



Elaborat:

# Stupanj zaslanjenosti i održivo korištenje tala Donje Neretve

Sveučilište u Zagrebu  
Agronomski fakultet

Zagreb, prosinac 2010.

**Projekt upravljanja Neretvom i Trebišnjicom**  
**Darovnica br. TF 091967**

***Naručitelj istraživanja:*** REPUBLIKA HRVATSKA  
HRVATSKE VODE  
Ulica grada Vukovara 220  
Zagreb

***Izvršitelj:*** AGRONOMSKI FAKULTET  
SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
Svetošimunska cesta 25  
Zagreb

***Naslov:*** Stupanj zasljenosti i održivo korištenje  
tala Donje Neretve  
**KONAČNI ELABORAT**

***Broj:*** CR-NTMP-GEF-CQ-CS-09-02

***Voditelj projektnog tima:***

---

**Prof. dr. sc. Davor Romić**

***Projektni tim:***

---

Prof.dr.sc. Marija Romić

Prof.dr.sc. Stjepan Husnjak

Doc.dr.sc. Gabrijel Ondrašek

Monika Zovko, dipl.ing.agr.

Helena Bakić, dipl.ing.geol.

Nada Maurović, dipl.ing.kem.

Nada Kondres, dipl.ing.agr.

Vilim Filipović, dipl.ing.agr.

## Sadržaj

1. Uvod i polazišta .....	2
2. Metode rada .....	5
2.2. Terenski istražni radovi.....	9
2.3. Laboratorijska ispitivanja.....	14
2.4. Statistička obrada podataka, interpretacija rezultata i kartiranje.....	16
2.5. Anketna ispitivanja .....	17
2.6. Izrada izvješća.....	18
3. Stupanj zaslanjenosti tala u Donjoj Neretvi.....	20
3.1. Dosadašnje spoznaje o tlu i zaslanjenosti istraživanog područja .....	22
3.2. Karakterizacija prostorne varijabilnosti zaslanjenosti tla .....	29
3.1.1. Horizontalna distribucija zaslanjenosti tla na istraživanom području .....	29
3.1.2. Vertikalna distribucija zaslanjenosti tla na istraživanom području .....	33
3.1.3. Akumulacija soli u genetskim horizontima pedoloških profila .....	41
3.1.4. Procjena opasnosti od suvišnog natrija.....	68
4. Postojeće stanje korištenja zemljišta u Donjoj Neretvi .....	71
4.1. Stupanj održavanja izgrađenih sustava odvodnje i navodnjavanja na području Donje Neretve.....	71
4.2. Izrada karte načina korištenja poljoprivrednog zemljišta .....	80
5. Sustavi i tehnologije uzgoja bilja u Donjoj Neretvi .....	84
5.1. Primjena agrrotehničkih mjera.....	88
5.2. Primjena navodnjavanja.....	89
5.3. Primjena posebnih mjera gospodarenja u zaslanjenim uvjetima .....	90
6. Prijedlog budućeg korištenja i gospodarenja poljoprivrednim zemljištem u Donjoj Neretvi.....	92
6.1. Prijedlog budućeg načina korištenja poljoprivrednog zemljišta na pilot lokaciji Glog.....	92
6.2. Prijedlog budućeg načina korištenja poljoprivrednog zemljišta na pilot lokaciji Koševo Vrbovci.....	96
7. Poljoprivredna proizvodnja u uvjetima navodnjavanja na potencijalnim pilot lokacijama Glog i Koševo Vrbovci .....	100
7.1. Poljoprivredna proizvodnja u uvjetima navodnjavanja na potencijalnoj pilot lokaciji Glog.....	100
7.2. Poljoprivredna proizvodnja u uvjetima navodnjavanja na potencijalnoj pilot lokaciji Koševo Vrbovci.....	101
8. Zaključci .....	103
9. Digitalne baze podataka .....	106



## 1. Uvod i polazišta

Od 225 km toka, rijeke Neretve samo 22 km protječe kroz Hrvatsku. U gornjem toku Neretva je brza planinska (brdska) rijeka, ali zadnjih 30 km smiruje tok u širokoj aluvijalnoj dolini prije utoka u Jadransko more. Tla u delti Neretve nastala su taloženjem riječnog nanosa i zemljišnog materijala ispiranog s brdovitog krškog područja unutar sliva. U samom donjem toku u Republici Hrvatskoj i ušću u Jadransko more korito Neretve se dijeli u nekoliko tokova formirajući deltu na oko 12 tisuća hektara. Pokušaji privođenja močvarne doline kulturi i s vremenom provedeni melioracijski i hidrotehnički zahvati smanjili su deltu s prijašnjih 12 na samo tri toka, unutar koje su zadržani dijelovi mediteranske močvare kao jedne od posljednjih i najvrednijih preostalih u Europi. Ti su dijelovi danas zaštićeni kao ornitološki i ihtiološki rezervati te kao prirodni krajolik. Preostali dio doline Neretve prostor je intenzivno koršten za poljoprivrednu proizvodnju. Privođenje kulturi nedostupne i malarične riječne doline ima višestoljetnu povijest. Prvi oblik melioracija u Donjoj Neretvi bilo je tzv. „jendečenje“. Probijanjem jendeka - kanala težaci su teškim fizičkim radom vadili sediment, gomilali ga na česticama koje su time bivale izdignute iznad razine vode i ostajale izvan utjecaja plime. Jendeci su uvijek iskopavani okomito na tok rijeke. Širenje jendečenja na niže dijelove dovelo je seljake na močvarno-glejna tla koja su tražila dublje i šire jendeke. Bili su to stihijski zahvati vođeni znanjem, mogućnostima i potrebama seljaka. Prvi dostupni zapisi o sustavnom melioracijskom uređenju močvarnog područja delte Neretve potječu od kraja 17. stoljeća. Do danas su provedeni zahvati i izgrađeni brojni hidrotehnički objekti koji reguliraju vodni režim dijela donjeg toka rijeke Neretve. Po uzoru na neka područja Europe i svijeta stvoren je tako krajolik polderskog tipa. Sve promjene koje su se dogodile primjenom suvremenih metoda u uređenju zemljišta, intenzifikacijom poljoprivrede, uvođenjem novih kultura, pridonijele su i brzim socijalno-ekonomskim promjenama praćenim podizanjem životnog standarda pučanstva. Unutar tog područja, između glavnog korita Neretve, lateralnog kanala i Jadranskog mora, nalazi se oko 5000 ha navodnjavanog poljoprivrednog zemljišta, koje danas većinom koriste obiteljska poljoprivredna gospodarstva. Poljoprivreda je danas glavna gospodarska grana područja i od nje izravno ili neizravno živi više od 30 tisuća ljudi.

I prirodne vrijednosti i raznolikost staništa, ali i korištenje zemljišta za poljoprivredu, u prvom redu ovise o vodnom režimu područja koji je pod utjecajem rijeke Neretve. Brojni krški vodeni tokovi unutar sliva donose velike količine svježe vode u dolinu i pune vodonosnik naročito u zimskom razdoblju. Pored toga, i more ima važan utjecaj na deltu. Zbog specifične hidrogeologije dolazi do prodora morske vode u površinske i podzemne tokove, a naročito u rijeku Neretvu. U manje vodotoke slanost dolazi iz slanih izvora po rubu doline, ali iz vodonosnika u kojem je voda slana, naročito u dubljim slojevima. Na promjene hidroloških prilika imaju značajan utjecaj i brojni hidrotehnički zahvati i objekti unutar sliva Neretve u gornjem toku (BiH) – hidroelektrane, akumulacije, a koji pridonose sve intenzivnijem prodoru mora uzrokujući zaslanjivanje podzemne vode.

Navodnjavanje je neizostavna agrotehnička mjera u tom području. I samo crpljenje vode u tu svrhu može povećati intruziju mora, a time povećati slanost izvora. Korištenje zaslanjene vode za navodnjavanje uzrokuje tzv. „sekundarno zaslanjivanje”, degradaciju kvalitete tla koja je pogubna i s ekološkog i s ekonomskog gledišta. Zadnjih godina su u tom području provedena opsežna istraživanja s ciljem agro-ekološke valorizacije područja, uključujući detaljno pedološko kartiranje, monitoring zaslanjivanja vode i tla te utvrđivanje onečišćenosti tala i recentnih nanosa teškim metalima. Utvrđeno je tako da do zaslanjivanja tala u Donjoj Neretvi dolazi na tri načina: iznošenjem na površinu dubokih zaslanjenih sedimenata na površinu radi formiranja proizvodnih parcela, kapilarnim dizanjem slane vode u profilu tla te navodnjavanjem zaslanjenom vodom.

Definirani su sljedeći glavni ciljevi ovog projekta:

- Procijeniti stupanj zaslanjenosti tala u Donjoj Neretvi*
- Utvrđiti postojeći način korištenja i gospodarenja poljoprivrednim zemljištem*
- Preporučiti model budućeg načina korištenja poljoprivrednog zemljišta*

Pojedinačni ciljevi po fazama projekta:

- Provesti terenske istražne radove, obaviti laboratorijka istraživanja i statističku obradu podataka*
- utvrditi stupanj održavanja izgrađenih sustava odvodnje i navodnjavanja na području Donje Neretve*
- izraditi kartu načina korištenja poljoprivrednog zemljišta*
- utvrditi primjenu agrotehničkih mjera u uzgoju bilja na području Donje Neretve*

*utvrditi primjenu navodnjavanja u uzgoju bilja na području Donje Neretve*

*utvrditi primjenu posebnih mjera gospodarenja u zaslanjenim uvjetima*

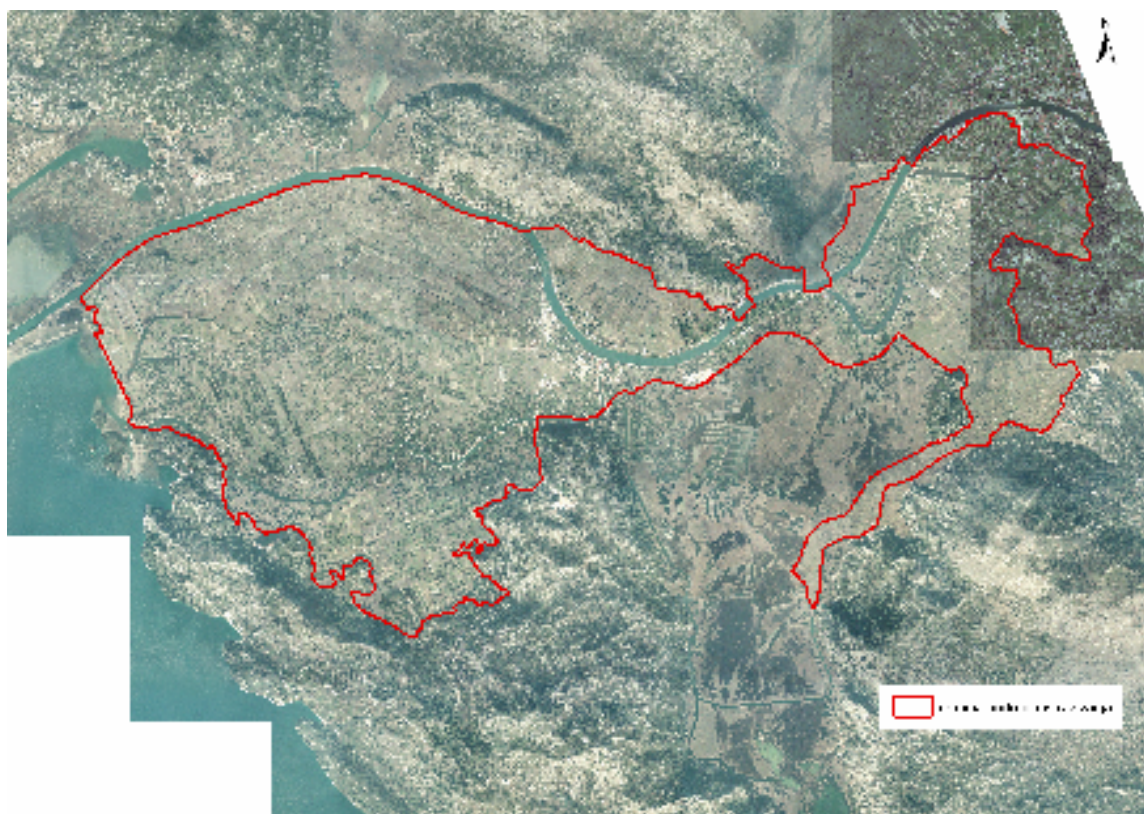
*dati prijedlog optimalnog korištenja zemljišta s posebnim osvrtom na pilot područja Glog i Koševo*

*- Vrbovci*

## 2. Metode rada

### 2.1. Preliminarni istražni radovi

- Nabavljen je digitalni ortofoto za potrebe kartiranja i formiranja GIS baze (**slika 1**).

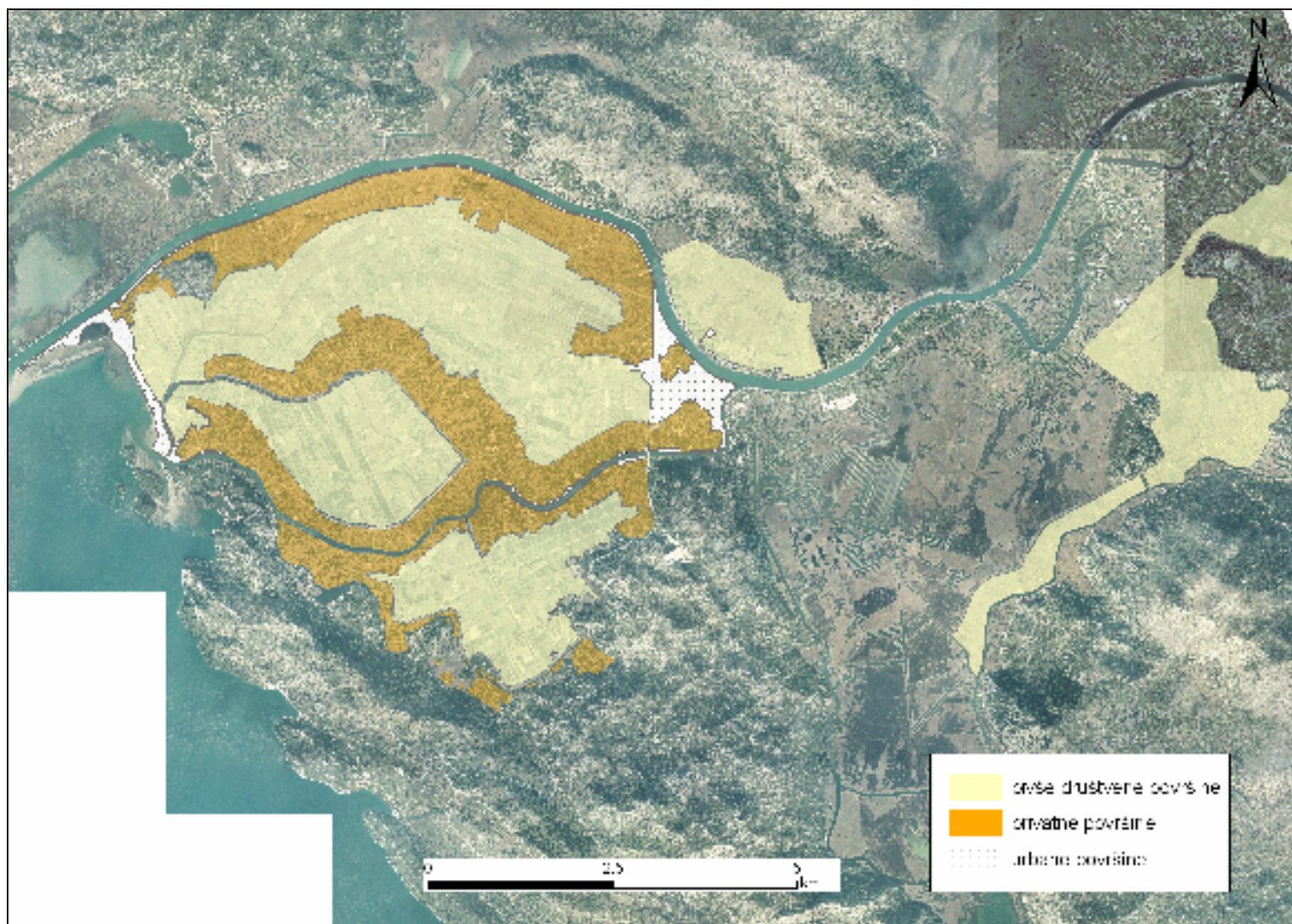


**Slika 1.** Digitalni ortofoto i granica istraživanog područja

- Na digitalnom ortofoto snimku izdvojena su područja prema povijesnom i sadašnjem načinu korištenja. Proizvodne parcele područja Donje Neretve su dijelom u privatnom vlasništvu, a dijelom se tretiraju kao društvene površine bivšeg poljoprivrednog kombinata. Sve površine danas koriste obiteljska poljoprivredna gospodarstva za različite proizvodnje (**slika 2**).
- Prikupljena je sva dostupna projektna dokumentacija, studije, elaborati i drugi literaturni podaci, koji se odnose na hidro- i agro-melioracijske zahvate provedene u području Donje Neretve. Navedena dokumentacija je dostupna, a pohranjena većinom u arhivama Hrvatskih voda.

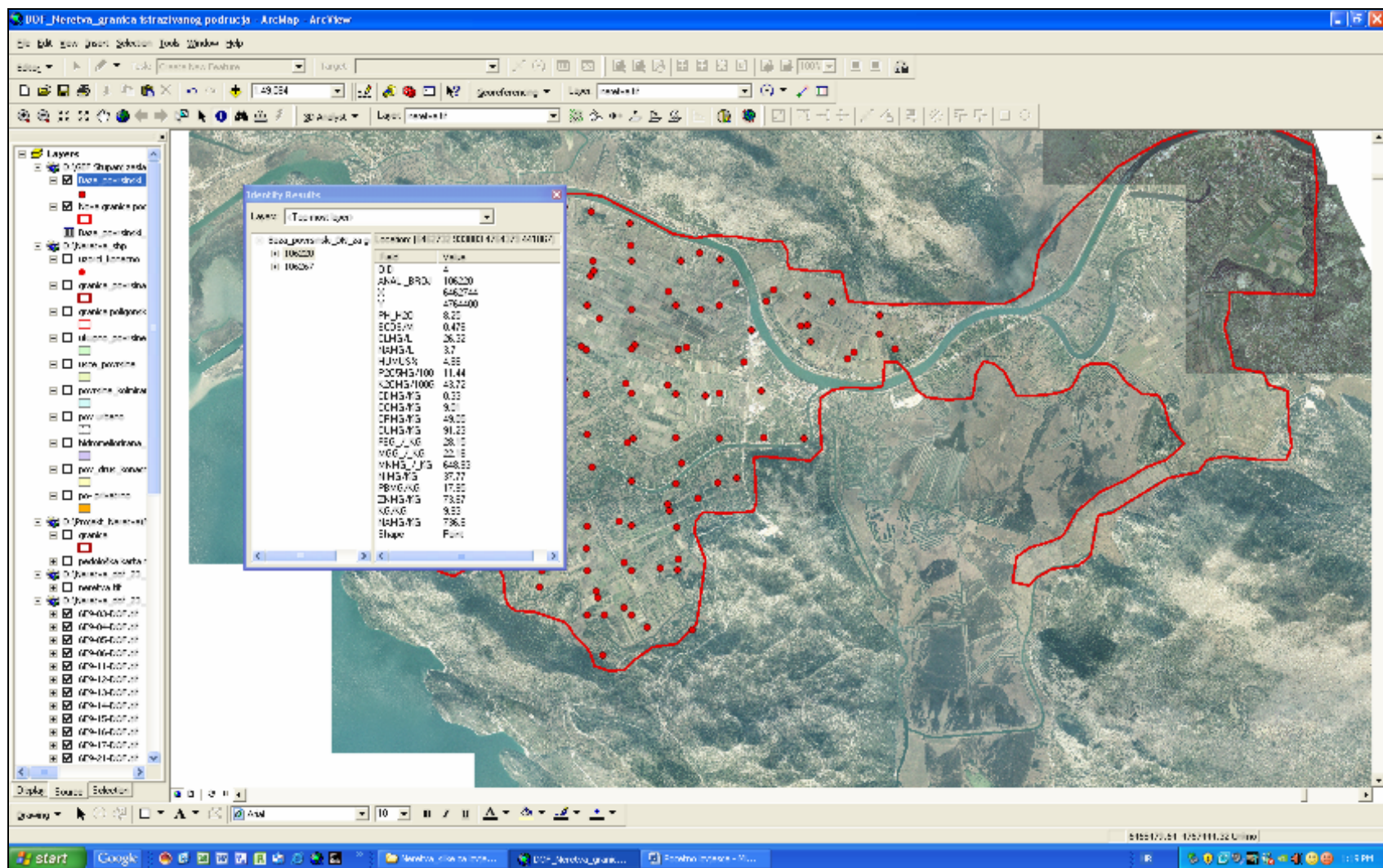
- Laboratorijska ispitivanja dostavljenih uzoraka se redovito provode. Formirana je baza podataka koja će biti korištena i za kartiranje zaslanjenosti tala Donje Neretve.
- Lokacije 7 pedoloških profila koje su predviđene planom projekta «Stupanj zaslanjenosti i održivo korištenje tala Donje Neretve» raspoređene su tako da distribucija ukupnog broja profila bude ravnomjerna i da budu zastupljeni svi reprezentativni tipovi tala na istraživanom području. Sondažne bušotine i pedološki profili otvoreni su i morfološki obrađeni u vrijeme kampanje terenskih istražnih radova u kolovozu 2010., kada se i očekivao najveći intenzitet zaslanjivanja tala uslijed pojačanog prodora mora u zaobalje izazvanog klimatskih prilika.
- Sve raspoložive podloge i analitički podaci o stanju tala i kvaliteti vode nalaze se u jedinstvenoj bazi podataka formiranoj u GIS-u (ArcGIS, ESRI), kako je primjerom prikazano na **sllici 3**. Svakoju lokaciji uzorkovanja u površinskom sloju pridružene su vrijednosti sljedećih pokazatelja: pH saturacijskog vodnog ekstrakta, elektrolitička provodljivost, ionski sastav, omjer adsorbiranog natrija (SAR) i postotak zamjenjivog natrija (ESP). Uzorcima uzetima iz genetskih horizonata profila tla pridružuju se vrijednosti sljedećih pokazatelja: tekstura, gustoća tla, kapacitet za vodu i zrak, vertikalna propusnost za vodu, stabilnost strukturnih agregata, pH, elektrolitička provodljivost, ionski sastav, omjer adsorbiranog natrija (SAR) i postotak zamjenjivog natrija (ESP).
- Na digitalnoj ortofoto karti istraživanog područja u programu ArcMap (ESRI) označeno je 246 lokacija uzorkovanja tla i 7 lokacija pedoloških profila. Lokacije uzorkovanja označene crvenom bojom odnose se na površinske uzorke tla (0-25 cm), dok se one označene žutom bojom odnose na sondažne bušotine od 25 do 100 cm dubine. Lokacije pedoloških profila na karti označene su smeđim kvadratićem (**slika 4**). Od ukupno 246 lokacija uzorkovanja tla, na 183 lokacije uzet će se površinski uzorak, a na 63 lokacije sondažnim bušenjem uzet će se uzorci tla po horizontima debljine 25 cm do 1 m dubine. Ovako pripremljena ortofoto karta uvećana je na mjerilo 1:5000, odnosno na mjerilo koje omogućuje njenu preglednost, a samim time ju čini prikladnom za snalaženju na terenu.





