni.

Taj rizik sa sobom povlači i moguće značajne negativne posljedice za stanovništvo koje već stoljećima živi u porječju ove malene, no opet vrlo važne rijeke.

7. Literatura

Bertalan, L., Novák, T. J., Németh, Z., Rodrigo-Comino, J., Kertész, Á., Szabó, Sz., 2018: Issues of Meander Development: Land Degradation or Ecological Value? The Example of Sajó River, Hungary. *Water*, 10 (11), 1613, 2018.

Bognar, A., 1999: Geomorfološka regionalizacija Hrvatske, *Acta Geographica Croatica* 34 (1), 7-29, 1999.

Elosegi, A., Díez, J., Mutz, M., 2010: Effects of Hydromorphological Integrity on Biodiversity and Functioning of River Ecosystems. *Hydrobiologia*, 657 (1), 199 – 215, 2010.

Elosegi, A., Sabater, S., 2013: Effects of Hydromorphological Impacts on River Ecosystem Functioning: A Review and Suggestions for Assessing Ecological Impacts. *Hydrobiologia*, 712 (1), 129 – 143, 2013.

Graf, W., Leitner, P., Hanetseder, I., Ittner, L. D., Dossi, F., Hauer, C., 2016: Ecological Degradation of a Meandering River by Local Channelization Effects: A Case Study in an Austrian Lowland River. *Hydrobiologia*, 772 (1), 145 – 160, 2016.

Haase, P., Hering, D., Jähnig, S. C., Lorenz, A. W., Sundermann, A., 2013: The Impact of Hydromorphological Restoration on River Ecological Status: A Comparison of Fish, Benthic Invertebrates, and Macrophytes. *Hydrobiologia*, 704 (1), 475 – 488, 2013.

Indir, I., 2017: Sliv izvora Kupčine. Rudarsko – geološko – naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2017.

Konan, Y. M., N'da, S., Albert, T., 2020: Simultaneous Effects of the Climate Change and the Recent Hydromorphological Modification of Vridi Channel (Côte d'Ivoire) on Some of its Hydrochemical Characteristics. *Current Journal of Applied Science and Technology*, 39 (43), 82 – 97, 2020.

Kulej, T., 2019: Geomorfološke promjene korita Drave od Repaša do Ferdinandovca. Geografski odsjek, Prirodoslovno – matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2019.

Pavlek, K., 2019: Recentne geomorfološke promjene korita rijeke Cetine. Geografski odsjek, Prirodoslovno – matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2019.

Plantak, M., Čanjevac, I., Vidaković, I., 2016: Morfološko stanje tekućica u poriječju Ilove. Hrvatski geografski glasnik, 78/1; 5-24.

Riđanović, J., 1993: Hidrogeografija, II. Izmijenjeno i dopunjeno izdanje, Školska knjiga, Zagreb

Selić, H., 2019: Hidromorfološka analiza potoka Gradna. Geografski odsjek, Prirodoslovno – matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2019.

Skidmore, P., Wheaton, J., 2022: Riverscapes as Natural Infrastructure: Meeting Challenges of Climate Adaptation and Ecosystem Restoration. *Anthropocene*, 38 (3), 100334, 2022.

Smetko, M., 2016: Sindinamika šumske vegetacije na području Pokupskog bazena. Šumarski odsjek, Šumarski Fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2016.

Šumanović, M., Pozojević, I., Mihaljević, Z., Vučković, N., Dorić, V., Miliša, M., 2020: Invertebrate Functional Responses to Hydromorphological Degradation in Mediterranean Croatian Rivers. *Fundamental and Applied Limnology*, 194 (3), 259 – 270, 2020.

Tandarić, N., Ćosić, M., Buzjak, N., Bočić, N., Dubovečak, V., Lacković, I., Zastavniković, I., Tomić, D., 2018: Fizičkogeografska analiza i geoekološko vrednovanje potencijalno zaštićenog područja - primjer doline Kupčine. *Hrvatski Geografski Glasnik*, 80/1, 27–59.

Zaninović, K. (ur.), 2008: Klimatski atlas Hrvatske 1961. – 1990., 1971. – 2000., Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb.

8. Izvori

Benček, Đ., Bukovac, J., Magaš, N., Šimunić, A., Marinčić, S., 1990: Osnovna geološka karta Republike Hrvatske, M 1:100 000, List Karlovac (33 – 92). Hrvatski geološki institut, Zavod za geologiju, Zagreb. ISBN: 978 – 953 – 6907 – 35 – 9. <https://www.hgi-cgs.hr/osnovna-geoloska-karta-republike-hrvatske-1100-000/>

Bukovac, J., Šušnjar, M., Poljak, M., Čakalo, M., Sokač, B., Velić, I., Benček, Đ., Marković, S., Jerše, Z., Žnidarčić, M., Savić, D., Sarkotić, M., 1983: Osnovna geološka karta SFRJ, M 1:100 000, List Črnomelj (33 – 91). Savezni geološki zavod, Beograd.

<https://www.hgi-cgs.hr/osnovna-geoloska-karta-republike-hrvatske-1100-000/>

Pleničar, M., Premru, U., Herak, M., 1969: Osnovna geološka karta SFRJ, M 1:100 000, List Novo Mesto (33 – 67). Savezni geološki zavod, Beograd.

<https://www.hgi-cgs.hr/osnovna-geoloska-karta-republike-hrvatske-1100-000/>

Šikić, K., Basch, O., Šimunić, A., Šikić, L., Brkić, M., Jamičić, D., Pavičić, A., Pikija, M., Juriša, M., Jović, B., Crnko, J., Šparica, M., Grimani, I., 1972: Osnovna geološka karta SFRJ, M 1:100 000, List Zagreb (33 – 68). Savezni geološki zavod, Beograd.

<https://www.hgi-cgs.hr/osnovna-geoloska-karta-republike-hrvatske-1100-000/>

Hrvatske vode, 2013: Vodič za hidromorfološki monitoring i ocjenu stanja rijeka u Hrvatskoj. <https://www.voda.hr/sites/default/files/projekti/2014/meander.pdf>

Hrvatske vode, 2015: Metodologija monitoringa i ocjenjivanja hidromorfoloških pokazatelja.

https://www.voda.hr/sites/default/files/dokumenti/metodologija_monitoringa_i_ocjenjivanja_hidromorfoloskih_pokazatelja_1.pdf

Međimurska energetska agencija, 2013: Male hidroelektrane. <https://www.menea.hr/wp-content/uploads/2013/12/6-hidroelektrane.pdf>

Arcanum Maps: <https://maps.arcanum.com/en/map/europe-19century-secondsurvey/?bbox=-753295.0358878882%2C5570380.478159897%2C2546338.6011266005%2C6717547.398663823&layers=158%2C164> (9.7.2022.)

Corine Land Cover: <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover> (9.7.2022.)

Geoportal Državne geodetske uprave: <https://geoportal.dgu.hr/> (9.7.2022.)

Hidrološki podaci Državnog hidrometeorološkog zavoda: <https://meteo.hr/proizvodi.php?section=podaci¶m=meteorologija> (9.7.2022.)

Klimatološki podaci Državnog hidrometeorološkog zavoda: <https://meteo.hr/proizvodi.php?section=podaci¶m=meteorologija> (9.7.2022.)

Konvencija o vlažnim područjima (Ramsarska konvencija), Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja RH: <https://mingor.gov.hr/o-ministarstvu-1065/djelokrug-4925/medjunarodna-suradnja/multilateralni-medjunarodni-sporazumi-1138/konvencija-o-vlaznim-podrucjima-ramsarska-konvencija/1143> (20.5.2022.)