**Slika 2.** Struktura vlasništva poljoprivrednih površina Donje Neretve (povijesni prikaz)





Slika 3. Prikaz «identify» prozora s rezultatima analize tla na primjeru jedne lokacije uzorkovanja (ArcGIS, ESRI)

## 2.2. Terenski istražni radovi

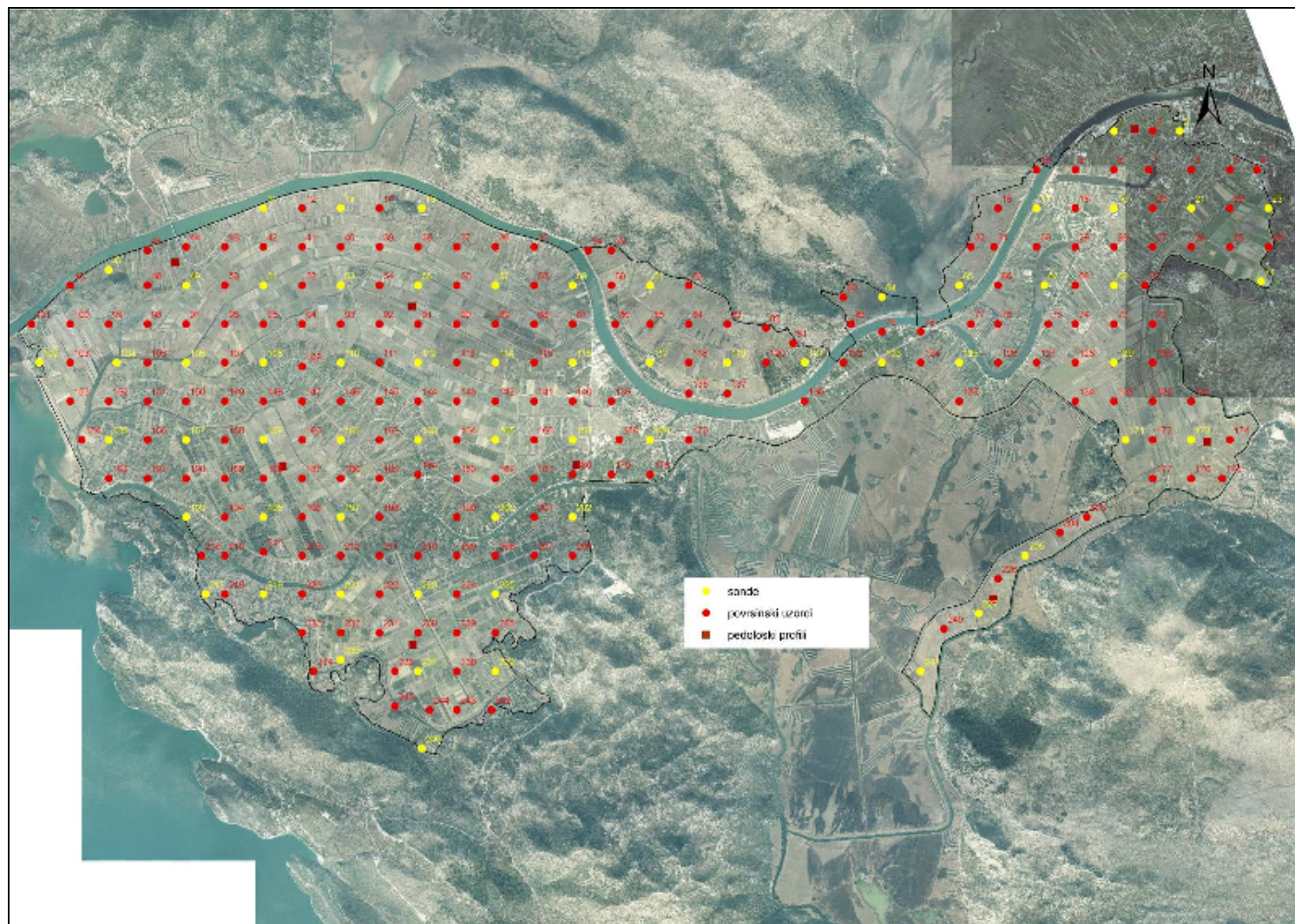
Pri utvrđivanju zaslanjenosti tala važno je planirati uzorkovanje tla kada je akumulacija soli u površinskom horizontu tla najveća. Prema rezultatima dosadašnjih istraživanja najveća zaslanjenost površinskih voda i tala u Donjoj Neretvi utvrđena je sredinom kolovoza. Upravo zbog toga su i terenska istraživanja započela 17. kolovoza 2010. i trajala su do 24. kolovoza 2010. Terenskim istraživanjima (slika 5) obuhvaćene su poljoprivredne površine područja donjeg toka Neretve. Granica područja prikazana je na slici 1. Ukupna površina istraživanog područja je površine 5815 ha.

Za izradu plana uzimanja uzoraka korištena je službena ortofoto karta mjerila 1:5000 (DOF 5) Državne geodetske uprave rezolucije 50 cm i točnosti od 1 m. Kako bi se osigurala ujednačena pokrivenost područja odabrana je mrežna shema uzimanja uzoraka iz površinskog sloja tla i iz sondažnih bušotina. Uzorci iz površinskog sloja tla uzimani su po pravilnoj kvadratnoj mreži s razmacima od 500 m između točaka, a sondažne bušotine s razmacima od 1000 m između točaka. Time su određene 183 lokacije za uzimanje uzoraka iz površinskog sloja tla te još 63 mjesta na kojima je uzorkovano tlo sondažnim bušenjem u slojevima debljine 25 cm do dubine 1 m. Mjesta uzimanja površinskih uzoraka i sondažnih bušotina prikazane su na slici 4.

Ukupno je tako prikupljeno 246 uzoraka iz površinskog sloja tla (0-25 cm) te 63 uzorka po sljedećim dubinama: 25-50 cm, 50-75 cm i 75 -100 cm. Svakoju lokaciji uzorkovanja određen je točan geografski položaj korištenjem GPS uređaja (Garmin:eTrex Vista HCx i 2Garmin Dakota 10).

Na području istraživanja otvoreno je 7 pedoloških profila. Lokacije pedoloških profila određene su tako da morfološkim ispitivanjem budu obuhvaćeni dominantni tipovi tala (Pedološka karta Donje Neretve M 1:25 000, Husnjak i sur.). Dodatni kriterij za odabir lokacija pedoloških profila bio je i stupanj zaslanjenosti područja utvrđen prethodnim istraživanjima. Profili tla su na terenu morfološki analizirani, utvrđena je njihova tipska pripadnost te slijed i karakteristike genetskih horizonata. Svakoju lokaciji profila određen je točan geografski položaj. Uzorci tla iz genetskih horizonata uzeti su u porušenom i neporušenom stanju, jednoznačno označeni, pospremljeni te dopremljeni u laboratorij na ispitivanje.





Slika 4. Planirane lokacije uzorkovanja površinskih uzoraka tla, sondi i pedoloških profila



**Slika 5.** Uzorkovanje tla

Za terenske zabilješke o lokacijama uzorkovanja korišteni su obrasci u koje su iscrpno unesena sva zapažanja na terenu, između ostalog terenski broj uzorka, glavne karakteristike krajobraza, položajne koordinate, predusjev, planirani usjev ili nasad, dubina uzimanja uzorka, tekstura, vlažnost i sadržaj organske tvari, datum i ime osobe koja je uzela uzorak tla. Primjeri tih obrazaca prikazani su na slikama 6 i 7.

GEF "Stupanj zaslanjenosti i održivo korištenje tala donje Neretve"

Površinski uzorak ID \_\_\_\_\_ Datum \_\_\_\_\_ Uzorkovao \_\_\_\_\_

**MJESTO UZORKOVANJA** REGIJA \_\_\_\_\_ LIST KARTE \_\_\_\_\_ MJESTO \_\_\_\_\_

KOORDINATE (obavezni su decimalni stupnjevi)

Nacionalna mreža Y \_\_\_\_\_ X \_\_\_\_\_

Decimalni stupnjevi Geogr. dužina \_\_\_\_\_ Geogr. širina \_\_\_\_\_ Datum \_\_\_\_\_

Nadmorska visina (m) \_\_\_\_\_

**OPIS MJESTA UZORKOVANJA**

Okoliš / topografija \_\_\_\_\_

Način korištenja

- Poljoprivreda, određeno \_\_\_\_\_
- Pašnjak, travnjak, ugar
- Šuma • Bjelogorica \_\_\_\_\_ • Crnogorica \_\_\_\_\_ • Mješovita \_\_\_\_\_
- Močvara
- Nekultivirano, pustopoljina \_\_\_\_\_
- Drugo, određeno \_\_\_\_\_

Litologija \_\_\_\_\_ Izdanak Da, određeno \_\_\_\_\_ Nema izdanka \_\_\_\_\_

Tip pokrovnih stijena \_\_\_\_\_

**BROJ PODUZORAKA** \_\_\_\_\_

TIP TLA (FAO ili nacionalna klasifikacija) \_\_\_\_\_

Dubina oranja (cm) \_\_\_\_\_

Potpovršinski uzorak, određeni horizont \_\_\_\_\_

Interval uzorkovanja (cm) Površinski \_\_\_\_\_

Dubina razine podzemne vode (cm) \_\_\_\_\_

<b>TEKSTURA</b>	<b>površinski</b>
Pjeskovito	◇
pjeskovita ilovača	◇
ilovasto	◇
glinovita ilovača	◇
glinovito	◇
glina	◇

<b>VLAŽNOST UZORKA</b>	<b>površinski</b>
Vlažno	◇
Suho	◇

<b>ORGANSKA TVAR</b>	<b>površinski</b>
Visoka	◇
Niska	◇

**BOJA** površinski \_\_\_\_\_

**MOGUĆI IZVORI KONTAMINACIJE, ODREĐENO** \_\_\_\_\_

**FOTOGRAFIJA** Film i foto ID

Okoliš \_\_\_\_\_

Lokacija \_\_\_\_\_

Slika 6. Izgled obrasca za terensko uzorkovanje tla u površinskom sloju 0-25 cm

GEF "Stupanj zaslanjenosti i održivo korištenje tala donje Neretve"

Sonda ID \_\_\_\_\_ Datum \_\_\_\_\_ Uzorkovao \_\_\_\_\_

Sonda ID \_\_\_\_\_

Sonda ID \_\_\_\_\_

Sonda ID \_\_\_\_\_

**MJESTO UZORKOVANJA** REGIJA \_\_\_\_\_ LIST KARTE \_\_\_\_\_ MJESTO \_\_\_\_\_

COORDINATE (obavezni su decimalni stupnjevi)

Nacionalna mreža Y \_\_\_\_\_ X \_\_\_\_\_

Decimalni stupnjevi Geogr. dužina \_\_\_\_\_ Geogr. širina \_\_\_\_\_ Datum \_\_\_\_\_

Nadmorska visina (m) \_\_\_\_\_

**OPIS MJESTA UZORKOVANJA**

Okoliš / topografija \_\_\_\_\_

Način korištenja

- Poljoprivreda, određeno \_\_\_\_\_
- Pašnjak, travnjak, ugar
- Šuma • Bjelogorica \_\_\_\_\_ • Crnogorica \_\_\_\_\_ • Mješovita \_\_\_\_\_
- Močvara
- Nekultivirano, pustopoljina \_\_\_\_\_
- Drugo, određeno \_\_\_\_\_

Litologija \_\_\_\_\_ Izdanak Da, određeno \_\_\_\_\_ Nema izdanka \_\_\_\_\_

Tip pokrovnih stijena \_\_\_\_\_

**BROJ PODUZORAKA** \_\_\_\_\_

TIP TLA (FAO ili nacionalna klasifikacija) \_\_\_\_\_

Dubina oranja (cm) \_\_\_\_\_

Potpovršinski uzorak, određeni horizont \_\_\_\_\_

Interval uzorkovanja (cm) Dubina I \_\_\_\_\_ Dubina II \_\_\_\_\_ Dubina III \_\_\_\_\_

Dubina razine podzemne vode (cm) \_\_\_\_\_

<b>TEKSTURA</b>	Dubina I	Dubina II	Dubina III	Dubina IV
Pjeskovito	◇	◇	◇	◇
pjeskovita ilovača	◇	◇	◇	◇
ilovasto	◇	◇	◇	◇
glinovita ilovača	◇	◇	◇	◇
glinovito	◇	◇	◇	◇
glina	◇	◇	◇	◇

<b>VLAŽNOST UZORKA</b>	Dubina I	Dubina II	Dubina III	Dubina IV
Vlažno	◇	◇	◇	◇
Suho	◇	◇	◇	◇

<b>ORGANSKA TVAR</b>	Dubina I	Dubina II	Dubina III	Dubina IV
Visoka	◇	◇	◇	◇
Niska	◇	◇	◇	◇

**BOJA**

**MOGUĆI IZVORI KONTAMINACIJE, ODREĐENO** \_\_\_\_\_

**FOTOGRAFIJA** Film i foto ID \_\_\_\_\_

Okoliš \_\_\_\_\_

Lokacija \_\_\_\_\_

Slika 7. Izgled obrasca za terensko uzorkovanje tla sondažnim bušotinama

### 2.3. Laboratorijska ispitivanja

U Analitički laboratorij Zavoda za melioracije 27. kolovoza 2010. dopremljeni su uzorci prikupljeni terenskim istraživanjem u Donjoj Neretvi.

Uzorci tla uzeti iz sondažnih bušotina i uzorci tla uzeti iz genetskih horizonata u porušenom stanju po dopremi u Analitički laboratorij Zavoda za melioracije Agronomskog fakulteta su označeni analitičkim brojevima prema standardnom laboratorijskom postupku označavanja, homogenizirani, stavljeni na sušenje do konstantne težine, zrakосуhi usitnjeni, prosijani kroz sito otvora 2 mm i pospremljeni u plastične vrećice do obrade, a prema standardnom postupku HRN ISO 11464:2004.

Uzorci tla uzeti iz genetskih horizonata u neporušenom stanju za određivanje hidropedoloških svojstava profila odmah su po dopremi u laboratorij saturirani i obrađeni.

#### 2.3.2. Laboratorijska ispitivanja kemijskih svojstava tla

Za svaki uzorak tla priređen je saturacijski vodni ekstrakt tla prema metodi opisanoj od U.S. Salinity Laboratory (1954). Saturacijske paste su ostavljene na uravnoteženju 24 h, a otopina tla je ekstrahirana vakuumom (Jacober i Sandoval, 1971).

U uzorcima saturacijskog vodenog ekstrakta tla određen je:

- pH na uređaju MettlerToledo pH-metar MPC 227
- elektrolitička provodljivost (EC<sub>c</sub>) saturacijskog vodnog ekstrakta (Rhoades, 1996) na uređaju MettlerToledo EC-metar MPC 227
- koncentracija Cl<sup>-</sup> u saturacijskom vodnom ekstraktu tla određena je spektrofotometrijski metodom segmentiranog protoka na instrumentu Skalar San+Analyzer (HRN/EN ISO 10304-1/1998)
- koncentracija Na<sup>+</sup> u saturacijskom vodnom ekstraktu tla određena je plamenom atomskom emisijskom spektroskopijom u smjesi acetilena i zraka na instrumentu AAS/AES PerkinElmer 3110 (HRN/EN ISO 14911/2001)
- koncentracija Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> određena je kompleksometrijski titracijom s Na-EDTA
- koncentracija SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> određena je spektrofotometrijski turbidimetrijskom metodom



U uzorcima tla iz genetskih horizonata profila određen je ukupni kapacitet zamjene kationa te sadržaj zamjenjivog kalija, kalcija, magnezija i natrija korištenjem otopine barijeva klorida prema postupku HRN ISO 11260:2004

### 2.3.3. Laboratorijska ispitivanja fizikalnih svojstava tla

U uzorcima iz genetskih horizonata profila uzetih u porušenom stanju određeni su sljedeći pokazatelji:

- granulometrijski sastav, frakcije <2, 2-20, 20-50, 50-200 i 200 – 2000  $\mu\text{m}$  određen je pipet metodom nakon dezagregacije u Na-pirofosfatu (HRN ISO 11277:2004)
- stabilnost strukturnih makroagregata tla određena je u vodi.

U uzorci tla uzetima iz genetskih horizonata u neporušenom stanju određeni su sljedeći pokazatelji:

- standardnim analitičkim metodama određen će se ukupni volumen pora, retencijski kapacitet za vodu i kapacitet za zrak, te volumna i stvarna gustoća tla (HRN ISO 11272:1998).
- u cilindrima od 100  $\text{cm}^3$  određena je laboratorijska vertikalna propusnost tla za vodu (HRN ISO 11274:2004).

Sva ispitivanja uzoraka tla provedena su u Analitičkom laboratoriju Zavoda za melioracije Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Referencijski materijal sličnog matriksa za kontrolu kvalitete odabrani su iz programa međunarodnog poredbenog postupka za analize tla i sedimenata WEPAL-ISE, (Wageningen University, Nizozemska) u kojima laboratorij sudjeluje (Houba i sur., 1996) od 2001. godine.

### 2.3.4. Matematičko određivanje zasićenosti izmjenjivačkog kompleksa natrijem

Omjer adsorpcije natrija (SAR, engl. sodium adsorption ratio) određen je iz koncentracije  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  u otopini dobivenoj ekstrakcijom iz saturacijskih pasti, a prema izrazu (1):

$$(1) SAR_{iw} = Na^+ / ((Ca^{2+} + Mg^{2+}) / 2)^{0.5}$$

danom od U.S. Salinity Laboratory (1954), gdje je koncentracija kationa izražena u mmol/L.

Budući da je kapacitet zamjene kationa određivan samo u uzorcima uzetima iz genetskih horizonata otvorenih profila omjer zamjenjivog natrija (ESP vrijednost) nije se mogao izravno izračunati već je procijenjen prema izrazu (2):

$$(2) \text{ESR} = K_G \times \text{SAR} = 0.015 \times \text{SAR}$$

gdje je  $K_G$  Gapon-ova konstanta zamjene koja najčešće iznosi od 0,010 do 0,015

Iz omjera zamjenjivog natrija (ESR) procijenjen je postotak zamjenjivog natrija (ESP) prema izrazu (3):

$$(3) \text{ESP} = \frac{100(\text{ESR})}{1 + \text{ESR}}$$

U uzorcima iz genetskih horizonata pedoloških profila postotak zamjenjivog natrija (ESP) određen je iz odnosa zamjenjivog  $\text{Na}^+$  i ukupnog kapaciteta zamjene kationa (CEC) prema izrazu (4):

$$(4) \text{ESP} = \left( \frac{\text{Na}^+}{\text{CEC}} \right) \times 100$$

#### 2.4. Statistička obrada podataka, interpretacija rezultata i kartiranje

Prostorne varijable formirane baze podataka baze vizualizirane su u GIS-u korištenjem programa ArcMap 9.1 (ESRI). Digitaliziranjem baze omogućeno je njeno interaktivno korištenje i pretraživanje.

Deskriptivna statistika provedena na dobivenom skupu podataka sadrži sljedeće podatke: broj uzoraka, vrijednost minimuma i maksimuma, aritmetičku sredinu, medijanu i standardnu devijaciju. Statistička obrada učinjena je u programu STATISTICA 7 (StatSoft, Inc., 2005). Dio varijabli pokazao je ne-normalnu distribuciju, te je za njih učinjena logaritamska transformacija kako bi se normalizirala distribucija prije same interpolacije.

Postupak interpolacije podrazumijeva procjenu vrijednosti za točke na području koje nije uzorkovano. Na raspolaganju su razne interpolacijske tehnike, od onih jednostavnijih linearnih tehnika koje uprosječuju vrijednosti obližnjih uzorkovanih

lokacija, do onih mnogo složenijih s osnovnim težištem na udaljenosti do obližnjih uzorkovanih lokacija i stupnjem autokorelacije za ove udaljenosti.

Nakon učinjene transformacije, analizirana je prostorna autokorelacija te određeni parametri: model variograma, intercept, prag i doseg. Analiza variograma napravljena je u geostatističkom paketu GS+ 7 (Gamma Design Software, 2005), a karta zaslanjenosti tla istraživanog područja izrađena je primjenom aplikacije Geostatistical Analyst u programu ArcMap 9.1 (ESRI). Korištena je IDW (engl. Inverse Distance Weight) metoda interpolacije u kojoj se interpolacijske procjene temelje na vrijednostima obližnjih lokacija od mjesta uzorkovanja. Primijenjena metoda ne daje pretpostavke o karakteru prostorne veze već se temelji na osnovnoj pretpostavci da točke u blizini uzorkovane lokacije imaju njoj sličnije vrijednosti, za razliku od onih koje su od nje udaljenije. Formula IDW metode glasi:

$$Z_{estj} = \sum [z_i / (h_i + s)^2] / \sum [1 / (h_i + s)^2]$$

gdje je:  $Z_{estj}$ =procijenjena vrijednost za lokaciju j,  $z_i$ =izmjerena vrijednost uzorka na točki i,  $h_i$ =udaljenost između  $Z_{estj}$  i  $z_i$ ,  $s$  = faktor izgladivanja (engl. *smoothing factor*),  $q$ =snaga težinskog faktora (engl. *weighting power*).

## 2.5. Anketna ispitivanja

Osnovni cilj provođenja anketnih ispitivanja poljoprivrednih proizvođača s područja Donje Neretve bio je utvrditi mjerodavne pokazatelje o načinima gospodarenja poljoprivrednim gospodarstvima kako bi se osigurala objektivna procjena sadašnjeg korištenja zemljišta u Donjoj Neretvi te podloga za realizaciju budućeg održivog korištenja zemljišta u Donjoj Neretvi.

U svrhu izvršenja zadanih ciljeva provedeno je anketno istraživanje poljoprivrednih proizvođača od svibnja do lipnja 2010. godine. Anketiranje su provodili članovi istraživačkog tima, ali i zaposlenici u poljoprivrednim apotekama s poljoprivrednim proizvođačima s područja Grada Metkovića, Grada Opuzena, Općine Kula Norinska i Grada Ploče te djelatnici HZPSS. Svi provoditelji anketa su bili prethodno upoznati s načinom provođenja intervjua i odgovaranja na pitanja. Ispitivanjima se nastojala obuhvatiti što šira populacija poljoprivrednih proizvođača kako bi se dobila reprezentativnost s obzirom na starosnu dob, stupanj obrazovanja i vrstu poljoprivrednog gospodarstva. Ukupno je anketirano 79 poljoprivrednih proizvođača.



Anketni upitnik se sastojao od 18 pitanja. Prvih sedam pitanja odnosila su se na strukturu obiteljskog gospodarstva i strukturu poljoprivredne proizvodnje na gospodarstvima. Pitanja 8, 9 i 10 obuhvatila su primjenu osnovnih agrotehničkih mjera: obrada tla, gnojidba, primjena sredstava za zaštitu bilja. Pitanja od 11 do 17 odnosila su se na primjenu navodnjavanja: izvor vode za navodnjavanje, metode navodnjavanja, kontrolu potrošnje vode, kontrolu kvalitete vode. U posljednjem pitanju (br. 18) ispitanici su trebali opisati mjere gospodarenja koje primjenjuju kako bi umanjili posljedice korištenja zaslanjene vode za navodnjavanje.

Odgovori na anketna pitanja unesena su u jedinstvenu bazu podataka, te su obrađena deskriptivnom statistikom u računalnom statističkom paketu SPSS (slika 8)

The screenshot shows the SPSS Data Editor window for a file named 'anketa\_2010.sav'. The main area displays a data grid with 18 columns and approximately 20 rows. The columns are labeled with question numbers and their corresponding variables. The data is organized into a grid with various values and missing data indicators.