Popis grafičkih priloga

- Slika 1: Geomorfološka regionalizacija porječja Kupčine prema Bognar, 1999. (str. 11)
- Slika 2: Geološka struktura porječja Kupčine. (str. 13)
- Slika 3: Hipsometrijska karta porječja Kupčine. (str. 15)
- Slika 4: Karta nagiba na porječju Kupčine. (str. 17)
- Slika 5: Karta vertikalne raščlanjenosti reljefa porječja Kupčine. (str. 18)
- Slika 6: Klimadijagram postaje Sošice za razdoblje 1996. – 2019. godine. (str. 19)
- Slika 7: Klimadijagram postaje Pisarovine za 1996. – 2019. godine. (str. 20)
- Slika 8: Usporedba godišnjeg hoda padalina za razdoblje 1996. – 2019. godine na postajama Sošice i Pisarovina. (str. 21)
- Slika 9: Modulni koeficijenti mjesečnih protoka na postaji Strmac Pribički za razdoblje 1978. – 2019. (str. 22)
- Slika 10: Srednji mjesečni protoci na postaji Lazina za razdoblje 1974. – 2015. (str. 23)
- Slika 11: Zemljišni pokrov porječja Kupčine. (str. 25)
- Slika 12: Lokacije segmenata toka rijeke Kupčine na kojima su kronološki promatrane promjene korita i porječja. (str. 27)
- Slika 13: Kronološki prikaz oblika korita Kupčine kod Krašića od druge polovine 19. stoljeća do danas. (str. 29)
- Slika 14: Kronološka usporedba promjena korita Kupčine kod Krašića od druge polovine 19. stoljeća do danas. (str. 30)
- Slika 15: Kronološki prikaz oblika korita Kupčine u Draganićkom lugu od druge polovine 19. stoljeća do danas. (str. 32)
- Slika 16: Kronološka usporedba promjene korita Kupčine u Draganićkom lugu od druge polovine 19. stoljeća do danas. (str. 33)
- Slika 17: Kronološki prikaz oblika korita i naplavne ravnice Kupčine kod Pisarovine od druge polovine 19. stoljeća do danas. (str. 35)
- Slika 18: Kronološka usporedba promjena korita i mrtvica uz Kupčinu kod Pisarovine od druge polovine 19. stoljeća do danas. (str. 36)
- Slika 19: Vertikalni profil toka Kupčine s naznačenom dužinom promatranih dionica rijeke. (str. 38)
- Slika 20: Podjela rijeke Kupčine na dionice u svrhu ocjene hidromorfološkog stanja. (str. 39)
- Slika 21: Elementi korita i porječja dionice A – Sošičke Kupčine. (str. 41)
- Slika 22: Elementi korita i porječja dionice B – Kostanjevačke Kupčine. (str. 43)
- Slika 23: Elementi korita i porječja dionice C – Krašičke Kupčine. (str. 45)

Slika 24: Elementi korita i porječja dionice D – Lazinske Kupčine. (str. 48)

Slika 25: Elementi korita i porječja dionice E – Kanala Retencije Kupčina. (str. 50)

Slika 26: Elementi korita i porječja dionice F – Pisarovinske Kupčine. (str. 52)

Popis tablica:

Tablica 1: Bodovanje hidromorfoloških elemenata. (str. 9)

Tablica 2: Ocjena hidromorfološkog stanja i oznake kategorija. (str. 10)

Tablica 3: Kategorizacija geomorfoloških regija koje obuhvaćaju porječje Kupčine prema Bognar, 1999. (str. 10)

Tablica 4: Kronološki pregled promjena vrijednosti za morfometrijske elemente korita Kupčine kod Krašića od druge polovine 19. stoljeća do danas. (str. 31)

Tablica 5: Usporedba promjena vrijednosti za morfometrijske elemente korita Kupčine u Draganićkom lugu od druge polovine 19. stoljeća do danas. (str. 34)

Tablica 6: Kronološki pregled promjena vrijednosti za morfometrijske elemente korita i naplavne ravnice Kupčine kod Pisarovine od druge polovine 19. stoljeća do danas. (str. 38)

Tablica 7: Ocjena stanja hidromorfoloških obilježja Kupčine. (str. 55)

Tablica 8: Udjeli promatranih dionica u ukupnom toku Kupčine. (str. 56)