Case	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Slika 8. Izgled baze podataka u statističkom paketu SPSS

## 2.6. Izrada izvješća

Za potrebe praćenja ostvarivanja ciljeva projektnog zadatka „Stupanj zaslanjenosti i održivo korištenje tala Donje Neretve“ izrađuju se izvješća o napretku izvršenja zadatka. Agronomski fakultet predavao je izvješća Hrvatskim vodama, a sukladno planu i proceduri navedenoj u Ugovoru Projektnog zadatka. Ugovorom je određeno da

se izvješća o evaluaciji radova na projektu predaju u razdoblju svaka tri mjeseca. Ukupno su izrađena i predana četiri izvješća: Početno izvješće bilo je dostavljeno u Hrvatske vode u ožujku 2010. godine, I. Tromjesečno izvješće u lipnju 2010. godine, a II. u rujnu 2010. godine. Zajedno s III. Tromjesečnim izvješćem Hrvatskim vodama je dostavljen i Prvi nacrt elaborata. Nakon pregleda materijala, u Agronomski fakultet su u listopadu 2010. godine pristigle primjedbe od strane Hrvatskih voda. Primjedbe su obrađene i ugrađene u Prvi nacrt elaborata te je Konačni nacrt Elaborata dostavljen u prosincu 2010. godine u Hrvatske vode.

### 3. Stupanj zaslanjenosti tala u Donjoj Neretvi

Zaslanjivanje tla je proces akumulacije lakotopljivih soli (klorida, sulfata, karbonata, i bikarbonata kalcija, magnezija, natrija i kalija) u dijelovima profila tla. Zaslanjenost postaje problem kada se koncentracije soli u tlu, u zoni korijena, povećaju do granice koja utječe na smanjenje primanja vode od strane biljke, a posljedica čega je smanjenje prinosa. Zaslanjivanje tala povlači za sobom i degradaciju produktivnih poljoprivrednih površina. Problem zaslanjivanja tla je vrlo složen i stoga se u procjeni rizika od takve vrste degradacije tla moraju vrednovati različiti i brojni pokazatelji stanja poljoprivrednog okoliša: promjene fizikalnih i kemijskih svojstava tla, vodni stres kod biljaka, potencijalni toksični učinci soli, potencijalno povećanje biopristupačnosti metala i drugo.

Da bi se standardizirali načini mjerenja zaslanjenosti tala i postavile sljedeće referentne vrijednosti za uspoređivanje, zaslanjenost tala najčešće se izražava kao vrijednost elektrolitičke provodljivosti saturacijskog vodnog ekstrakta tla ( $EC_e$  u dS/m). Odnos između elektrovodljivosti i ukupne koncentracije soli približno iznosi:

$$1 \text{ dS/m} = 10 \text{ mmol/l} = 700 \text{ mg/l}$$

Uporaba vrijednosti elektrovodljivosti kao indeksa zaslanjenosti tala zasniva se na konceptu da biljke reagiraju prije na ukupnu koncentraciju soli u tlu nego na koncentracije ili odnos pojedinačnih iona. Stoga je i u ovom istraživanju prostorne varijabilnosti zaslanjenosti tala primijenjena elektrovodljivost saturacijskog vodnog ekstrakata kao indeksa zaslanjenosti.

Prema kriterijima postavljenima od U.S Salinity Laboratory, tlo se smatra zaslanjenim ako vrijednost elektrovodljivosti saturacijskog vodnog ekstrakata iznosi  $>4$  dS/m. Zaslanjenost tla je linearno povezana s prinosom uzgajanih kultura. Zato su i najčešće primjenjivani kriteriji procjene zaslanjenosti tla oni koji vrednuju utjecaj na prinose različitih kultura. U tablici 1 prikazana je klasifikacija elektrovodljivosti prema Richardsu (1954):

**Tablica 1.** EC<sub>c</sub> (elektrovodljivost ekstrakta saturacijske paste) i učinci soli na prinos kultura prema općenitoj shemi (Richards, 1954)

EC (dS/m)	Utjecaj na biljku
0-2	Učinci zaslanjenosti uglavnom zanemarivi
2-4	Prinos osjetljivih kultura može biti smanjen
4-8	Prinos većine kultura je smanjen
8-16	Samo otporne kulture daju zadovoljavajuće prinose
>16	Samo jedan dio otpornih kultura daje zadovoljavajuće prinose

Zaslanjenost tla je usko povezana s prostornim karakteristikama kao što su nadmorska visina, razina podzemne vode, tekstura tla, sastav matičnog supstrata i geologija te drugo. Sustavna istraživanja problema zaslanjivanja tla i voda u Donjoj Neretvi provode se već niz godina. Utvrđeno je, između ostaloga, da se zaslanjivanje ne događa samo kroz površinske vodotoke, nego znatne količine soli u obradivi površinski sloj tla dolaze iz dubokih akvifera te navodnjavanjem zaslanjenom vodom. Zaslanjivanje površinskog sloja tla poazuje veliku prostornu varijabilnost ali i izraženi sezonski karakter uz pojavu ekstrema zaslanjenosti tla u relativno kratkim vremenskim razdobljima (Romić i sur., 2010). Osim tumačenja procesa zaslanjivanja nakon provedenih terenskih istraživanja, ali i korištenjem naprednih tehnika kao što su daljinski snimci i geostatistička obrada (Salopek, 2008), provedena su i brojna istraživanja utjecaja soli u rizosferi na uzgajane kulture (Romić i sur., 2003, 2008). Na temelju tih istraživanja provedenih u agroekološkim uvjetima konkretnog područja, postavljeni su kriteriji za ograničenja koncentracija soli u tlu za uzgoj poljoprivrednih kultura u području Donje Neretve. Time je i granica osjetljivosti kultura na stres soli postavljena na 2 dS/m premda literaturni podaci upućuju na znatno višu granicu od 4 dS/m.

Dio poljoprivrednih površina Donje Neretve priveden je kulturi provođenjem intenzivnih hidromelioracija odvodnjom otvorenim kanalima. Na močvarnim tlima na nižim kotama terena stvorene su parcele polderskog tipa, a danas se vodni režim održava sustavom crpnih stanica. Dinamika crpljenja i time održavanje razine podzme vode ima izravni utjecaj na akumulaciju soli u rizosferi. Drugačija je situacija s parcelama koje su stvorene na višim kotama terena uz vodotoke tzv. «jendečenjem», ručnim iskapanjem sedimenta i gomilanjem i koje su tradicionalno koristili samo privatni proizvođači. To su većinom hidromeliorirana tla iz aluvija, povoljnijeg vodozračnog režima, bez stagniranja suvišne vode u rizosferi.

Cijeli melioracijski sustav podložan je i danas promjenama i osjetljiv na gospodarenje hidrotehničkim objektima u gornjem dijelu sliva Rijeke Neretve, kao i o intenzitetu oborina, odnosno priljevu vode u glavni vodonosnik iz postranih izvora.

U području Donje Neretve poljoprivredna proizvodnja zasniva se na uzgoju povrćarskih kultura i citrusa. Uglavnom su te kulture izrazito osjetljive na povišene koncentracije soli, a sami proizvođači još ne uvode sustavno primjenu otpornijih kultivara povrća, kao ni izbor otpornijih podloga za citruse (Romić i sur., 2007).

Klimatski uvjeti također mogu modificirati reakciju biljke na povišene koncentracije vodotopljivih soli u tlu. Tolerantna razina zaslanjenosti otopine tla ovisit će i o samoj distribuciji soli unutar profila tla, o sadržaju vode u tlu, načinu gospodarenja, u prvom redu navodnjavanja ali i ostalih agrotehničkih zahvata.

Opći kriteriji klasifikacije zaslanjenosti tla trebaju biti korigirani s obzirom na specifične agroekološke uvjete područja na koje se primjenjuju. **Zbog svega navedenoga, a kako je već gore naglašeno, kod procjene zaslanjenosti tala Donje Neretve odabran je kriterij prema kojem se tlo smatra zaslanjenim ako je vrijednost elektrovodljivosti otopine dobivene iz saturacijske paste  $>2$  dS/m.**

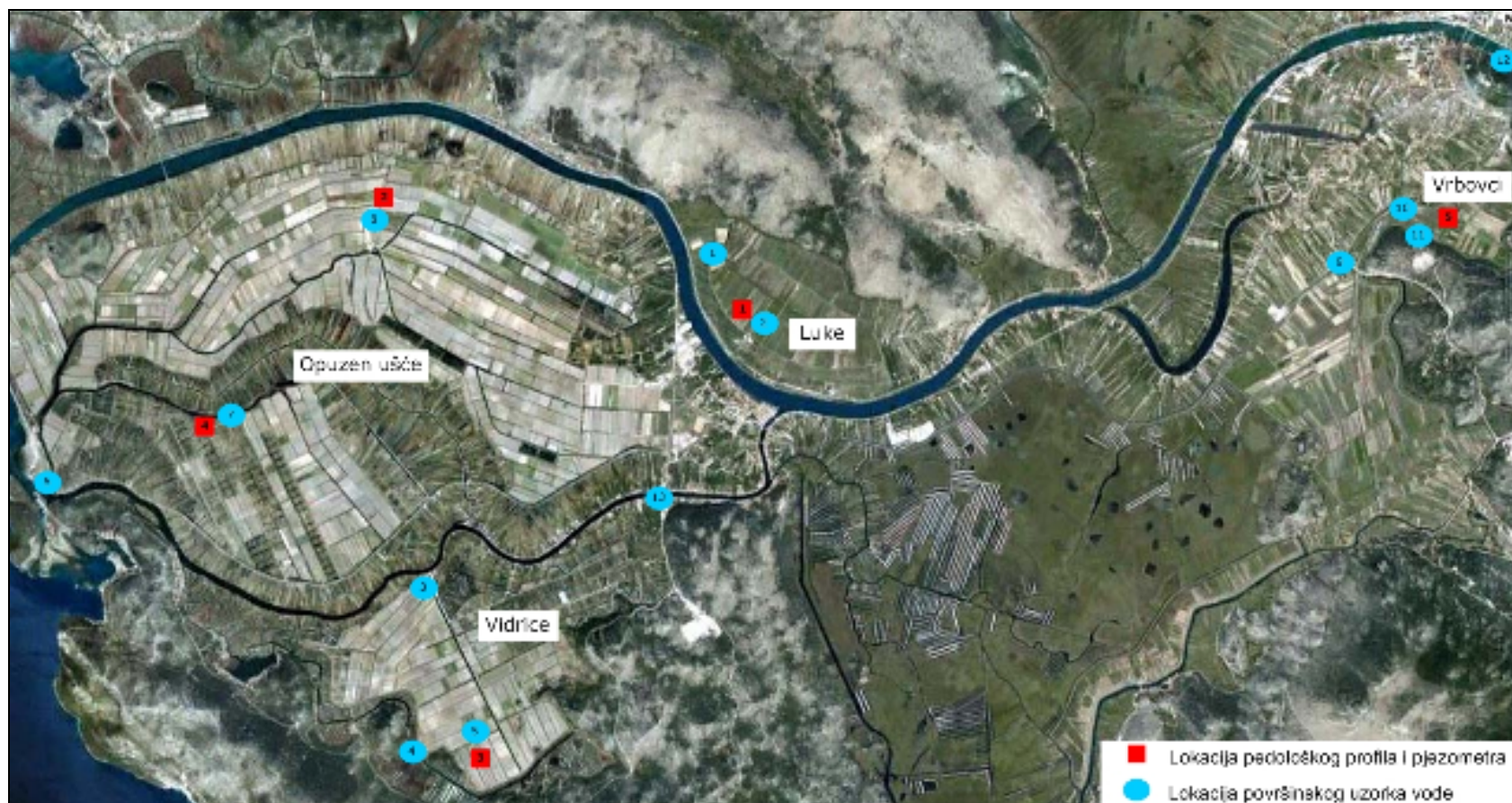
### **3.1. Dosadašnje spoznaje o tlu i zaslanjenosti istraživanog područja**

Zaslanjivanje tala je skup dinamičnih i progresivnih procesa čije su posljedice najčešće ireverzibilne promjene vidljive već u kratkom vremenskom razdoblju. Posljedice tih promjena su degradacija strukture tala i smanjenje poljoprivredne produktivnosti tala. Samim time su i neizravne posljedice zaslanjivanja vrlo bitne: dolazi do promjene strukture poljoprivredne proizvodnje, zapuštanja obradivih površina, izmijenjenosti poljoprivrednog krajolika, ali i socioekonomskih promjena na mikrorazini degradiranog područja. Zbog toga je izuzetno važno sustavno praćenje i dijagnosticiranje zaslanjenosti tala kako bi se pravovremeno mogle predložiti mjere gospodarenja koje će usporiti procese zaslanjivanja tala i/ili umanjiti njihove štetne posljedice. Kako bi se sustavno pristupilo procjeni stupnja zaslanjenosti tala važno je da svi postupci (preliminarna istraživanja, terenska istraživanja, laboratorijska ispitivanja i obrada podataka) budu precizno isplanirani, ispravno urađeni i sljedivi do krajnjeg rezultata. Identifikacija, kartiranje i daljnji monitoring procesa zaslanjivanja poljoprivrednih tala

predstavlja osnovnu, ali i najskuplju dionicu gospodarenja zaslanjenim tlima. Identifikacija zaslanjenosti poljoprivrednih tala je vrlo zahtjevna zbog toga što su procesi zaslanjivanja varijabilni u prostoru i podložni stalnim promjenama koje su posljedica različitih edafskih čimbenika (propusnost tla, razina podzemne vode, topografije terena, hidrogeoloških uvjeta), različitih mjera gospodarenja u poljoprivrednoj proizvodnji (primjena navodnjavanja, odvodnja, načini obrade tla, različiti dopunske agrotehničke mjere), kao i zbog klimatskih činitelja (količina i raspored oborina, temperatura zraka, relativna vlažnost zraka, vjetrovi).

Danas se koriste različite metode za procjenu zaslanjenosti tala: od konvencionalnog određivanja kemijskih pokazatelja zaslanjenosti u uzorcima tla, preko upotrebe daljinskih istraživanja i modeliranja. S tog stajališta je važno da u istraživanjima bude razmotren prostor u cjelini, sa svim njegovim klimatskim, hidrološkim, geološkim, pedološkim karakteristikama te da se provede detaljno rekognosciranje terena. Važno je i neizostavno, nadalje, uključiti i razmotriti sva dosadašnja znanja o prostoru i procesima unutar njega.

U 2009. godini započet je i projekt „Monitoring zaslanjivanja tla i voda u dolini Neretve“ kojeg vode Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i Građevinsko arhitektonski fakultet Sveučilišta u Splitu. Po navedenom projektu su radovi započeli početkom travnja 2009. godine. Na 5 lokacija u Donjoj Neretvi instalirani su pjezometri, otvoreni su i pripadajući pedološki profili te izdvojene lokacije za uzorkovanje površinskih voda (**slika 9**). Uzorci površinske i podzemne vode uzimaju se i ispituju jednom mjesečno. U profilima tla prati se stupanj zaslanjenosti analizom saturacijskog vodnog ekstrakta tla dva puta godišnje. Rezultati provedenih ispitivanja s dostupni su u publikacijama: Monitoring zaslanjivanja tla i voda: Izvještaj za 2009. (Romić i sur., 2010) i Monitoring zaslanjivanja tla i voda: Izvještaj za 2010. (Romić i sur., 2011).



Slika 9. Prikaz lokacija pjezometara, pedoloških profila i lokacija uzorkovanja površinskih voda

Na temelju podataka o karakteristikama tala na istraživanom području, a koji su prikupljeni višegodišnjim istraživanjima, te na temelju postojeće pedološke karte M 1:50 000 izrađena je pedološka karta Donje Neretve M 1:25 000 (**slika 10**). Od ukupno jedanaest tipova tala, četiri tipa (Koluvij, Crnica vapnenačko dolomitna, Smeđe tlo na vapnencu i Crvenica) pripadaju Automorfnom odijelu za koji je karakteristično vlaženje isključivo oborinskim vodama. Navedeni tipovi tala nalaze se na području doline Neretve na stjenovitim brežuljcima čija ukupna površina (unutar dakle područja istraživanja prema granici prikazanoj na topografskoj karti) iznosi svega 225 ha ili 2% u odnosu na ukupnu površinu. Kao zemljišni resursi za intenzivan razvoj biljne proizvodnje ta tla nemaju praktično nikakav značaj.

Pet tipova tala (Rigolano hidromorfno tlo, Aluvijalno, Močvarno glejno, Niski treset i Hidromeliorirano hidromorfno tlo) pripada Hidromorfnom odijelu naših tala (zauzimaju oko 90% područja doline Neretve). Od navedenih tipova, četiri tipa (Rigolano hidromorfno tlo, Aluvijalno, Močvarno glejno i Niski treset) se nalaze na području koje do sada nije bilo obuhvaćeno izgradnjom hidromelioracijskih sustava odvodnje, a zauzimaju površinu od 6.706,8 ha. Za dio njih je i danas karakteristično često prekomjerno vlaženje suvišnom vodom uslijed najčešće visokih razina podzemne vode, te zatim mjestimičnu pojavu stagniranja površinske vode na nepropusnom ili slabije propusnom sloju tla, pojavu poplavnih voda, itd. To su i bili razlozi da su na velikom dijelu tala doline Neretve izgrađeni hidromelioracijski sustavi u smislu odvodnje suvišne vode otvorenim kanalima, čime su se stvorili uvjeti za kolmiranje.

Na području koje je dakle hidromeliorirano kanalima, te na kojem se pretežno nalaze kolmirana tla, javljaju se također četiri tipa tala (Rigolano hidromorfno tlo, Aluvijalno, Močvarno glejno i Hidromeliorirano hidromorfno tlo), koji zauzimaju površinu od 3.572,0 ha. Ova tla karakteriziraju dakle povoljni vodozračni odnosi u rizosfernom sloju tla, zbog čega predstavljaju izuzetno vrijedne zemljišne resurse za razvoj poljoprivrede na ovome području.

Jedan tip tla pripada Halomorfnom odjelu tala (zauzima 2,5% područja), a jedan odjelu Subakvalnih tala (zauzima svega 0,2% područja istraživanja). Zbog visoke koncentracije soli i prekomjernog vlaženja voda stajačica, ta tla su nepogoda za biljnu proizvodnju.

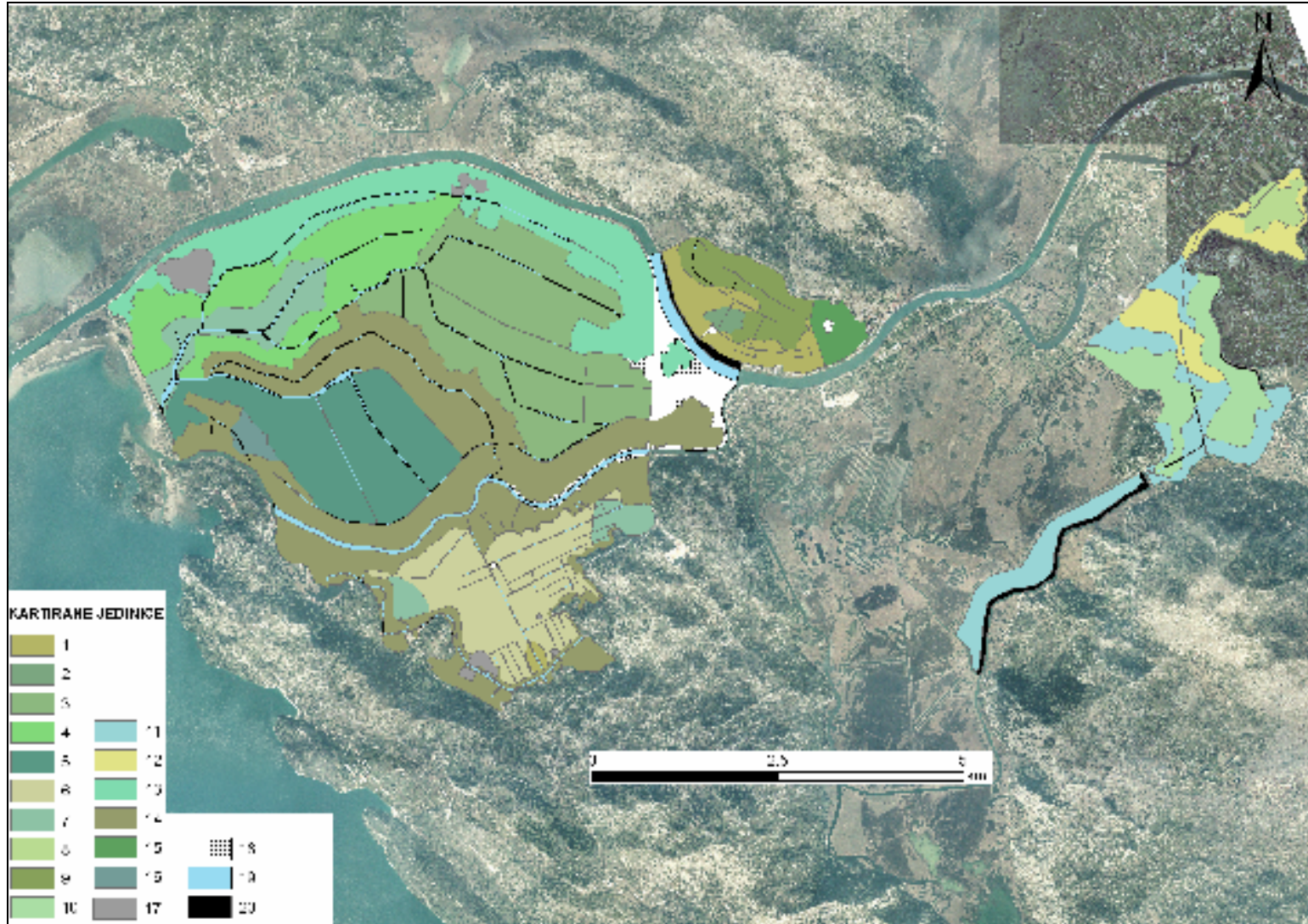


Na temelju postojećih podataka utvrđeno je postojanje izuzetno značajnog problema zaslanjenosti i zaslanjivanja tla u Donjoj Neretvi, i to već duže vrijeme. Međutim, ono što je zapravo puno važnije znati i uvažavati jest poznata činjenica da je na istraživanom području već duže vrijeme prisutno permanentno sekundarno zaslanjivanje i/ili alkalizacija tala. Pojava sekundarnog zaslanjivanja poljoprivrednih tala uzrokovana je najčešće uslijed navodnjavanja vodom neodgovarajuće kakvoće kao i sve veća pojava zaslanjene podzemne vode. Zaslanjivanje tla kao ekološki problem znatno smanjuje pogodnost takvog tla za korištenje u poljoprivrednoj proizvodnji s tendencijom kretanja danas pogodnih tala prema sutra trajno nepogodnim tlima za bilo kakvu ozbiljniju poljoprivredu. S obzirom na korištenu postojeću pedološku kartu, odnosno njezino mjerilo, nije bilo moguće detaljnije istražiti stanje zaslanjenosti tla i izvršiti na pedološkoj karti eventualno razgraničenje između zaslanjenog i nezaslanjenog tla. Stoga su na temelju postojećih podataka, kartirane jedinice tla izdvojene pored ostalog i kao:

-većim dijelom zaslanjena tla

-mjestimično zaslanjena tla

Većim dijelom zaslanjena tla predstavljaju kartirane jedinice s većim brojem podataka koji potvrđuju zaslanjenost. Mjestimično zaslanjena tla predstavljaju kartirane jedinice gdje pored podataka o zaslanjenim tlima postoje i podaci o nezaslanjenim tlima.



Slika 10. Pedološka karta Donje Neretve M 1:25 000 s legendom u prilogu

Kartirana jedinica tla			Površina ha
Broj	Naziv	%	
<b>I. HIDROMORFNA HIDROMELIORIRANA TLA KANALIMA</b>			
1	Humofluvisol plitko glejni, karbonatni, ilovasti, većim dijelom zaslanjeni Humofluvisol srednje duboko glejni, karbonatni, ilovasti, većim dijelom zaslanjeni	70 30	115,0
2	Humofluvisol plitko glejni, karbonatni, glinasti, mjestimično zaslanjeni Humofluvisol srednje duboko glejni, karbonatni, glinasti, mjestimično zaslanjeni	60 40	13,3
3	Humofluvisol srednje duboko glejni, karbonatni, ilovasti, mjestimično zaslanjeni Humofluvisol plitko glejni, karbonatni, ilovasti, mjestimično zaslanjeni Močvarno glejno hipoglejno, vrlo plitko glejno, mineralno, karbonatno, ilovasto, mjestimično zaslanjeno	60 25 15	644,4
4	Humofluvisol srednje duboko glejni, karbonatni, ilovasti, mjestimično zaslanjeni Humofluvisol plitko glejni, karbonatni, ilovasti, mjestimično zaslanjeni	70 30	348,4
5	Humofluvisol srednje duboko glejni, karbonatni, ilovasti, mjestimično zaslanjeni Humofluvisol plitko glejni, karbonatni, ilovasti, mjestimično zaslanjeni Močvarno glejno hipoglejno, vrlo plitko glejno, mineralno, karbonatno, ilovasto, mjestimično zaslanjeno	80 15 5	416,6
6	Humofluvisol srednje duboko glejni, karbonatni, ilovasti, većim dijelom zaslanjeni Močvarno glejno hipoglejno, plitko glejno, mineralno, karbonatno, ilovasto, većim dijelom zaslanjeno Humofluvisol plitko glejni, karbonatni, ilovasti, većim dijelom zaslanjeni	80 15 5	323,2
7	Močvarno glejno hipoglejno, vrlo plitko glejno, mineralno, karbonatno, ilovasto, mjestimično zaslanjeno Močvarno glejno hipoglejno, plitko glejno, mineralno, karbonatno, ilovasto, mjestimično zaslanjeno	85 15	180,7
8	Močvarno glejno hipoglejno, vrlo plitko glejno, mineralno, karbonatno, glinasto, mjestimično zaslanjeno Močvarno glejno hipoglejno, vrlo plitko glejno, mineralno, karbonatno, glinasto ilovasto, s proslojcima treseta, mjestimično zaslanjeno	50 50	39,0
9	Močvarno glejno hipoglejno, vrlo plitko glejno, humozno, karbonatno, glinasto ilovasto, s proslojcima treseta, većim dijelom zaslanjeno Močvarno glejno hipoglejno, vrlo plitko glejno, humozno karbonatno, glinasto ilovasto, većim dijelom zaslanjeno Močvarno glejno hipoglejno, plitko glejno, mineralno, karbonatno, glinasto ilovasto, većim dijelom zaslanjeno	60 30 10	119,4
10	Močvarno glejno hipoglejno, vrlo plitko glejno, humozno, karbonatno, glinasto ilovasto, s proslojcima treseta, većim dijelom zaslanjeno Močvarno glejno hipoglejno, plitko glejno, humozno, karbonatno, glinasto ilovasto, s proslojcima treseta, većim dijelom zaslanjeno	70 30	175,6
11	Močvarno glejno hipoglejno, plitko glejno, mineralno, karbonatno, glinasto ilovasto, s proslojcima treseta, većim dijelom zaslanjeno Močvarno glejno hipoglejno, plitko glejno, mineralno, karbonatno, glinasto ilovasto, većim dijelom zaslanjeno	70 30	242,4
12	Močvarno glejno hipoglejno, plitko glejno, mineralno, karbonatno, glinasto ilovasto, mjestimično zaslanjeno Močvarno glejno hipoglejno, plitko glejno, mineralno, karbonatno, glinasto ilovasto, s proslojcima treseta, mjestimično zaslanjeno	70 30	113,5
UKUPNO ZA HIDROMELIORIRANA TLA KANALIMA			2731,5
<b>HIDROMORFNA KOLMIRANJEM HIDROMELIORIRANA TLA</b>			
13	Aluvijalno karbonatno, plitko glejno, ilovasto, mjestimično zaslanjeno Močvarno glejno hipoglejno, plitko glejno, mineralno, karbonatno, ilovasto, mjestimično zaslanjeno Aluvijalno karbonatno srednje duboko glejno ilovasto, mjestimično zaslanjeno	65 20 15	460,1
14	Aluvijalno karbonatno, plitko glejno, ilovasto, mjestimično zaslanjeno Aluvijalno karbonatno srednje duboko glejno, ilovasto, mjestimično zaslanjeno Močvarno glejno hipoglejno, plitko glejno, mineralno, karbonatno, ilovasto, mjestimično zaslanjeno	50 40 10	935,3
15	Aluvijalno karbonatno, plitko glejno, glinasto ilovasto, mjestimično zaslanjeno Aluvijalno karbonatno, vrlo plitko glejno, ilovasto, mjestimično zaslanjeno	75 25	43,9
16	Humofluvisol plitko glejni, karbonatni, ilovasti, mjestimično zaslanjeno	100	22,1
UKUPNO ZA KOLMIRANJEM HIDROMELIORIRANA TLA			1.461,4
UKUPNO ZA POLJOPRIVREDNO ZEMLJIŠTE (I. i II.)			4.192,9
17	Brda i neplodno		49,8
18	Naselja		102,3
19	Vodene površine (rijeke i kanali)		180,4
20	Nasip		41,6
UKUPNA POVRŠINA PROJEKTOG PODRUČJA			4.567,0

### 3.2. Karakterizacija prostorne varijabilnosti zaslanjenosti tla

Primarno zaslanjivanje posljedica je kapilarnog dizanja visoko mineralizirane podzemne vode što rezultira zaslanjivanjem površinskih slojeva tla ili pojedinih horizonata u profilu tla. Intenzitet ovog problema promjenljiv je u prostoru i vremenu, a svakako najizraženiji u ljetnim mjesecima kada je i intruzija morske vode u donju Neretvu i najveća. Pojava sekundarnog zaslanjivanja poljoprivrednih tala uzrokovana je korištenjem zaslanjenih voda za navodnjavanje poljoprivrednih kultura. Kvaliteta vode za navodnjavanje također ovisi o mjestu zahvata, ali i o sezoni.

Analizom prostorne varijabilnost tumači se tijekom procesa zaslanjivanja, utvrđuju se glavni čimbenici zaslanjenosti i prostorni trendovi, a moguće je i identificiranje visoko ugroženih područja koji zahtijevaju posebne mjere gospodarenja kako bi posljedice štetnog djelovanja povišenih koncentracija soli umanjile.

#### 3.1.1. Horizontalna distribucija zaslanjenosti tla na istraživanom području

U tablici 2 prikazani su osnovni statistički podaci o kemijskom sastavu saturacijskog vodnog ekstrakta tla, a dobiveni na temelju rezultata analiza ukupnog broja uzoraka uzetih iz površinskog sloja tla dubine 0-25 cm.

**Tablica 2.** Osnovni statistički podaci o pH, ukupnom sadržaju soli i koncentracijama iona u saturacijskom vodnom ekstraktu površinskog sloja tla (0-25 cm)

Dubina	pH	EC <sub>e</sub> dS/m	Soli %	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/L	Na <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>
<b>0-25 cm</b>									
Broj uzoraka (n) = 246									
Aritm.sred.	8,0	1,5	0,1	271	43	251	103	456	251
Mediana	8,0	1,0	0,1	208	31	232	13	242	45
Minimum	7,1	0,3	0,0	48	1,9	98	3,2	4,0	10
Maksimum	8,5	10,6	0,7	1337	445	604	2040	2658	6044
Stand.dev	0,28	1,52	0,10	202	49	97	243	512	580

Prosječna vrijednost pH tla za istraživano područje iznosi 8,0 u rasponu od 7,1 do 8,5. Sva su tla istraživanog područja neutralne do srednje alkalne reakcije. Vrijednosti elektrovodljivosti pokazuju značajno prostorno variranje, a prosječna vrijednost iznosi EC<sub>e</sub> = 1,5 dS/m. Čimbenik koji značajno utječe na prostornu raspodjelu i varijabilnosti zaslanjenosti jest pojava većeg broja uzoraka sa značajnijim odstupanjem, a najčešće su

odstupanja u visokim koncentracijama. Tako je najniža vrijednost EC iznosila  $EC = 0,3$  dS/m, a najviša  $EC = 10,6$  dS/m.

Utvrđena je također velika razlika između vrijednosti aritmetičke sredine i medijane za ione dominantne u slanoj vodi, prvenstveno natrij i kloride te magnezij i sulfate. Medijana kao mjerilo centralne tendencije značajno bolje opisuje raspodjelu vrijednosti unutar niza prostornih podataka od aritmetičke sredine. Ukazuje i na izrazito ne-normalnu raspodjelu. U takvim slučajevima deskriptivna statistika dopunjuje se prostornom analizom podataka da bi se identificirala mjesta ekstremnih vrijednosti i mogli tumačiti procesi koji su do njih doveli.

S gledišta štetnog utjecaja važno je razmotriti koncentracije soli u otopini tla. Prosječna koncentracija Cl u otopini tla istraživanog područja iznosi 251 mg/l. Raspon koncentracija je vrlo širok, od najniže 10 mg Cl/l do maksimalno 6044 Cl/l, ali je u 50% ispitanih uzoraka tla koncentracija klorida u saturacijskom vodnom ekstraktu bila niža od 45 mg/l. Tako visoke koncentracije Cl u otopini tla osim toksičnog efekta mogu povećati i/ili smanjiti primanje nekih drugih elemenata u biljku. Naime, poznata je činjenica da biljke izložene visokim koncentracijama klora primaju manje fosfora i kalija, a više kalcija i magnezija, što dovodi do preuranjenog fiziološkog starenja. Nadalje povećane koncentracije klorida u otopini tla znatno utječu na mobilnost nekih metala, prije svega kadmija i cunka, te samim time povećavaju njihovu biopristupačnost i potencijalnu fitoakumulaciju.

Uvažavajući kriterij da se zaslanjenima mogu smatrati tla u kojima je utvrđena elektrolitička provodljivost otopine  $>2$  dS/m, utvrđeno je ovim istraživanjem da je u području Donje Neretve tlo na 24 % lokacija bilo zaslanjeno u površinskom sloju.

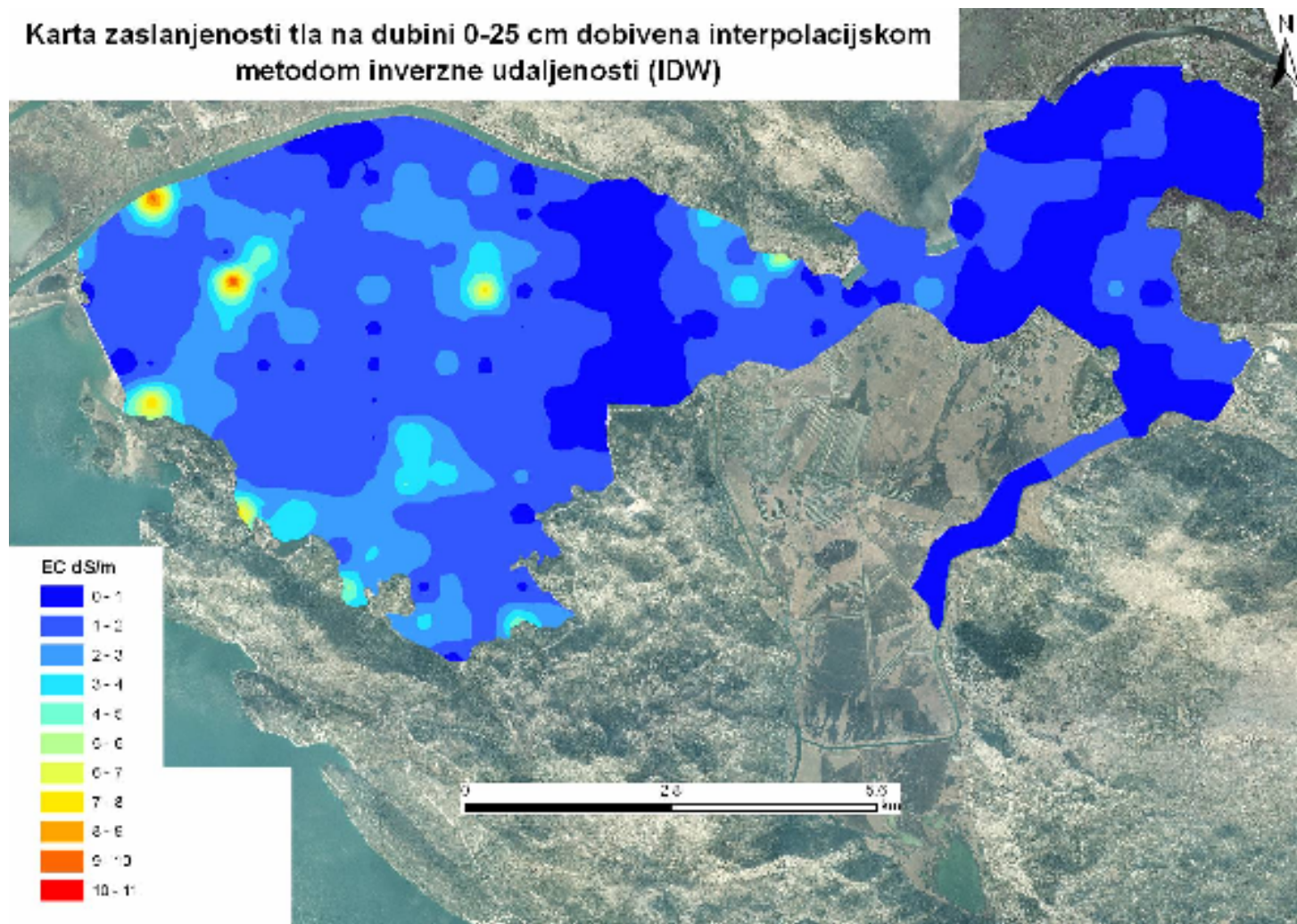
Provedena je i prostorna analiza podataka te su geostatističkim metodama izrađene karte prostorne raspodjele zaslanjenosti tala. Na slici 11 prikazan je intenzitet zaslanjenosti tala u površinskom sloju (0-25 cm) istraživanog područja nakon interpolacije IDW metodom.

Smjer smanjenja ukupnog sadržaja soli u površinskom sloju tla povezan je u najvećoj mjeri s udaljenošću od ušća rijeke Neretve u Jadransko more. Naime, najveći prodor mora u površinske vodotoke je kroz ušće rijeke Neretve. U ljetnim mjesecima klin zaslanjene vode prodire sve do Gabele (25 km od samog Ušća) (Vranješ i sur, 2006). Zatim se iz Neretve kroz ušće Norina zaslanjena voda širi nešto slabije u područje Vid-

Norin. Povećani ukupni sadržaj soli u površinskom sloju tla povezan je, međutim, i sa sekundarnim procesima zaslanjivanja, odnosno primjenom zaslanjene vode za navodnjavanje. Zaslanjenost vode za navodnjavanje značajno ovisi o izvoru zahvata vode. Upravo zato je i utvrđena neravnomjerna pojava povećanog sadržaja soli u tlu na istraživanom području.



Karta zaslanjenosti tla na dubini 0-25 cm dobivena interpolacijskom metodom inverzne udaljenosti (IDW)



Slika 11.

### 3.1.2. Vertikalna distribucija zaslanjenosti tla na istraživanom području

S obzirom da je jedan od glavnih ciljeva ovog Elaborata bio utvrđivanje prostorne varijabilnosti zaslanjenosti tala namijenjenih poljoprivrednoj proizvodnji, istraživana je i vertikalna distribucija zaslanjenosti tla do dubine od 1 m. Koncentracija soli u poljoprivrednim tlima unutar zone razvoja korijenovog sustava značajna je s aspekta postizanja fiziološkog potencijala biljke, a time i zadovoljavajućih prinosa uzgajanih kultura. Na području Donje Neretve zbog prisutnosti plitkih podzemnih voda dubina zakorjenjivanja uglavnom ne prelazi dubinu od 1 m. Kako je već rečeno, u području Donje Neretve uzgaja se većinom povrće koje ima relativno plitku zonu razvoja korijena (do 50 cm), a s druge strane značajan je i uzgoj drvenastih kultura čije se korijenje razvija do dubine veće od 60 cm.

S gledišta zaštite tla i voda od degradacije i onečišćenja nije manje važno niti poznavanje preraspodjele i transporta soli unutar soluma, a naročito u uvjetima navodnjavanja zaslanjenom vodom.

U ovom poglavlju prikazana je distribucija zaslanjenosti tla unutar soluma u slojevima na dubini od 25-50 cm, 50-75 cm i 75-100 cm.

#### 3.1.2.1 Zaslanjenost potpovršinskog sloja tla (25-50 cm)

U tablici 3 prikazani su rezultati kemijskog sastava saturacijskog vodnog ekstrakta tla na dubini 25 do 50 cm. Prosječna vrijednost pH potpovršinskog sloja tla (7,9) i raspon unutar kojeg se kreće (7,2 do 8,4) gotovo je identičan površinskom sloju tla.

**Tablica 3.** Osnovni statistički podaci o pH, ukupnom sadržaju soli i koncentracijama iona u saturacijskom vodnom ekstraktu tla u sloju od 25-50 cm

Dubina	pH	EC <sub>e</sub> dS/m	Soli %	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/L	Na <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>
<b>25-50 cm</b>									
Broj uzoraka (n) = 63									
Aritm.sred.	7,9	1,7	0,1	260	49	223	181	570	371
Mediana	8,0	1,1	0,1	176	29	183	33	222	74
Minimum	7,2	0,2	0,0	35	3,9	79	3,1	3,2	7,3
Maksimum	8,4	12,0	0,8	988	533	744	3136	3123	7534
Stand.dev	0,28	2,1	0,13	224	79	124	497	702	1075



Prosječna vrijednost  $EC_e$  iznosi 1,7 dS/m. Raspon vrijednosti elektrovodljivosti je vrlo širok. Maksimalna vrijednost  $EC_e$  od 12 dS/m izmjerena je na lokaciji uzorkovanja (S-47) smještenoj u neposrednoj blizini ušća Neretve u more. Izmjerena vrijednost elektrovodljivosti u navedenoj lokaciji u površinskom sloju tla je također visoka, i iznosi  $EC_e=10,05$  dS/m. Najniža izmjerena vrijednost elektrovodljivosti saturacijskog vodnog ekstrakta tla na dubini od 25 do 50 cm je 0,2 dS/m.

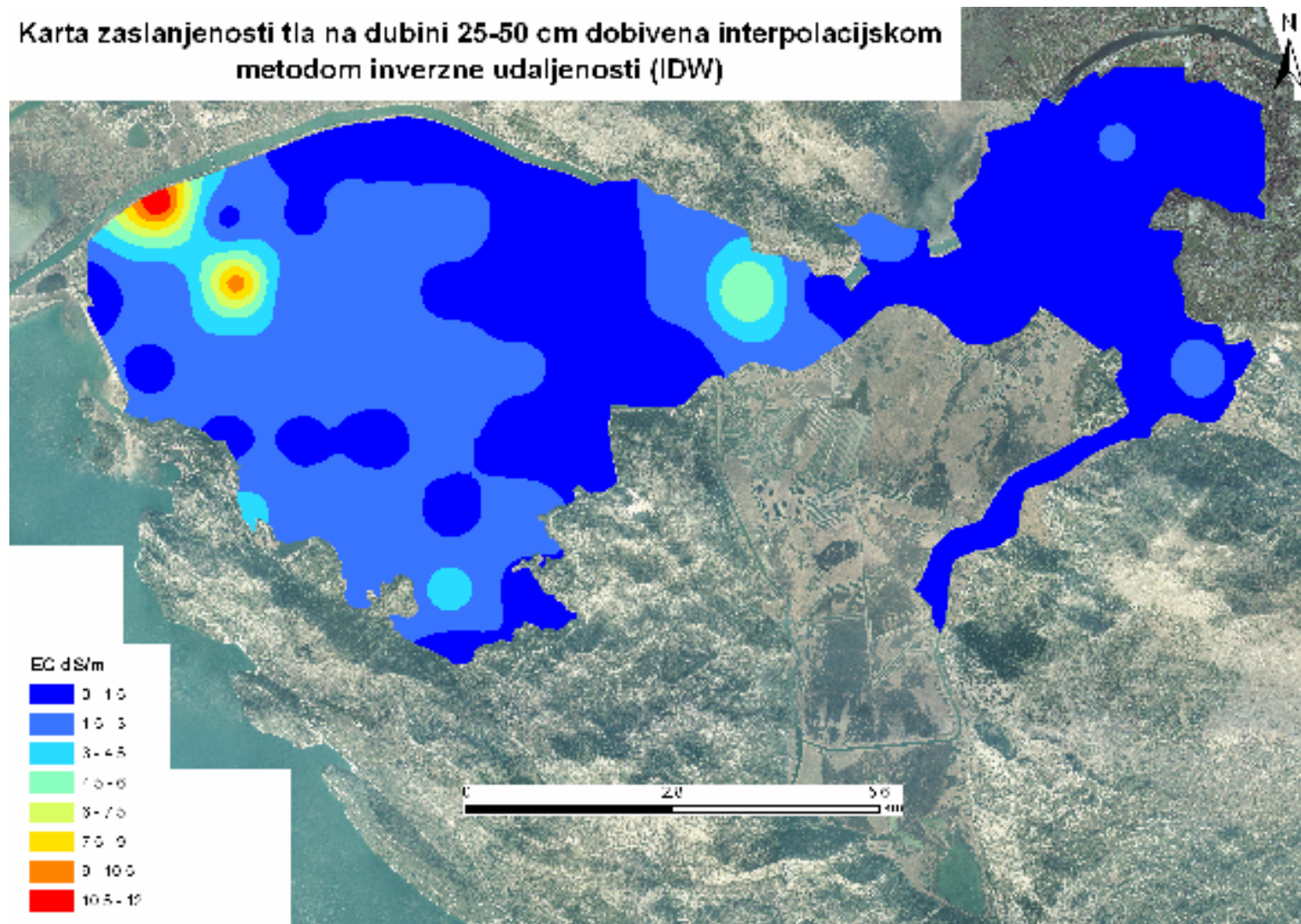
Od kationa je u otopini tla, prema prosječnoj vrijednosti koncentracija, dominantan  $Ca^{2+}$  (260 mg/l). Sljedeći po zastupljenosti je  $Na^+$  (181 mg/l) premda njegova maksimalna koncentracija od 3136 mg/l daleko premašuje maksimalno izmjerenu koncentraciju  $Ca^{2+}$  od 988 mg/l.

Od aniona su prosječno najzastupljeniji sulfati, u rasponu od najmanje 3,2 mg  $SO_4^{2-}$ /l do najviše 3123 mg  $SO_4^{2-}$ /l. Kloridi su također visoko zastupljeni, prosječno 371 mg Cl/l, a izmjerena najviša koncentracija Cl od 7534 mg/l znatno premašuje najveću koncentraciju sulfata.

Prostorna distribucija ukupnog sadržaja soli (izražena kao  $EC_e$  u dS/m) u potpovršinskom sloju tla (25-50 cm) istraživanog područja nakon interpolacije IDW metodom prikazana je na slici 12.

Primjetno blago povećanje ukupnog sadržaja soli, i pojedinačnih iona u podpovršinskom sloju u odnosu na površinski sloj tla posljedica je najvjerojatnije transporta soli iz površinskog sloja tla. Sam intenzitet zaslanjenosti u prostoru vidljivo se mijenja udaljavanjem od ušća rijeke Neretve u more, ali na mjestu sužavanja doline kod Opuzena ponovo dolazi do intenzivnijeg zaslanjivanja. I u podpovršinskom sloju tla je zaslanjenost tla ( $EC_e > 2$  dS/m) utvrđena u 24% ispitanih uzoraka kao i u površinskom.

Karta zaslanjenosti tla na dubini 25-50 cm dobivena interpolacijskom metodom inverzne udaljenosti (IDW)



Slika 12.

### 3.1.2.2 Zaslanjenost tla na dubini 50-75 cm

U tablici 4 prikazani su rezultati ispitivanja saturacijskog vodnog ekstrakta tla iz dubine 50 do 75 cm. Prosječna vrijednost pH iznosi 7,9, a elektrovodljivosti 2,0 dS/m. Međutim, najveća izmjerena vrijednost elektrovodljivosti u saturacijskom vodnom ekstraktu tla iznosi 18 dS/m. Maksimalna vrijednost izmjerena je na istoj lokaciji uzorkovanja (S-47) kao i maksimalna vrijednost  $EC_e$  za dubinu 25-50 cm. Prosječne vrijednosti  $Ca^{2+}$  u saturacijskom ekstraktu nisu se značajnije promijenile u odnosu na sloj tla iz dubine od 25 do 50 cm. Prosječne vrijednosti iona  $Na^+$  u otopini tla u ovoj dubini su znatno veće, ali i najveća izmjerena koncentracija  $Na^+$  od 7870 mg/l je 2,5 puta veća od najveće izmjerene koncentracije na dubini od 25-50 cm. Takav trend prate i koncentracije klorida i sulfata.

**Tablica 4.** Osnovni statistički podaci o pH, ukupnom sadržaju soli i koncentracijama dominantnih iona u saturacijskom vodnom ekstraktu ukupnog broja uzoraka iz sloja tla dubine 50-75 cm

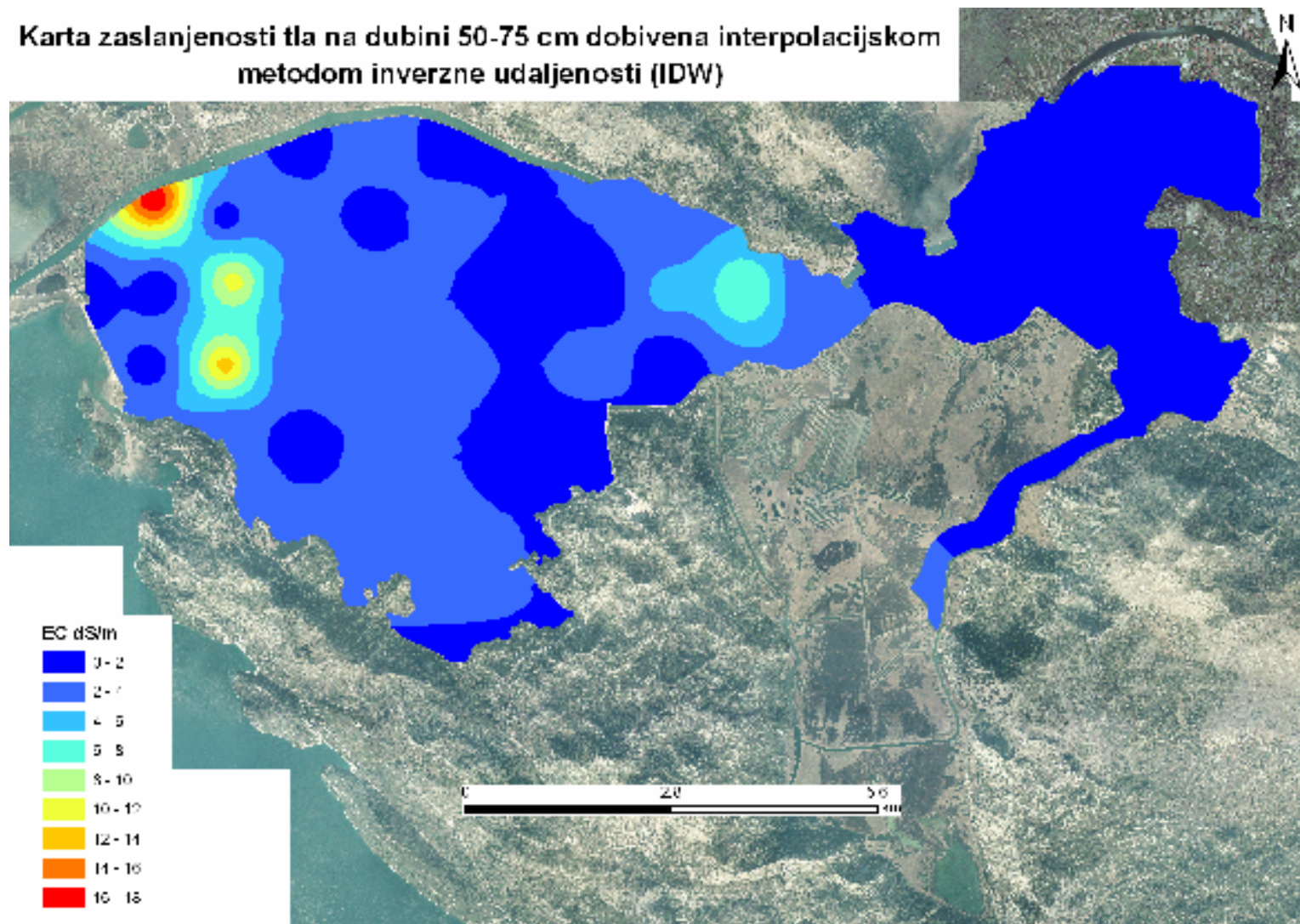
Dubina	pH	$EC_e$ dS/m	Soli %	$Ca^{2+}$	$Mg^{2+}$	$HCO_3^-$	$Na^+$	$SO_4^{2-}$	$Cl^-$
<b>50-75 cm</b>									
Broj uzoraka (n) = 63									
Aritm.sred.	7,9	2,5	0,2	378	74	192	338	943	688
Mediana	7,9	2,0	0,1	285	37	153	76	437	134
Minimum	7,1	0,19	0,01	35	3,9	67	2,9	4,3	5,9
Maksimum	8,5	18	1,2	1828	1264	689	7870	4734	16320
Stand.dev	0,25	3,1	0,20	345	163	117	1048	975	2173

Prostorna distribucija ukupnog sadržaja soli (izražena kao  $EC_e$  u dS/m) u sloju tla na dubini od 50 do 75 cm istraživanog područja nakon interpolacije IDW metodom prikazana je na slici 13.

U dubljim slojevima dolaze do izražaja i procesi primarnog zaslanjivanja tla podzemnim vodama. U sloju tla na dubini od 50 do 75 cm dolazi do akumulacije soli pod utjecajem zaslanjenih podzemnih voda, a to je naročito izraženo u dijelu Donje Neretve koje je najbliže utjecaju mora.

Trend povećanja zaslanjenosti tla s dubinom potvrđuje činjenica da je u sloju tla na dubini 50-75 cm elektrovodljivost saturacijskog vodnog ekstrakta  $>2$  dS/m utvrđena u 46% uzoraka.

Karta zaslanjenosti tla na dubini 50-75 cm dobivena interpolacijskom metodom inverzne udaljenosti (IDW)



Slika 13.



### 3.1.2.3 Zaslanjenost tla na dubini 75-100 cm

U tablici 5 prikazan je ionski sastav saturacijskog vodnog ekstrakta tla iz dubine 75 do 100 cm.

Najviša vrijednost elektrovodljivosti od 60 dS/m izmjerena je u otopini tla na dubini 75 - 100 cm. Na toj dubini su također izmjerene i najviše prosječne koncentracije potencijalno toksičnih iona natrija i klorida. Maksimalne koncentracije natrija od 11,2 g/l, sulfata od 5,2 g/l i klorida od 19,9 g/l na lokaciji S-47 upućuju na akumulaciju vodotopljivih soli kao posljedice izravnog utjecaja zaslanjenih podzemnih voda odnosno prodora mora. Zbog promjene prirodnog režima površinskih i podzemnih voda te njihove interakcije, dolazi do povećanog dotoka zaslanjene vode iz Neretve i dubokih kvartarnih slojeva u mrežu kanala za odvodnju. To znači da se slana voda iz dubine pojačano podiže prema površini terena, a istovremeno drenažni sustav prekida dotok takve vode do površinskog obradivog sloja tla. Međutim, dio soli kapilarnim dizanjem i drugim međumolekularnim silama u glinovitim materijalima dolazi do dubine tla već unutar 1 metra.

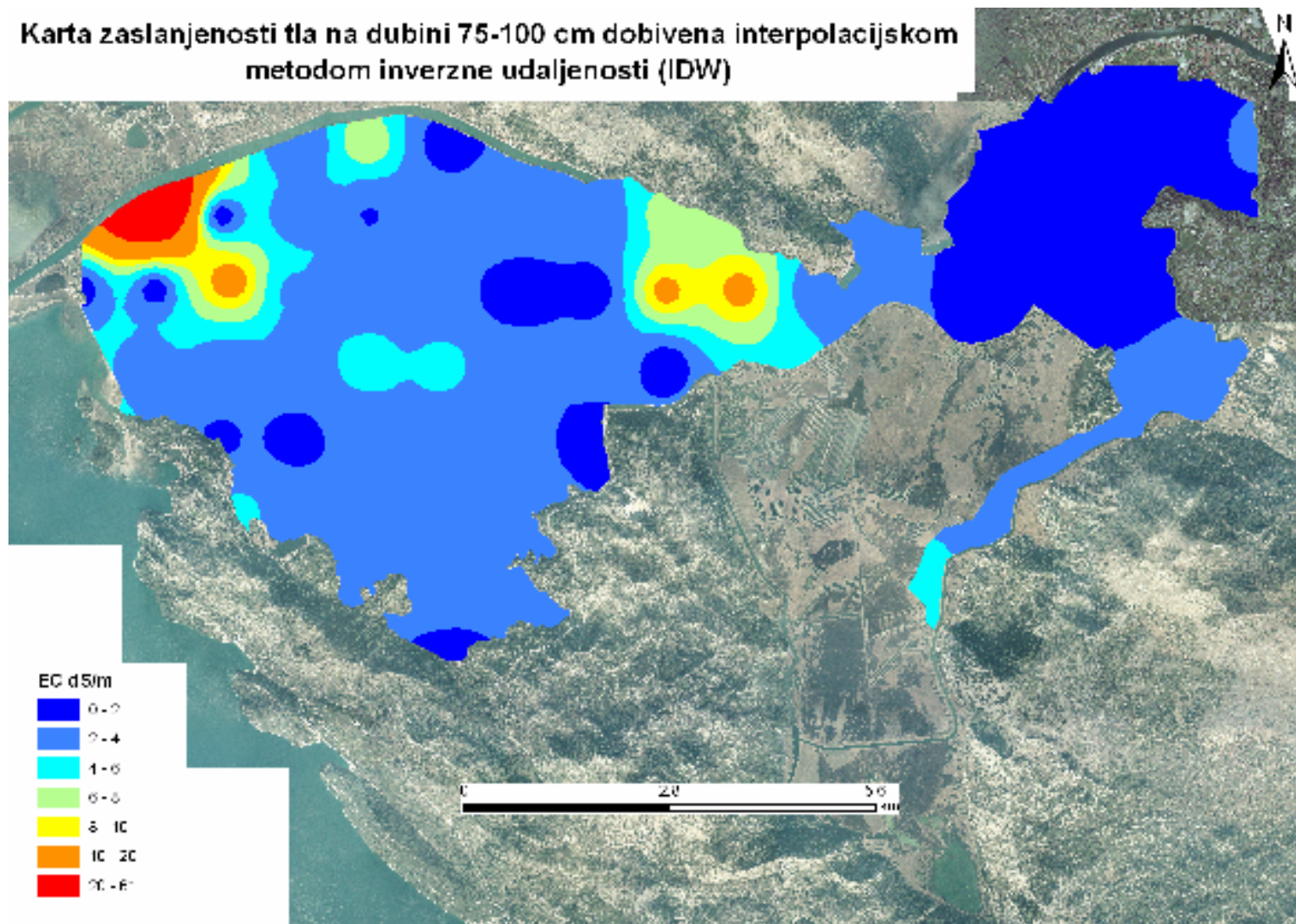
**Tablica 5.** Osnovni statistički podaci o pH, ukupnom sadržaju soli i koncentracijama dominantnih iona u saturacijskom vodnom ekstraktu ukupnog broja uzoraka iz sloja tla dubine 75-100 cm

Dubina	pH	EC <sub>e</sub> dS/m	Soli %	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/L	Na <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>
<b>75-100 cm</b>									
Broj uzoraka (n) = 63									
Aritm.sred.	7,8	3,6	0,2	412	127	183	518	1193	990
Mediana	7,8	2,4	0,2	468	53	159	113	1261	159
Minimum	6,0	0,2	0,0	32	9,7	61	4,4	3,1	5,1
Maksimum	8,4	60,3	3,9	1315	2217	1220	11200	5218	19900
Stand.dev	0,35	7,7	0,49	335	303	149	1508	1136	2777

Prostorna distribucija ukupnog sadržaja soli (izražena kao EC<sub>e</sub> u dS/m) u sloju tla na dubini od 75 do 100 cm istraživano područja nakon interpolacije IDW metodom prikazana je na slici 14.



Karta zaslanjenosti tla na dubini 75-100 cm dobivena interpolacijskom metodom inverzne udaljenosti (IDW)



Slika 14.

Najveći intenzitet zaslanjenosti tla utvrđen je u najdubljem sloju, na dubini od 50 do 75 cm. U čak 59% uzoraka  $EC_e$  u tom sloju iznosio je  $>2$  dS/m. I maksimalne vrijednosti  $EC_e$  povećavale su se s dubinom, tako da je slanost na najvećoj dubini mjerenja iznosila čak 60 dS/m. Usporedbom interpolacijskih karti vidljivo je da se mjesta najviše zaslanjenosti u svim dubinama poklapaju. Najveći intenzitet zaslanjiva je utvrđen u dijelu područja Opuzen-Ušće koji je najbliži moru, a visoka zaslanjenost je i područja Luka koje se trenutno ne koriste za poljoprivredu niti su u sustavu crpljenja.

Već je prethodno navedeno da čitav niz čimbenika utječe na sadržaj soli u tlu i njegovu prostornu raspodjelu. Stupanj akumulacije odnosno ispiranja soli izvan zone rizosfere značajno će biti pod utjecajem fizikalnih i kemijskih svojstava tla. Raspored navodnjavanja i oborina između navodnjavanja također su značajni faktori koji utječu na raspodjelu soli unutar profila.

### 3.1.3. Akumulacija soli u genetskim horizontima pedoloških profila

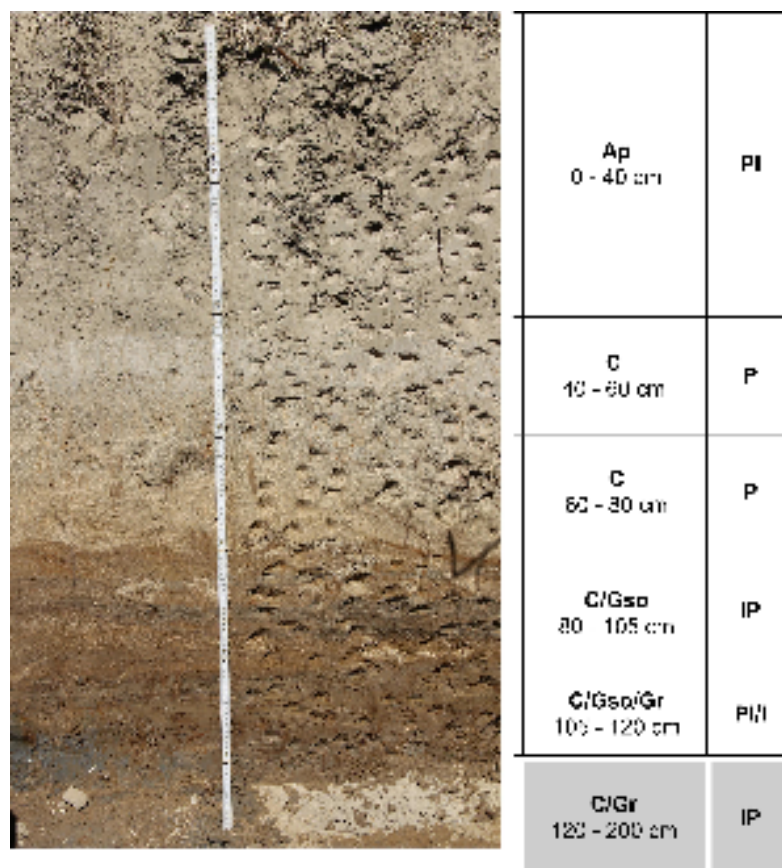
Na istraživanom području otvoreno je i analizirano 7 pedoloških profila u dominantnim pedokartografskim jedinicama. Za potrebe utvrđivanja vertikalne distribucije zaslanjenosti tala na području Donje Neretve korišteni su i rezultati analiza 4 pedološka profila otvorenih u 2009. godini u sklopu projektnog zadatka "Monitoring zaslanjivanja tala i voda u dolini Neretve" (navedeno u Poglavlju: Preliminarni istražni radovi). Od ukupno otvorenih i analiziranih 11 profila na istraživanom području pet profila pripadaju tipu tla humofluvisol, pet močvarno glejnom te jedan aluvijalno livadnom tipu tla (fluvisol).

### 3.1.3.1. Humofluvisol

Profili P- 1 otvoren na lokaciji Galičak (slika 15), P-4 na lokaciji Jasenska (slika 16), P-5 otvoren na lokaciji Bočina (slika 17), P-7 otvoren na lokaciji Vidrice (slika 18) te profil P<sub>M</sub>-2 (slika 19) otvoren na lokaciji Opuzen - Ušće u sklopu projekta „Monitoring zaslanjivanja tala i voda u dolini Neretve“ pripadaju tipu tla humofluvisol. Za humofluvisol je karakteristična građa profila P/A-C-G. Karakterizira ga semiglejni način vlaženja promjenjivom razinom podzemne vode koja se obično ne diže u gornjih 0,75 m od površine. Ta tla su razvijena iz aluvijalnih tala u područjima gdje su izgrađeni sustavi osnovne odvodnje otvorenim kanalima. Poljoprivredno zemljište toga područja u prošlosti je u najvećem dijelu bilo u društvenom vlasništvu PIK-a Neretva, a danas je većim dijelom u koncesiji kojeg obrađuju obiteljska poljoprivredna gospodarstva.

Općenito svi humofluvisoli su karbonatni te stoga više ili manje alkalni, uglavnom dobro humozni, ilovaste teksture, pretežno povoljnih vodozračnih odnosa do dubine podzemne vode, slabo opskrbljeni fosforom, a pretežno umjereno opskrbljeni kalijem. U nastavku je dan prikaz i opis otvorenih reprezentativnih profila tla na području Doline Neretve.

Profil tla otvoren na lokaciji Galičak (slika 15) i označen kao **P-1** pripada tipu tla humofluvisol. Terenskim radovima identificirano je šest horizonata do dubine 200 cm koji se razlikuju po teksturi, kapacitetu zamjene kationa (tablica 7) te karakteru i intenzitetu oglejavanja. Zaslanjenost tla povećava se s dubinom, a intenzitet zaslanjivanja je veći u zoni dizanja podzemne vode. Najviša vrijednost elektrovodljivosti od 3,16 dS/m izmjerena je u profilu P-1 (Galičak) na dubini 120 - 200 cm (tablica 6). Pjeskovita tekstura tla (tablica 7) ne omogućava kapilarno dizanje zaslanjene podzemne vode unutar profila prema površini.



**Slika 15.** Slika i shematski prikaz stratigrafske građe profila **P-1** na lokaciji Galičak

**Tablica 6.** Koncentracije soli u saturacijskom vodnom ekstraktu tla iz genetskih horizonata profila P-1

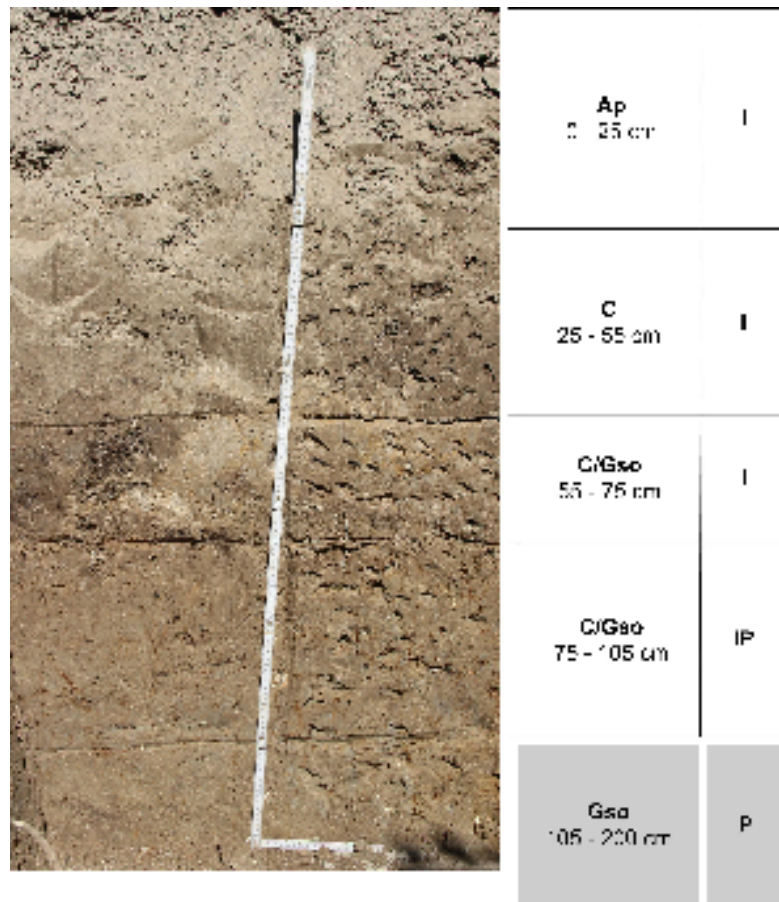
Lokacija	Oznaka profila	Dubina cm	pH	EC dS/m	Soli %	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/L	Na <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>
Galičak	P-1	0-40	8,13	0,56	0,04	122	43	244	6,6	216	8,70
		40-60	8,11	0,39	0,03	77	31	140	15	166	7,91
		60-80	7,81	0,35	0,02	55	14	140	19	144	5,29
		80-105	7,63	0,84	0,05	154	23	122	33	454	4,06
		105-120	7,70	1,24	0,08	257	29	98	52	1224	9,41
		120-200	8,09	3,16	0,20	641	123	153	154	2630	177

**Tablica 7.** Odabrana fizikalna svojstva i kapacitet zamjene kationa po genetskim horizontima profila P-1

Lokacija	Oznaka profila	Dubina cm	Horizont	Mehanički sastav (Ø u mm)					Tekstura	Ca	K	Mg	Na	CEC
				2 - 0,2	0,2 - 0,05	0,05 - 0,02	0,02-0,002	<0,002						
Galičak	P-1	0-40	Ap	20	38	17	17	8	PI	11	0,33	0,77	0,02	11
		40-60	C	49	34	10	6	1	P	7,7	0,18	0,43	0,05	7,1
		60-80	C	48	42	4	4	2	P	6,4	0,10	0,39	0,05	5,4
		80-105	C/Gso	36	47	11	5	1	IP	9,2	0,16	0,59	0,08	7,3
		105-120	C/Gso/Gr	18	26	26	22	8	PI/I	17	0,26	0,79	0,05	13
		120-200	C/Gr	58	24	8	7	3	IP	13	0,24	1,25	0,12	5,0

Lokacija	Oznaka profila	Dubina cm	Porozitet %	Apsolutni kapacitet (vol%)		Specifična gustoća		Vodopropusnost K cm/s	Stabilnost makroagregata
				za vodu	za zrak	volumna	stvarna		
Galičak	P-1	35 - 40	49	40	9	1,38	2,67	6,16x10 <sup>-4</sup>	Potpuno stabilni
			50	42	8	1,35	2,68	1,27x10 <sup>-3</sup>	
		50-55	42	29	13	1,58	2,73	3,51x10 <sup>-4</sup> 1,87x10 <sup>-3</sup>	

Profil tla na lokaciji Jasenska (slika 16), označen kao **P-4**, također pripada tipu tla humofluvisol, a oglejavanje se pojavljuje na dubini 55 cm. U tablicama 8 i 9 prikazana su podaci o osnovnim kemijskim i fizikalnim značajkama tla po dubinama. Tlo je težeg teksturnog sastava, ilovasto do 75 cm dubine, nakon čega slijedi sloj ilovastog pijeska i pijesak. Tlo je jače zaslanjeno u površinskim horizontima što je posljedica ječeg kapilarnog dizanja zaslanjene podzemne vode u ilovastim tlima.



**Slika 16.** Slika i shematski prikaz stratigrafske građe profila **P-4** na lokaciji Jasenska



**Tablica 8.** Koncentracije soli u saturacijskom vodnom ekstraktu tla iz genetskih horizonata profila P-4

Lokacija	Oznaka profila	Dubina cm	pH	EC dS/m	Soli %	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/L	Na <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>
Jasenska	P-4	0-25	8,34	0,90	0,06	176	31	262	4,8	191	13
		25-55	7,96	1,7	0,11	452	53	207	15	1541	46
		55-75	7,89	2,5	0,16	628	72	177	53	1799	116
		75-105	7,74	2,2	0,14	609	54	104	27	1960	64
		105-200	7,81	2,7	0,17	632	54	92	95	2049	229


**Tablica 9.** Odabrana fizikalna svojstva i kapacitet zamjene kationa po genetskim horizontima profila P-4

Lokacija	Oznaka profila	Dubina cm	Horizont	Mehanički sastav (Ø u mm)					Tekstura	Ca	K	Mg	Na	CEC
				2 - 0,2	0,2 -0,05	0,05 -0,02	0,02-0,002	<0,002						
Jasenska	P-4	0-25	Ap	24	26	18	21	11	I	15	0,84	0,94	0,09	14
		25-55	C	23	27	16	22	12	I	18	0,41	1,1	0,08	15
		55-75	C/Gso	22	28	15	21	14	I	22	0,35	1,6	0,20	15
		75-105	C/Gso	40	38	15	6	1	IP	8,6	0,16	0,53	0,08	3,9
		105-200	Gso	66	21	8	5	0	P	17	0,12	0,50	0,17	3,0

Lokacija	Oznaka profila	Dubina cm	Porozitet %	Apsolutni kapacitet (vol%)		Specifična gustoća		Vodopropusnost K	Stabilnost makroagregata
				za vodu	za zrak	volumna	stvarna	cm/s	
Jasenska	P-4	30 - 35	46	37	9	1,62	2,99	1,29x10 <sup>-4</sup>	Potpuno nestabilan
			40	36	4	1,63	2,72	1,22x10 <sup>-5</sup>	

Profil tla označen kao **P-5** otvoren je na lokaciji Bočina (slika 17) pripada također tipu tla humofluvisol. U tablicama 10 i 11 prikazana su podaci o osnovnim kemijskim i fizikalnim značajkama tla po dubinama. Znakovi sekundarnog oglejavanja javljaju se na dubini od 55 cm, ali nema zaslanjivanja unutar profila. Više koncentracije iona magnezija, natrija, sulfata i klorida utvrđene su u najdubljem horizontu na dubini 110-200 cm, ali se tlo ne karakterizira kao zaslanjeno.

	<b>Ap</b> 0 - 25 cm	<b>PrI</b>
	<b>C/Gso</b> 25 - 55 cm	<b>PrI</b>
	<b>C/Gso</b> 55 - 85 cm	<b>PrI</b>
	<b>C/Gso</b> 85 - 110 cm	<b>PrI</b>
	<b>Geo</b> 110 - 200 cm	<b>PrI</b>

**Slika 17.** Slika i shematski prikaz stratigrafske građe profila **P-5** na lokaciji Bočina

**Tablica 10.** Koncentracije soli u saturacijskom vodnom ekstraktu tla iz genetskih horizonata profila P-5

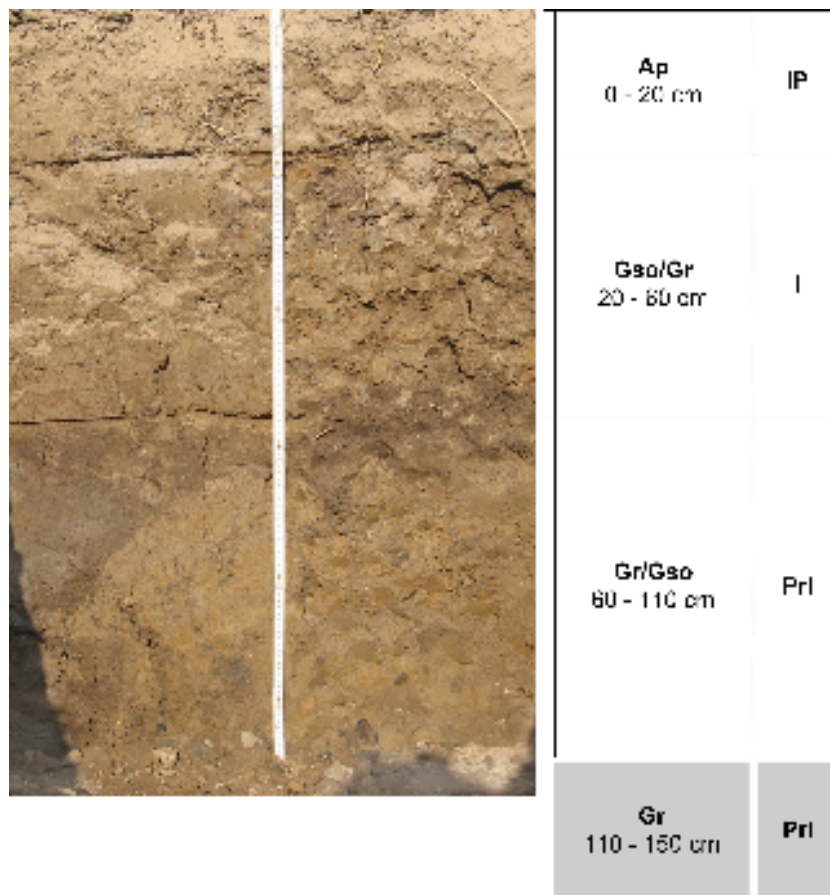
Lokacija	Oznaka profila	Dubina cm	pH	EC dS/m	Soli %	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/L	Na <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>
Bočina	P-5	0-25	8,2	0,45	0,03	112	14	256	3,4	31,38	7,5
		25-55	8,3	0,24	0,02	77	12	189	2,9	15,43	5,4
		55-85	8,3	0,28	0,02	64	35	159	6,1	62,35	14
		85-110	8,3	0,19	0,01	55	9,7	153	6,1	25,88	7,6
		110-200	8,1	0,35	0,02	64	19	140	8,4	135,76	17

**Tablica 11.** Odabrana fizikalna svojstva i kapacitet zamjene kationa po genetskim horizontima profila P-5

Lokacija	Oznaka profila	Dubina cm	Horizont	Mehanički sastav (Ø u mm)					Tekstura	Ca	K	Mg	Na	CEC
				2 - 0,2	0,2 -0,05	0,05 -0,02	0,02-0,002	<0,002						
Bočina	P-5	0-25	Ap	2	9	35	43	11	PrI	14	0,76	1,2	0,04	15
		25-55	C/Gso	2	15	26	46	11	PrI	14	0,45	1,0	0,04	12
		55-85	C/Gso	3	7	26	49	15	PrI	19	0,21	1,4	0,08	15
		85-110	C/Gso	2	7	25	50	16	PrI	22	0,16	1,6	0,08	17
		110-200	Gso	3	11	28	43	15	PrI	24	0,19	1,9	0,19	17

Lokacija	Oznaka profila	Dubina cm	Porozitet %	Apsolutni kapacitet (vol%)		Specifična gustoća		Vodopropusnost K	Stabilnost makroagregata
				za vodu	za zrak	volumna	stvarna	cm/s	
Bočina	P-5	20 - 25	56	44	12	1,21	2,75	1,96x10 <sup>-4</sup>	dosta stabilan
			56	43	13	1,17	2,69	2,08x10 <sup>-4</sup>	
		35 - 40	47	43	4	1,44	2,71	1,29x10 <sup>-4</sup>	
			50	43	7	1,35	2,70	4,16x10 <sup>-4</sup>	

Na slici 18 prikazan je stratigrafska građa s teksturnim oznakama profila P-7 koji je otvoren na malioracijskom području Vidrice. U tablicama 12 i 13 prikazana su podaci o osnovnim kemijskim i fizikalnim značajkama tla po dubinama. Tlo je blago alkalne reakcije, po cijeloj dubini profila slabo zaslanjeno. Najveća vrijednost  $EC_e$  od 2,4 dS/m zabilježena je na dubini od 60 do 110 cm. Dominantni kation u otopini tla je Ca, od aniona je  $SO_4^{2-}$ . Najveća akumulacija navedenih iona se poklapa pod ubini s najvećom određenom vrijednošću  $EC_e$ .



**Slika 18.** Slika i shematski prikaz stratigrafske građe profila **P-7** na lokaciji Vidrice

**Tablica 12.** Koncentracije soli u saturacijskom vodnom ekstraktu tla iz genetskih horizonata profila P-7

Lokacija	Oznaka profila	Dubina cm	pH	EC dS/m	Soli %	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Na <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>
								mg/L			
Vidrice	P-7	0-20	8,2	1,1	0,07	250	23	183	7	444	17
		20-60	8,0	1,6	0,10	343	45	140	58	854	80
		60-110	8,0	2,4	0,15	657	128	207	14	1705	16
		110-150	8,2	1,3	0,09	109	25	207	159	320	261

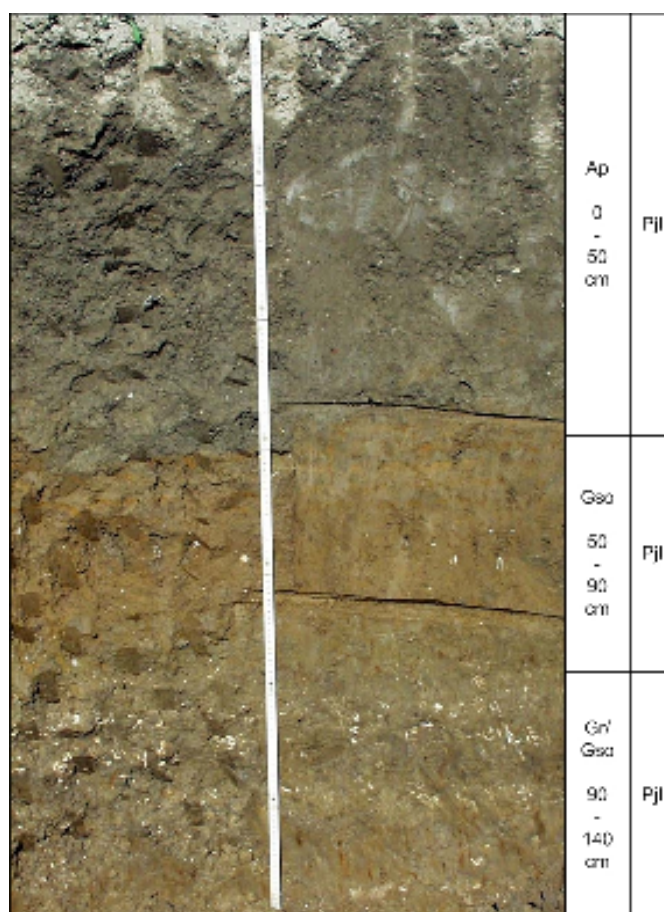
**Tablica 13.** Odabrana fizikalna svojstva i kapacitet zamjene kationa po genetskim horizontima profila P-7

Lokacija	Oznaka profila	Dubina cm	Mehanički sastav (Ø u mm)					Tekstura	Ca	K	Mg	Na	CEC
			2 - 0,2	0,2 -0,05	0,05 -0,02	0,02-0,002	<0,002						
Vidrice	P-7	0-20	54	22	10	11	3	IP	7,3	0,31	0,52	0,03	5,0
		20-60	16	15	36	21	12	I	14	0,38	1,9	0,08	9,5
		60-110	9	16	26	34	15	PrI	15	0,41	2,0	0,23	15
		110-150	3	6	23	43	25	PrI	12	0,59	4,7	1,0	15

Lokacija	Oznaka profila	Dubina cm	Porozitet %	Apsolutni kapacitet (vol%)		Specifična gustoća		Vodopropusnost K	Stabilnost makroagregata
				za vodu	za zrak	volumna	stvarna	cm/s	
Vidrice	P-7	30 - 35	49	48	1	1,39	2,73	1,34x10 <sup>-3</sup>	potpuno nestabilan
			49	48	1	1,39	2,72	1,27x10 <sup>-3</sup>	
		50 - 55	49	42	7	1,37	2,67	6,12x10 <sup>-6</sup>	
		oštećen	60	40	20	1,07	2,73	1,40x10 <sup>-3</sup>	

Na slici 19 prikazan je stratigrafska građa s teksturnim oznakama profila P-2<sub>M</sub> koji je otvoren na području Opuzen-Ušće. U tablic 14 prikazani su podaci o osnovnim kemijskim i fizikalnim značajkama tla po dubinama. U genetskim horizontima profila dominiraju teksturno lakše frakcije pijeska i praha. pH saturacijskog vodnog ekstrakta tla duž profila je u rasponu između 7,28-7,67. Koncentracija vodotopivih soli se značajnije povećava s dubinom profila te se prema FAO klasifikaciji horizonti tla na dubini većoj od 40 cm mogu kategorizirati kao umjereno zaslanjeni s obzirom da im je EC >2dS/m. Izrazito je povećanje koncentracije sulfata od 231 mg<sup>l</sup> u površinskom sloju do 1586 mg<sup>l</sup> na najvećoj dubini profila. Također je vidljivo i povećanje koncentracije Mg po dubinama.



**Slika 19.** Slika i shematski prikaz stratigrafske građe profila P<sub>M</sub>-2 na lokaciji Opuzen - Ušće



**Tablica 14.** Kemijske i fizikalne karakteristike profila P<sub>M</sub>-2

Dubina cm	pH	E.C.	sol	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	P
		dSm <sup>-1</sup>	%										
0 - 40	7,67	0,61	0,04	0,00	2,53	20,0	1,70	151	7,78	226	231	12,1	0,22
40 - 90	7,29	2,23	0,14	0,00	2,36	15,3	4,20	603	23,3	195	1770	9,2	0,30
90 - 140	7,28	2,21	0,14	1,23	3,36	14,0	2,90	609	21,4	153	1586	14,9	0,34

Dubina cm	Mehanički sastav tla u mm					Stabilnost
	2 - 0,2	0,2 - 0,05	0,05 - 0,02	0,02 - 0,002	<0,002	makroagregata
0 - 40	3	13	28	39	17	Potpuno nestabilni
40 - 90	4	15	32	34	15	
90 - 140	27	46	14	11	2	

Dubina cm	Volumen pora %	Apsolutni kapacitet vol%		Specifična težina g cm <sup>-3</sup>		Vodopropusnost cm sek <sup>-1</sup>
		voda	zrak	volumna	stvarna	
10 - 15	44	40	4	1,52	2,73	1,22 x 10 <sup>-5</sup>
	44	40	4	1,52	2,74	1,22 x 10 <sup>-5</sup>
40 - 45	45	41	4	1,49	2,72	1,22 x 10 <sup>-5</sup>
	49	42	7	1,38	2,72	6,12 x 10 <sup>-5</sup>

### 3.1.3.2. Močvarno glejna tla

Profili P- 2 otvoren na lokaciji Komin (slika 20), P-3 otvoren na lokaciji Vlaka (slika 21), P-6 otvoren na lokaciji Prlaka (slika 22) te 2 pedološka profila otvorena u travnju 2009. godine u sklopu projekta „Monitoring zaslanjivanja tala i voda u dolini Neretve“ P<sub>M</sub>-1 na lokaciji Luke (slika 23) i P<sub>M</sub>-3 na lokaciji Vidrice (slika 24) pripadaju močvarno glejnom tipu tla. Močvarno glejno tlo (euglej) karakterizirano je prekomjernim vlaženjem unutar 1 m dubine tla prvenstveno podzemnim te mjestimično i povremenim stagnirajućim površinskim vodama.

Građa profila je pretežno P ili A-Gso-Gr. Karakterizira ga pretežno hipoglejni način vlaženja kolebajućom podzemnom vodom, koja se na najnižim dijelovima projektnog područja javlja i do same površine terena. Na području istraživanja ova tla se dakle dominantno javljaju na najnižim dijelovima terena na prostoru izgrađenih hidromelioracijskih sustava osnovne odvodnje otvorenim kanalima te na cijelom projektnom području lokacije Koševo-Vrbovci. I tla na lokaciji Koševo-Vrbovci hidromeliorirana su otvorenim kanalskom mrežom, ali manjeg intenziteta u odnosu na hidromeliorirana tla kanalima u zapadnom dijelu projektnog područja koji se nalazi na zapadu. Danas su to većinom antropogenizirana djelomično hidromeliorirana tla. Poljoprivredno zemljište na tom području bilo je također do nedavno dominantno u društvenom vlasništvu, odnosno u vlasništvu poljoprivrednih tvrtki, a danas je većim dijelom u koncesiji - zakupu.

Vrlo plitko glejne jedinice močvarno glejnog tla karakterizira dominantno prisustvo podzemne vode unutar 0,0 do 0,5 m dubine tla, a plitko glejne jedinice dominantno prisustvo podzemne vode unutar 0,5 do 1,0 m dubine tla. Kod tih jedinica moguća je povremeno pojava podzemne vode i unutar 0,0-0,50 m dubine tla, ali je ta pojava najčešće kraćeg trajanja.

Općenito, sva močvarno glejna tla su karbonatna te stoga više ili manje alkalne reakcije, uglavnom dobro humozna kod mineralnih varijeteta, a jako humozna kod humoznih varijeteta, pretežno glinasto ilovaste teksture, uglavnom nepovoljnih vodozračnih odnosa (naročito za tla glinaste teksture i vrlo plitko glejnog načina vlaženja), fosforom su slabo opskrbljena, a kalijem umjereno.

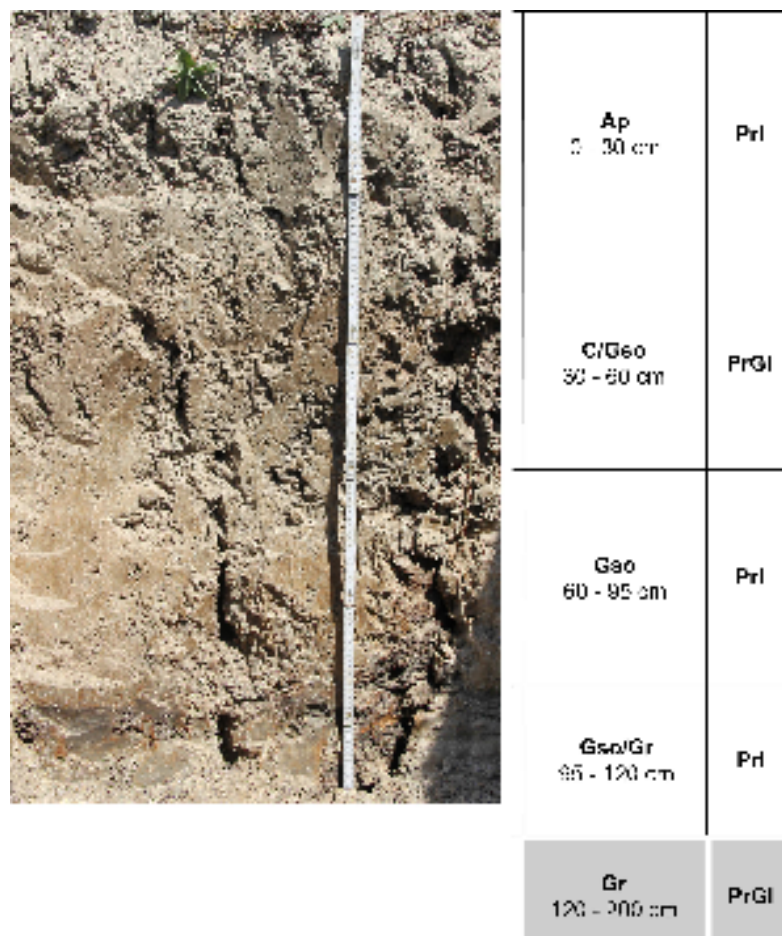
U tablicama 15 do 22 prikazana su odabrana fizikalna, kemijska i mehanička svojstva za navedene profile tla.

U svim površinskim horizontima otvorenih profila izmjerena vrijednost elektrovodljivosti saturacijskog vodnog ekstrakta tla ( $EC_e$ ) bila je manja od 1 dS/m osim u profilu P<sub>M</sub>-5 koji je otvoren na lokaciji Vidrice. U profilima močvarno glejnog tipa tla najviša vrijednost  $EC_e$  od 13 dS/m izmjerena je u profilu P-3 u otopini tla na dubini 97 - 200 cm. Za razliku od profila tla koji pripadaju humofluvisolima u otvorenim profilima tla močvarno glejnog tipa vidljiv je izrazit porast zaslanjenost otopine tla s dubinom. Tako je u profilu P-3 elektrovodljivost saturacijskog ekstrakta tla 3,7 puta veća u dubljim horizontima u odnosu na površinski. Za ove profile je karakteristično da je već unutar dubine od 1 m vrijednost  $EC_e$  veća od 3 dS/m. Porast  $EC_e$  prati i porast koncentracije  $Cl^-$ ,  $SO_4^{2-}$  i  $Na^+$ .

Močvarno glejna tla formirala su se na nižim kotama terena te je povećana akumulacija soli u horizontima u odnosu na humofluviolna tla. Kako je već prethodno navedeno za močvarno glejna tla također je karakteristična pojava podzemne vode i na dubini manjoj od 1 m. Uslijed veće ili manje zaslanjenosti podzemnih voda područja Donje Neretve dolazi do znatne akumulacije vodotopivih soli u dubljim slojevima tla.

U nastavku je dan prikaz i opis otvorenih reprezentativnih profila tipa močvarno glejnih tala na području Doline Neretve.

Profil P-2 otvoren je na lokaciji Komin (slika 20). Lokacija profila je smještena na približno 300 m udaljenosti od rijeke Neretve. U vrijeme otvaranja profila tlo nije bilo pod kulturom (livada). Površine u neposrednoj blizini koriste se za uzgoj mandarina. Tip tla je močvarno glejno čiji su podaci o osnovnim kemijskim i fizikalnim značajkama tla po dubinama prikazani su tablicama 15 i 16. Tlo je alkalno, slabo zaslanjeno u površinskim horizontima tla s izrazitim povćanjem zaslanjenosti na dubini > 95 cm. U otopini tla značajno se s dubinom povećava koncentracija  $Mg^{2+}$ ,  $Na^+$ ,  $SO_4^{2-}$  i  $Cl^-$ .



**Slika 20.** Slika i shematski prikaz stratigrafske građe profila **P-2** na lokaciji Komin

**Tablica 15.** Koncentracije soli u saturacijskom vodnom ekstraktu tla iz genetskih horizonata profila P-2

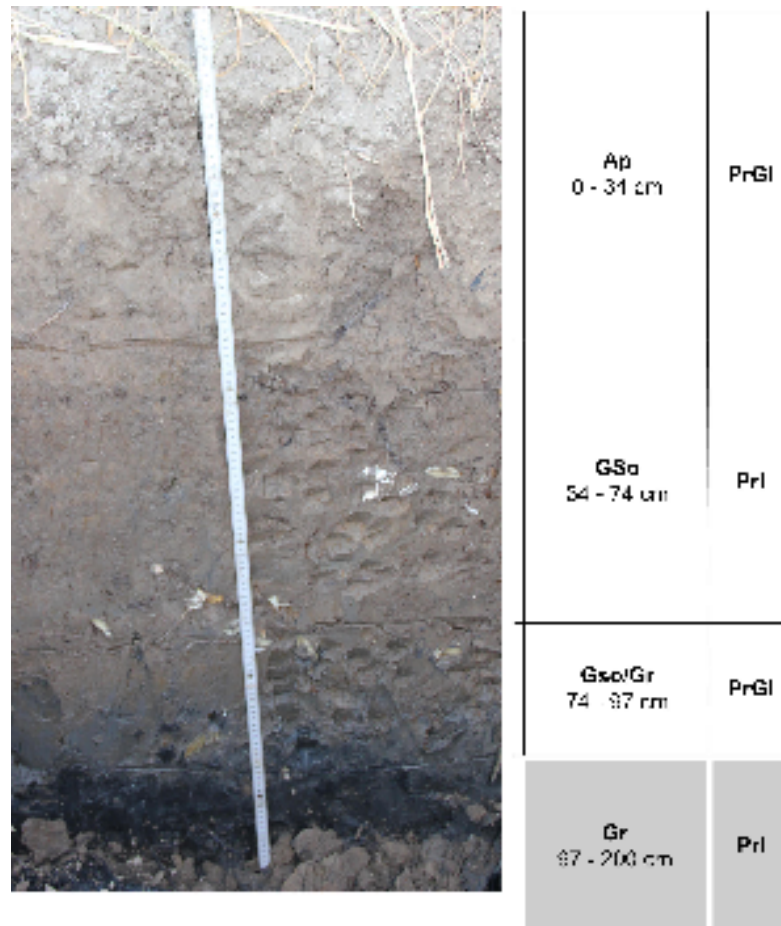
Lokacija	Oznaka profila	Dubina cm	pH	EC dS/m	Soli %	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/L	Na <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>
Komin	P-2	0-30	8,27	0,73	0,05	154	33	262	6,00	327	15
		30-60	8,29	0,47	0,03	103	25	207	13	185	3,63
		60-95	7,89	0,73	0,05	128	25	195	34	311	60
		95-120	7,79	4,6	0,29	661	136	134	404	1705	836
		120-200	7,93	11	0,72	657	476	171	1880	3989	3180

**Tablica 16.** Odabrana fizikalna svojstva i kapacitet zamjene kationa po genetskim horizontima profila tla profila P-2

Lokacija	Oznaka profila	Dubina cm	Horizont	Mehanički sastav (Ø u mm)					Tekstura	Ca	K	Mg	Na	CEC
				2 - 0,2	0,2 - 0,05	0,05 - 0,02	0,02 - 0,002	<0,002						
Komin	P-2	0-30	Ap	3	6	14	52	25	PrI	23	0,97	2,2	0,03	22
		30-60	C/Gso	1	4	9	54	32	PrGI	27	0,51	3,0	0,02	26
		60-95	Gso	3	9	19	50	19	PrI	20	0,43	2,8	0,08	18
		95-120	Gso/Gr	4	7	18	49	22	PrI	24	0,48	4,3	0,90	20
		120-200	Gr	3	11	2	52	32	PrGI	12	1,10	8,3	4,48	16

Lokacija	Oznaka profila	Dubina cm	Porozitet %	Apsolutni kapacitet (vol%)		Specifična gustoća		Vodopropusnost K	Stabilnost makroagregata
				za vodu	za zrak	volumna	stvarna	cm/s	
Komin	P-2	25 - 30	55	45	10	1,23	2,71	rupa	malo stabilan
			53	46	7	1,26	2,68	6,12x10 <sup>-6</sup>	

Profil P-3 (slika 21) otvoren je na privatnoj oranici smještenoj između dva kanala na lokaciji Vlaka. Podaci o osnovnim kemijskim i fizikalnim značajkama tla prikazani su u tablicama 17 i 18. Tip tla je močvarno glejno, alkalno, u površinskim horizontima nezaslanjeno s izrazitim porastom  $EC_e$  u dubini  $> 74$  cm.



**Slika 21.** Slika i shematski prikaz stratigrafske građe profila **P-3** na lokaciji Vlaka



**Tablica 17.** Koncentracije soli u saturacijskom vodnom ekstraktu tla iz genetskih horizonata profila P-3

Lokacija	Oznaka profila	Dubina cm	pH	EC dS/m	Soli %	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/L	Na <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>
Vlaka	<b>P-3</b>	0-34	8,51	0,51	0,03	131	29	348	7,5	137	7,8
		34-74	7,85	0,78	0,05	103	39	329	39	255	72
		74-97	7,65	6,4	0,41	513	173	134	810	3177	1508
		97-200	8,37	13	0,81	754	432	183	2525	5019	4094

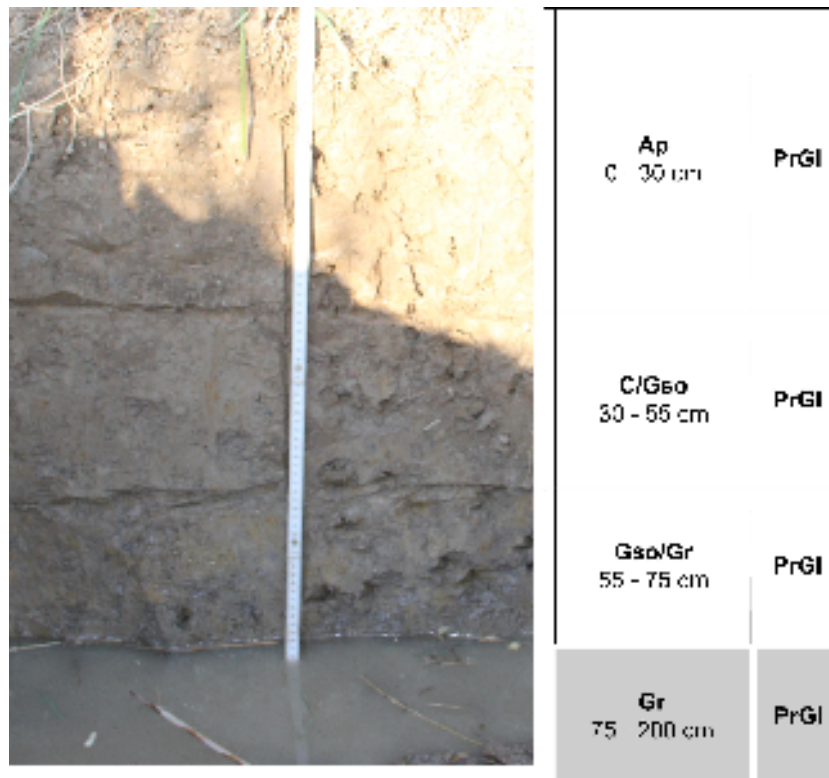
**Tablica 18.** Odabrana fizikalna svojstva i kapacitet zamjene kationa po genetskim horizontima profila P-3

Lokacija	Oznaka profila	Dubina cm	Horizont	Mehanički sastav (Ø u mm)					Tekstura	Ca	K	Mg	Na	CEC
				2 - 0,2	0,2 - 0,05	0,05 - 0,02	0,02 - 0,002	<0,002						
Vlaka	<b>P-3</b>	0-34	Ap	1	4	17	49	29	PrGI	25	0,94	3,0	0,05	22
		34-74	Gso	1	2	15	52	30	PrI	25	0,61	4,9	0,21	25
		74-97	Gso/Gr	1	1	10	52	36	PrGI	21	0,97	6,7	0,90	24
		97-200	Gr	1	3	19	53	24	PrI	17	1,18	8,3	4,48	19

Lokacija	Oznaka profila	Dubina cm	Porozitet %	Apsolutni kapacitet (vol%)		Specifična gustoća		Vodopropusnost K	Stabilnost makroagregata
				za vodu	za zrak	volumna	stvarna	cm/s	
Vlaka	<b>P-3</b>	25 - 30	62	50	12	1,00	2,64	rupa	Potpuno stabilni
			58	53	5	1,11	2,62	rupa	

Profil P-6 (slika 22) otvoren je na zapuštenoj oranici na lokaciji Prlaka. Parcela je smještena između dva kanala. Podaci o osnovnim kemijskim i fizikalnim značajkama tla prikazani su u tablicama 19 i 20. Tip tla je močvarno glejno; podzemna voda unutar profila javlja se već na 70 cm. Tlo je alkalno, tek u najdubljem horizontu zaslanjeno ( $EC_e = 3,1 \text{ dS/m}$ ) uz dominantnu koncentraciju sulfatnih iona.



**Slika 22.** Slika i shematski prikaz stratigrafske građe profila **P-6** na lokaciji Prlaka

**Tablica 19.** Koncentracije soli u saturacijskom vodnom ekstraktu tla iz genetskih horizonata profila P-6

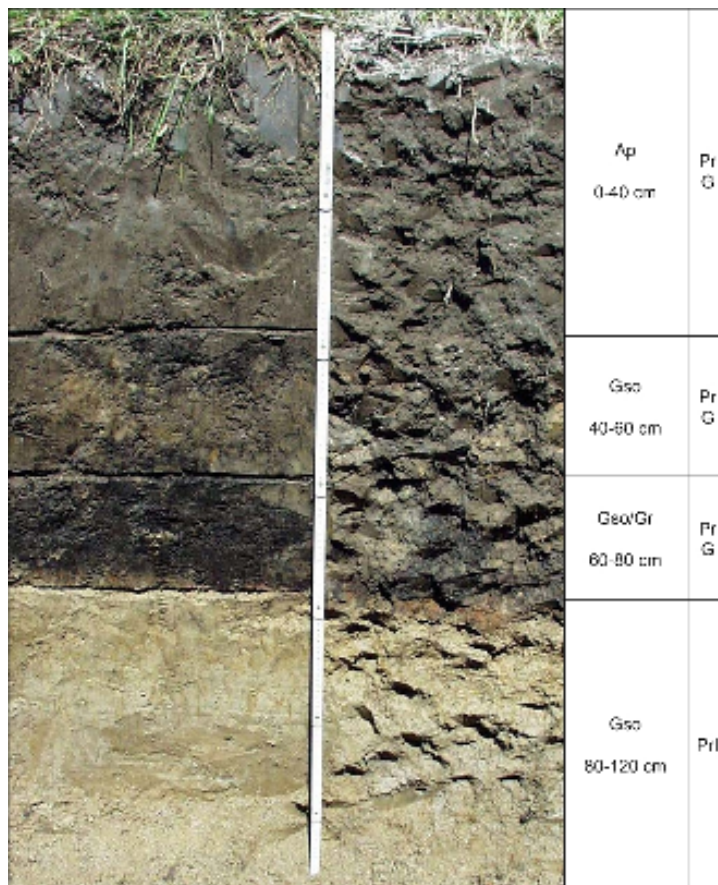
Lokacija	Oznaka profila	Dubina cm	pH	EC dS/m	Soli %	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/L	Na <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>
Prlaka	P-6	0-30	8,3	0,84	0,05	157	5,8	250	38	23	169
		30-55	8,2	1,10	0,07	74	29	268	142	154	255
		55-75	8,1	1,02	0,07	67	19	201	140	164	229
		75-200	8,3	3,1	0,20	285	136	238	348	1915	288

**Tablica 20.** Odabrana fizikalna svojstva i kapacitet zamjene kationa po genetskim horizontima profila P-6

Lokacija	Oznaka profila	Dubina cm	Horizont	Mehanički sastav (Ø u mm)					Tekstura	Ca	K	Mg	Na	CEC
				2 - 0,2	0,2 - 0,05	0,05 - 0,02	0,02 - 0,002	<0,002						
Prlaka	P-6	0-30	Ap	1	4	24	40	31	PrGI	25	0,46	2,2	0,37	23
		30-55	C/Gso	2	3	12	52	31	PrGI	20	0,27	4,2	0,91	21
		55-75	Gso/Gr	1	4	15	49	31	PrGI	20	0,21	3,7	0,87	17
		75-200	Gr	1	2	10	55	32	PrGI	18	0,25	3,7	1,0	19

Lokacija	Oznaka profila	Dubina cm	Porozitet %	Apsolutni kapacitet (vol%)		Specifična gustoća		Vodopropusnost K	Stabilnost makroagregata
				za vodu	za zrak	volumna	stvarna	cm/s	
Prlaka	P-6	20 - 25	57	45	12	1,16	2,67	rupa	Potpuno stabilan
			57	44	13	1,16	2,72	2,46x10 <sup>-3</sup>	

Profil P<sub>M</sub>-1 (slika 23) otvoren je na lokaciji Luke u sklopu projekta Monitoring zaslanjivanja tla i voda u Dolini Neretve. Podaci o osnovnim kemijskim i fizikalnim značajkama tla prikazani su u tablici 21. Do dubine 80 cm tlo je teškog teksturnog sastava, što je naročito izraženo na dubini 60-90 cm. pH saturacijskog ekstrakta tla je od 7,50-7,78. Po dubini profila tlo je slabo alkalno i slabo zaslanjeno.



**Slika 23.** Slika i shematski prikaz građe profila P<sub>M</sub>-1 na lokaciji Luke

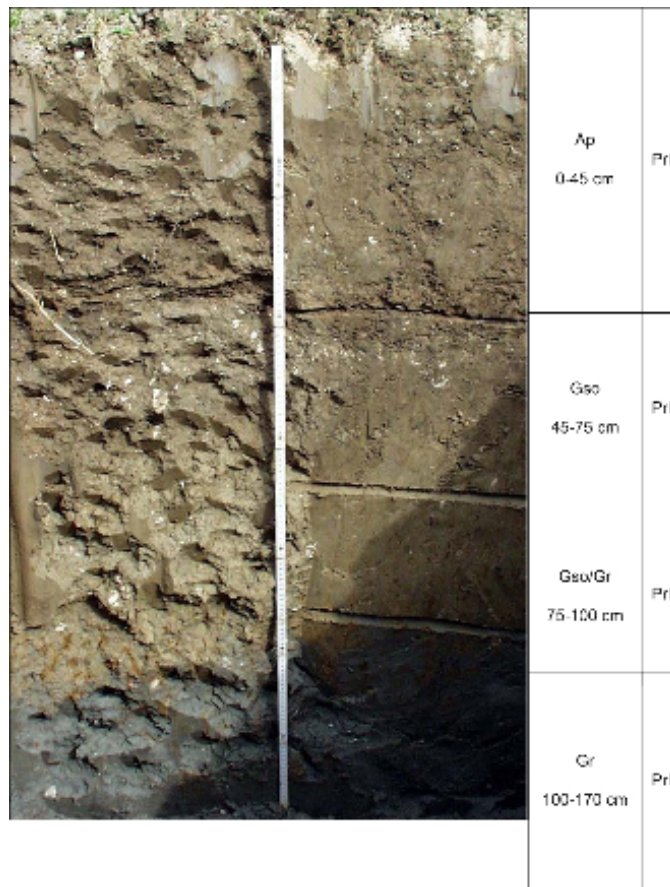
**Tablica 21.** Kemijske karakteristike saturacijskog ekstrakta, mahanički sastav i fizikalne značajke genetskih horizonata P<sub>M</sub>-1

Lokacija	Dubina cm	pH	E.C.	sol	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	P
			dSm <sup>-1</sup>	%										
Luke	0 - 40	7,50	0,766	0,049	0,53	1,97	14,40	72,60	118,64	33,05	451,40	231,20	23,04	1,24
	40 - 60	7,66	0,730	0,046	0,21	2,45	9,90	63,30	118,64	17,50	451,40	238,20	21,27	0,74
	60 - 80	7,78	0,900	0,058	0,47	4,36	10,80	66,50	157,11	15,55	506,30	283,00	30,13	0,56
	80 - 120	7,71	0,698	0,045	0,31	2,39	6,50	80,40	99,34	5,83	237,90	283,40	35,45	0,24

Dubina cm	Mehanički sastav tla u mm					Stabilnost makroagregata
	2 - 0,2	0,2 - 0,05	0,05 - 0,02	0,02 - 0,002	<0,002	
0 - 40	2	10	15	40	33	Potpuno nestabilni
40 - 60	2	8	5	47	38	
60 - 80	1	2	9	38	50	
80 - 120	3	40	30	20	7	

Dubina cm	Volumen pora %	Apsolutni kapacitet vol%		Specifična težina g cm <sup>-3</sup>		Vodopropusnost cm sek <sup>-1</sup>
		voda	zrak	volumna	stvarna	
5 - 10	47	46	1	1,37	2,59	1,22x10 <sup>-4</sup>
	49	47	2	1,33	2,63	
40 - 45	59	51	8	1,03	2,54	5,71x10 <sup>-5</sup>
	56	51	5	1,16	2,62	

Profil P<sub>M</sub>-3 (slika 24) otvoren je na lokaciji Vidrice u sklopu projekta Monitoring zaslanjivanja tla i voda u Dolini Neretve. Podaci o osnovnim kemijskim i fizikalnim značajkama tla prikazani su u tablici 22. U svim horizontima profila prevladavaju teksturno lakše frakcije praha i pijeska. Elektrovodljivost po dubini profila se povećava od 2,39 dS/m u površinskom horizontu do 4,43 dS/m u najdubljem glejnom horizontu (Gr). Uočljiv je i trend povećanja koncentracije iona koji najviše pridonose povećanju elektrovodljivosti otopine u zaslanjenim uvjetima-natrija, klor i sulfatnih iona.



**Slika 24.** Stratigrafska građa profila P<sub>M</sub>-3 na lokaciji Vidrice



**Tablica 22.** Kemijske karakteristike saturacijskog ekstrakta, mahanički sastav i fizikalne značajke genetskih horizonata P<sub>M</sub>-3

Lokacija	Dubina cm	pH	E.C.	sol	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	P
			dSm <sup>-1</sup>	%	mgL <sup>-1</sup>									
Vidrice	0 - 45	7,41	2,39	0,15	0,09	3,69	27,6	19,4	618,83	48,6	220	1704	29,8	0,28
	45 - 75	7,36	2,73	0,17	1,35	3,67	27,9	82,0	570,74	83,6	323	1494	35,5	0,24
	75 - 100	7,27	3,44	0,22	10,7	2,73	77,0	204	564,33	119	189	2378	135	0,06
	100 - 140	7,44	4,43	0,28	0,00	3,28	142	280	561,12	218	232	2584	152	0,26

Dubina cm	Mehanički sastav tla u mm					Stabilnost makro agreg.
	2 - 0,2	0,2 - 0,05	0,05 - 0,02	0,02 - 0,002	<0,002	
0 - 45	3	16	23	43	15	Potpuno nestabilni
45 - 75	5	27	34	25	9	
75 - 100	5	34	27	24	10	
100 - 140	2	46	29	17	6	

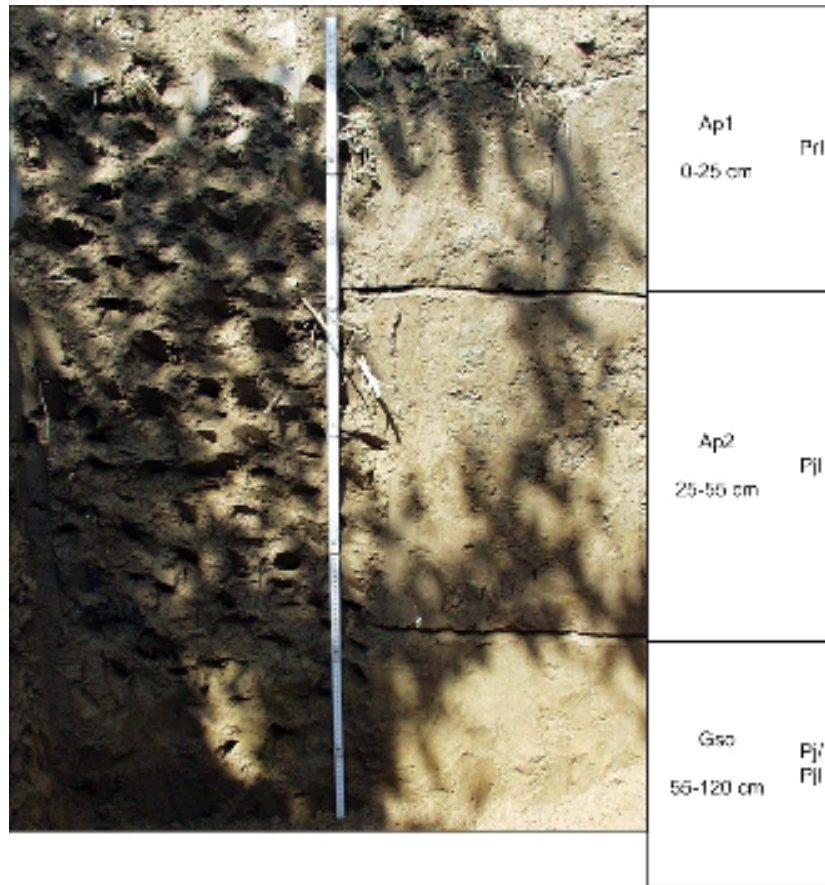
Dubina cm	Volumen pora %	Apsolutni kapacitet vol%		Specifična težina g cm <sup>-3</sup>		Vodopropusnost cm sek <sup>-1</sup>
		voda	zrak	volumna	stvarna	
5 - 10	43	41	2	1,51	2,66	1,84 x 10 <sup>-5</sup>
	45	41	4	1,47	2,66	7,96 x 10 <sup>-5</sup>
50 - 55	48	43	5	1,41	2,71	4,90 x 10 <sup>-5</sup>
	48	42	6	1,44	2,8	1,22 x 10 <sup>-5</sup>

### **3.1.3.3. Fluvisol**

Na slici 25 prikazana je stratigrafska građa pedološkog profila P<sub>M</sub>-4 koji je otvoren u travnju 2009. godine na lokaciji Opuzen – ušće u sklopu projekta „Monitoring zaslanjivanja tala i voda u dolini Neretve“. Navedeni profil pripada skupini aluvijalnih tala ili fluvisola. Aluvijalna tla na istraživanom području delte Neretve predstavljaju recentne fluvijalne nanose rijeka Neretve i Male Neretve, čija se stratigrafska građa profila može prikazati slijedećim redoslijedom Ap ili A-C1-C2-C3.... Do prije nekoliko desetljeća područje na kojemu se danas nalaze aluvijalna tla je bilo permanentno plavljeno. Danas su ta tla većinom antropogenizirana nakon što su kolmiranjem izvedene hidromelioracije, a nakon izgradnje nasipa spriječena su njihova plavljenja. Kako pedogeneza još uvijek nije uznapredovala odnosno stadij razvoja nije odmakao daleko od početne faze, ta tla se sukladno postojećoj klasifikaciji svrstavaju u aluvijalna tla, premda se njihov razvoj ubrzano odvija u pravcu formiranja aluvijalno livadnih tala (humofluvisola). Dakle sva aluvijalna tla na projektnom području Donje Neretve su hidromeliorirana tla prvenstveno kolmiranjem. Poljoprivredno zemljište na tom području je dominantno u privatnom vlasništvu, odnosno u vlasništvu poljoprivrednih obiteljskih gospodarstva.

Kod profila P<sub>M</sub>-4 utvrđena su tri genetska horizonta (Ap<sub>1</sub>-Ap<sub>2</sub>-Gso) u kojima prevladavaju lakše frakcije praha i pijeska s relativno visokom poroznošću (48-53%). Koncentracija vodotopivih soli (tablica 23) se značajnije povećava s dubinom profila te je vrijednost elektrovodljivosti saturacijskog vodnog ekstrakta tla veća od 2 dS/m u horizontima ispod 25 cm dubine tla.

U pogledu pojedinačnih koncentracija iona, duže cijele dubine profila P<sub>M</sub>-4, prevladava koncentracija sulfatnih aniona (357-1872 mg/l) i kationa kalcija (125-667 mg/l) i to značajnije s dubinom profila.



**Slika 25.** Slika i shematski prikaz stratigrafske građe profila P<sub>M</sub>- 4

**Tablica 23.** Kemijske i fizikalne karakteristike profila P<sub>M</sub>- 4

Lokacija	Dubina cm	pH	E.C.	soli	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	P
			dSm <sup>-1</sup>	%										
Opuzen	0 - 50	7,88	1,01	0,07	0,00	3,27	20,7	132	125	5,83	317	357	37,2	0,22
	50 - 90	7,28	3,01	0,19	6,09	2,58	22,3	113	648	40,8	134	1423	230	0,28
	90 - 140	7,33	3,38	0,22	11,7	4,38	26,9	122	677	75,8	159	1872	393	0,30

Dubina cm	Mehanički sastav tla u mm					Stabilnost makroagregata
	2 - 0,2	0,2 - 0,05	0,05- 0,02	0,02 - 0,002	<0,002	
0 - 50	3	8	20	47	22	Potpuno nestabilni
50 - 90	4	8	29	43	16	
90 - 140	9	40	20	19	12	

Iz dubine cm	Volumen pora %	Apsolutni kapacitet vol%		Specifična težina g cm <sup>-3</sup>		Vodopropusnost cm sek <sup>-1</sup>
		voda	zrak	volumna	stvarna	
15 - 20	49	42	7	1,36	2,65	rupa
	53	42	11	1,25	2,68	6,61 x 10 <sup>-4</sup>
60 - 65	49	42	7	1,38	2,72	1,31 x 10 <sup>-4</sup>
	48	41	7	1,40	2,73	9,39 x 10 <sup>-5</sup>

### 3.1.4. Procjena opasnosti od suvišnog natrija

Štetne posljedice povećane koncentracije slobodnih iona  $\text{Na}^+$  u otopini tla odražavaju se na promjene fizikalno-kemijskih svojstava matriksa tla putem mehanizama bubrenja gline i kemijske disperzije čestica tla. Ti su mehanizmi međusobno povezani, a uzrokuju smanjenje infiltracijske sposobnosti i propusnosti tla za vodu.

Bubrenje je reverzibilan proces ovisan o koncentraciji elektrolita u otopini tla koje nastaje kao posljedica ulaska iona natrija u međulamelarni prostor minerala gline. Povećanje sadržaja zamjenjivog  $\text{Na}^+$  do 15% neće izazvati bubrenje gline jer do zamjene dolazi prvo na vanjskim površinama. Povećanje sadržaja zamjenjivog  $\text{Na}^+$  iznad 15% izaziva razdvajanje susjednih listova i disperziju gline. Prema US salinity Laboratory vrijednost postotka zamjenjivog natrija (ESP) od 15% je granična za narušavanje strukture tla, i propusnost vode. Kod koje vrijednosti ESP i koncentracije otopine će doći do disperzije gline, i promjena u tlu ovisi o sadržaju i mineraloškom sastavu gline, količini organske frakcije i o volumnoj gustoći tla.

Disperzija i premještanje čestica je ireverzibilan proces i može imati za posljedicu formiranje nepropusnog sloja tla i formiranja pokorice. Kemijska disperzija može se predviđati izračunavanjem SAR vrijednosti. SAR vrijednost predstavlja odnos između natrija prema kalciju i magneziju u njihovim zamjenjivim reakcijama u tlu. Povećanjem SAR vrijednosti povećava se opasnost smanjenja infiltracijske sposobnosti tla, ukoliko to povećanje ne prati i povećanje ukupne koncentracije soli.

U tablici 24 prikazani su osnovni statistički parametri vrijednosti SAR i vrijednost postotka zamjenjivosti natrija (ESP) izračunatih prema izrazima (1) i (3) za ukupan broj uzoraka iz površinskog sloja tla i potpovršinskih slojeva tla debljine 25 cm do 1 m uzetih iz sondažnih bušotina tla. U tablici 25 prikazane su vrijednosti za SAR i ESP izračunate prema izrazima (1) i (4) za pojedinačne genetske horizonte otvorenih pedoloških profila.

Prosječne vrijednosti SAR i ESP u površinskom i potpovršinskim slojevima tla su ispod graničnih vrijednosti. Međutim određene maksimalne vrijednosti SAR i ESP su znatno iznad graničnih vrijednosti u svim analiziranim slojevima tla. Vidljivo je povećanje SAR i ESP s dubinom.

**Tablica 24.** Omjer adsorbiranog natrija (SAR) i postotak zamjenjivog natrija (ESP) saturacijskog vodnog ekstrakta tla u površinskim i potpovršinskim horizontima tla

Parametar	Minimum	Maksimum	Aritm.sredina	Medijana	Stand.dev.
O-25 cm (n= 246)					
SAR	0,07	15	1,23	0,22	2,31
ESP	0,15	24	2,36	0,47	4,05
25-50 cm (n= 63)					
SAR	0,13	28,27	2,90	0,90	5,6
ESP	0,20	29,78	3,67	0,47	6,3
50-75 cm (n= 63)					
SAR	0,09	49,01	4,23	1,61	7,6
ESP	0,13	42,37	5,18	2,35	7,6
75-100 cm (n= 63)					
SAR	0,11	61,88	5,86	2,79	9,9
ESP	0,16	48,14	6,88	4,02	9,1

U svim profilima (tablica 25) vidljiv je trend porasta vrijednosti SAR-a i ESP-a s dubinom. Vrijednosti ESP su bile veće od 15% u profilu P-2 na dubini od 120 do 200 cm te u profilu P-3 na dubini 97 do 200 cm.



**Tablica 25.** Omjer adsorbiranog natrija (SAR) i postotak zamjenjivog natrija (ESP) saturacijskog vodnog ekstrakta tla po genetskim horizontima otvorenih pedoloških profila

Profil	Dubina (cm)	SAR	ESP (%)
P-1	0 - 40	0,13	0,18
	40 - 60	0,36	0,70
	60 - 80	0,60	0,92
	80 - 105	0,66	1,10
	105 - 120	0,81	0,40
	120-200	1,46	2,41
P-2	0 - 30	0,16	0,14
	30 - 60	0,43	0,08
	60 - 95	1,00	0,43
	95 - 120	5,29	4,40
	120 - 200	19,28	27,52
P-3	0 - 34	0,15	0,22
	34 - 74	0,82	0,85
	74 - 97	7,90	3,77
	97 - 200	18,18	23,64
P-4	0 - 25	0,09	0,63
	25 - 55	0,18	0,52
	55 - 75	0,53	1,29
	75 - 105	0,29	2,06
	105 - 200	0,97	5,76
P-5	0 - 25	0,08	0,27
	25 - 55	0,08	0,34
	55 - 85	0,15	0,53
	85 - 110	0,20	0,48
	110 - 200	0,24	1,09
P-6	0 - 30	0,82	1,58
	30 - 55	3,55	4,42
	55 - 75	3,86	4,98
	75 - 200	4,25	5,25
P-7	0 - 20	0,12	0,60
	20 - 60	0,78	0,84
	60 - 110	0,13	1,56
	100 - 150	3,57	6,90

## **4. Postojeće stanje korištenja zemljišta u Donjoj Neretvi**

### **4.1. Stupanj održavanja izgrađenih sustava odvodnje i navodnjavanja na području Donje Neretve**

#### **Povijesni razvoj melioracija poljoprivrednog zemljišta Donje Neretve**

O važnosti područja Donje Neretve u povijesnom i geografskome kontekstu govore brojni materijalni i pisani dokazni od antike do danas. Osim što su Neretvom prolazili važni pomorski i kopneni putovi, bilo je to područje bogato vodom uz što je uvijek bila vezana i poljoprivreda kao važna djelatnost stanovništva. Organizacija života, ciklus poljoprivredne proizvodnje, ali i cjelokupni živi svijet bili su prilagođeni vodnom režimu prirodnog okruženja. Da bi se omogućila, ali i osigurala poljoprivreda, bilo je potrebno provesti melioracijske zahvate. Prvi oblik melioracija u Donjoj Neretvi bilo je tzv. „jendečenje“. Probijanjem jendeka-kanala težaci su vadili sediment, gomilali ga na česticama koje su time bivale izdignute iznad razine vode i ostajale izvan utjecaja plime. Jendeci su uvijek iskopavani okomito na tok rijeke. Širenje jendečenja na niže dijelove dovelo je seljake na močvarno-glejna tla koja su tražila dublje i šire jendek-kanale. Bili su to stihijski zvati vođeni znanjem, mogućnostima i potrebama seljaka.

Prvi dostupni povijesni zapisi o sustavnom melioracijskom uređenju močvarnog područja delte rijeke Neretve datiraju od kraja 17. stoljeća. Od tada do danas izrađena je opsežna projektna dokumentacija. Neke su ideje odbačene kao nerealne, a neke su bile samo djelomično izvedene. Da bi se uspostavio plovni put do Metkovića, Neretva je od 1881. do 1888. godine regulirana između Metkovića i Ušća. To je bio prvi veći hidrotehnički zahvat. Na objema su stranama Neretve izgrađeni nasipi, a u njima su ostavljeni propusti (tzv. tumbini) kroz koje se zamuljena voda širila i, taložeći sediment, meliorirala područje u zaobilju kolmiranja. Kolmiranja nisu postignuti očekivani efekti, pa se kasnije od toga odustalo.

Unatoč brojnim zahvatima, bilo stihijskim ili organiziranim do 1948. godine u dolini je Neretve bilo privedeno kulturi samo 2500 ha ili oko 25% od ukupnih površina Delte. Godine 1959. osnovano je državno poduzeće PIK „Neretva“ u Opuzenu. Bilo mu je dodijeljeno na korištenje zemljište koje je bilo u vlasništvu države, ali dijelom i nacionalizirano. U razdoblju kraja pedesetih do kraja osamdesetih godina prošlog

stoljeća uložena su velika sredstva i trud u istražne radove, izradu projektne dokumentacije i izvođenje radova na melioracijama poljoprivrednog zemljišta Donje Neretve. Na istražnim radovima i postavljanju koncepta uređenja sudjelovali su i stručnjaci FAO organizacije UN. U tom razdoblju prešlo se na polderski tip uređenja koji je trebao osigurati poljoprivrednu proizvodnju tijekom cijele godine. Početak melioracijskih radova dogodio se na površinama „Luke“ (bruto površine oko 300 ha) koji je bio i pilot projekt. Zatim su radovi krenuli i na području „Koševo-Vrbovci“ (ukupne površine oko 1290 ha). U konačnici se šezdesetih godina 20. stoljeća započelo sa sustavnim i cjelovitim uređenjem područja „Opuzen-Ušće“ bruto površine 3100 ha. Početkom sedamdesetih pa do početka osamdesetih radilo se na uređenju područja „Vidrice“ ukupnih površina oko 500 ha. Uređenje područja Donje Neretve tražilo je primjenu najsloženijih hidrotehničkih i melioracijskih zahvata. Koncept melioracija područja provodio se je kroz obranu od poplava, unutrašnju osnovnu i detaljnu odvodnju, te u završnoj fazi i navodnjavanje. Premda su hidromelioracijski i hidrotehnički radovi dijelom ostali nedovršeni, ipak je njihovom provedbom došlo do bitnog povećanja ukupnih obradivih površina. Tako statistika bilježi da su ukupne obradive površine 1992. godine na području Donje Neretve bile 6195 ha.

Treba dodati da melioracije dijela područja Kutu, bruto površine oko 2600 ha, koji su započeti 1978. godine prekinuti 1980. pa opet nastavljeni 1986. i ponovo prekinuti 1990. godine, do danas nisu završeni. Do sada je na tom području izgrađeno oko 80 % objekata obrane od poplava i realizirana prva faza glavnih odvodnih kanala. Preostali, najniži dio područja Kutu, koji predstavlja značajan ornitološki i ihtiološki rezervat, ostavljen je u izvornom prirodnom stanju.

Ističemo da se u posljednjoj dekadi prošlog stoljeća radovi na dovršetku melioracijskog sustava Donje Neretve zaustavljaju, postojeći izgrađeni objekti se devastiraju i zapuštaju, a dio melioriranih površina više se ne obrađuje.

### **Sustav obrane od poplava poljoprivrednih površina**

Područje Donje Neretve potrebno je u zimskom razdoblju štiti od poplavnih voda, regulirati razinu vode u odvodnim kanalima, a u sušnom, vegetacijskom razdoblju, navodnjavati i braniti od prodora soli.

Nasipi uz korito rijeke Neretve predstavljaju glavne objekte za obranu od velikih voda Neretve. Na Maloj Neretvi u Opuzenu i na „ušću“ u more izgrađene su ustave za regulaciju protoka velikih voda i sprječavanje prodora mora u akvatorij Male Neretve za vrijeme navodnjavanja.

Sustav obrane od poplava funkcionira na način da se od velikih voda uglavnom štite samo bivše društvene površine, dok su privatne površine ostavljene u inundacijskim područjima (uz Malu Neretvu i Vidrice) ili su separacijskim nasipima odvojeni od melioracijskih sustava i nalaze se u režimu povremeno odvodnjavanih površina (tzv. kominske zemlje na lijevoj obali Neretve nasuprot Kominu, privatna zemljišta uz Crepinu i Jarčilog, dio zemljišta u Metkoviću između Stare Neretve i Koševo-Vrbovaca)

Do sada su na području Donje Neretve izgrađeni sljedeći objekti obrane od poplava čija je jedina funkcija obrane poljoprivrednih površina ili kombinirana sa obranom od poplava naselja :

▫ **Uz rijeku Neretvu**

Lijevi nasip Metković – Opuzen	9,1 km
Lijevi nasip Opuzen – more	11,9 km
Obaloutvrda na desnoj obali uzvodno od mosta u Metkoviću	0,8 km
Desni nasip Norin – Luke	6,5 km
Zid u Kominu	1,3 km

▫ **Na području Opuzen - Ušće**

Desni nasip Mala Neretva	9,0 km
Morski nasip "Diga"	2,6 km

▫ **Lateralni kanali i nasipi**

Koševo – Vrbovci	9,4 km
Vidrice	5,0 km
Luke	0,6 km
<u>Kuti (u izgradnji - izgrađeno 80%)</u>	<u>13,1 km</u>
<b>Ukupno nasipa i obaloutvrda</b>	<b>56,2 km</b>

▫ **Objekti posebne namjene**

Brana Ušće  
Brodsko prevođnica Ušće  
Brana Opuzen s brodskom prevođnicom  
Ustave širine preko 2 m -10 kom  
Ustave širine manje od 2 m – 49 kom

### **Sustav unutrašnje odvodnje**

Odvodnja melioriranih površina Donje Neretve provodi se zajedno s obranom od poplava kao jedinstvena cjelina. U sustav unutrašnje odvodnje uključene su poljoprivredne površine bivšeg društvenog kombinata te djelomično i privatni posjedi (oni koji su ostali unutar sustava). Sve ostale privatne poljoprivredne površine prepuštene su plavljenju ili zaslanjivanju.

Održavanje odgovarajućeg režima tečenja u odvodnim kanalima u izravnoj je vezi s kretanjem podzemne vode. Relativno niske kote terena (dijelom i ispod razine mora) i relativno visoke razine podzemnih voda zahtjevaju primjenu kontinuiranog crpljenja radi ostvarenja poljoprivredne proizvodnje, ali i zaštite poljoprivrednih površina od zaslanjivanja. Za potrebe osiguranja oplavi unutar melioracijskih područja Donje Neretve izgrađeno je ukupno osam crpnih stanica. Kanalima I, II, III, i IV reda osigurava se unutarnja odvodnja područja. Na području Donje Neretve izgrađeno je ukupno 15,3 km kanala I reda te 64,0 km kanala II reda. Što se tiče kanala III reda, njih je izgrađeno 43,1 km, a kanala IV reda ukupno 179,5 km. Osiguranje energije, automatizacija, daljinsko upravljanje i vođenje procesa unutrašnje odvodnje do danas nije dovedeno na viši stupanj, jer sustav nije završen.

### **Stanje melioracijskih sustava odvodnje s prijedlogom mjerama unaprijeđenija**

Općenito rečeno, izgrađeni melioracijski sustavi odvodnje na području Donje Neretve su u zadovoljavajućom stanju. Najbolja potvrda za to je činjenica da kod velikih voda Neretve koje su se dogodile u siječnju i prosincu 2010. godine, poljoprivredne površine unutar melioracijskog sustava nisu bile ugrožene, a poljoprivredna proizvodnja se normalno odvijala. Istovremeno, poljoprivrednici koji imaju svoje površine izvan sustava pretrpjeli su katastrofalne posljedice.

## Crpne stanice

Crpne stanice izgrađene na pojedinom melioracijskom području rade svojim projektiranim kapacitetom i redovito se održavaju. Premda meliorirane površine u Donjoj Neretvi predstavljaju mali dio ukupno melioriranih površina u Republike Hrvatske (RH), kapaciteti crpnih stanica čine oko 11% ukupnih kapaciteta RH, a gledajući sate rada crpki, one čine više od 25% ukupnog rada svih crpnih stanica za odvodnju u RH. Znajući da crpke rade u izuzetno agresivnoj morskoj vodi, te zbog velikog broja radnih sati u godini, crpke se puno brže troše, te su obavezni česti remont. Na primjer, u 2009. godini je ukupno iscrpljeno 147.350.000 m<sup>3</sup> vode iz melioracijskih sustava za odvodnju u Donjoj Neretvi, a na najvećoj crpnoj stanici Modrič crpke su prosječno radile 1826 sati, odnosno ukupno sve crpke na navedenoj crpnoj stanici 10.959 sati.

Dostignuti stupanj održavanja i upravljanja crpnim stanicama bi u narednom razdoblju trebalo unaprijediti na način da se dio opreme zamjeni novom (dio crpki, trafostanice, dovodni dalekovodi, upravljačka oprema) i saniraju građevinski objekti crpnih stanica. Posebnu pozornost bi trebalo posvetiti smanjenju pogonskih troškova, izvršiti optimizaciju i automatizaciju rada crpki. Za to je prethodno potrebno identificirati objekte i postrojenja u Donjoj Neretvi važne za upravljanje, sagledati značaj svakog objekta u različitim režimima rada (normalne vode, poplavne situacije, sušno razdoblje), identificirati stanje i funkcionalnost primarne opreme pojedinih objekata sa stajališta pouzdanosti i stupanja automatizacije. Na osnovi identifikacije, postojećih podloga i zapažanja osoblja održavanja utvrditi slabe točke u postojećem sustavu te dati prijedlog za njihovo otklanjanje.

Sagledati potrebu automatizacije svakog objekta za upravljanje vodama u slivu rijeke Neretve. Identificirati stanje opreme za automatizaciju te u skladu sa suvremenim tehnološkim dostignućima dati prijedloge za zamjenu i nadogradnju lokalnih sustava upravljanja u cilju potpune automatizacije hidromehaničke opreme. Na osnovi identifikacije stanja i postojećih podloga (pravilnici za upravljanje hidromehaničkim objektima) definirati algoritme upravljanja postojećim objektima. Pri definiranju algoritama upravljanja povesti računa o mogućnostima povećanja sigurnosti sustava u normalnim i izvanrednim situacijama, optimalnom radu u cilju povećanja ekonomske isplativosti sustava i smanjenja troškova eksploatacije.



## **Primarna i sekundarna kanalska mreža**

Primarna kanalska mreža (kanali I i II reda) prema Zakonu o vodama su u nadležnosti Hrvatskih voda i one već duži niz godina redovito provode tehničko i gospodarsko održavanje u skladu s važećim pravilnicima. Sekundarna kanalska mreža (kanali III i IV reda) u nadležnost su županija, a Hrvatske vode ih sukladno Zakonu o vodama trebaju dovesti u tzv. nulto ili projektno stanje. Naime, zbog općenito lošeg održavanja kanala III i IV reda u RH te nepoštivanja prava i obveza, veliki dio kanala bio je zapušten i neredovito održavan. Slična situacija bila je i u Donjoj Neretvi. Do sada je na ovom području očišćeno 77,15% svih kanala III i IV reda, te je planirano taj posao završiti u 2011. god. Nakon toga će održavanje sustava, prema važećim Zakonima, pripasti županiji.

Velike probleme u održavanju kanalske mreže stvara neodgovorno ponašanje korisnika zemljišta u melioracijskim sustavima koji kanalsku mrežu koriste kao deponije otpada s poljoprivrednih površina (razne folije i cijevi koje se koriste u navodnjavanju, pokrivači za tlo, folije od plastenika, ambalaža za poljoprivredne proizvode od pvc, stiropora, razni biljni otpad od rezidbe voćaka, ostataka povrća i voća koje je propalo u procesu proizvodnje itd.). Svakako da i izlivanje ili isipanje neiskorištenih gnojiva s poljoprivrednih površina može dovesti do eutrofikacije voda u kanalima što povećava biljno obrastanje u kanalima i traži povećanu košnju. Neodgovorna i nezakonita sadnja trajnih i jednogodišnjih kultura u zaštitnom pojasu uz kanale stvara dodatne probleme kod održavanja zbog potrebe za njihovo održavanje.

Posebno treba istaći da su izgrađeni drenažni sustavi devastirani te uglavnom više nisu u funkciji. U posljednjih 20-ak godina drenažni sustavi nisu bili građeni, što se povezuje s nedefiniranim statusom sadašnjih odnosno budućih korisnika. Generalni problem je još uvijek i nakon 15 godina od donošenja prvih planova raspolaganja državnim poljoprivrednim zemljištem, što taj postupak ni blizu nije dovršen.

## **Nasipi**

Stanje nasipa je uglavnom dobro i isti se redovito održavaju. Probleme predstavlja nedostatak kvalitetnog zemljanog materijala potrebnog za redovito održavanje.

Separacijski nasipi koji dijele nekadašnje društvene od privatnih zemalja su u lošijem stanju. Dio istih je rekonstruiran, dok drugi čekaju rješavanje imovinsko-pravnih

odnosa (nova katastarska izmjera se sporo provodi). To se odnosi na separacijske nasipe Vidrice, Crepina, Jarčilog. Tu imamo slične probleme kao i na kanalima (sadnja na nasipima, proboji nasipa nelegalnim radnjama i sl.)

### **Planovi za naredno razdoblje**

Pored već spomenutih planiranih i započetih radnji vezanih za revitalizaciju sustava za odvodnju, u narednom razdoblju bi trebalo pristupiti novelaciji projektnih rješenja melioracijskih sustava za odvodnju. Prethodno je potrebno izvršiti geodetsko snimanje visinskih kota zemljišta, objekata za odvodnju, tj. izrade novih geodetskih podloga, a iz razloga što je u posljednjih 50-ak godina došlo do značajnog slijeganja terena.

Također je potrebno postaviti sustav automatskih vodomjera na kanalskoj mreži, zbog bolje kontrole rada crpnih stanica, koje bi nakon toga trebalo uvezati u sustav automatske dojava i upravljanja.

Sustav upravljanja bi se trebao bazirati na novim pravilnicima upravljanja koje bi trebalo napraviti nakon gore navedene novelacije.

U upravljanju sustavom trebalo bi na aktivniji način uključiti korisnike sustava za odvodnju putem udruga korisnika, a pretpostavljamo da će se to ostvariti kroz udruge korisnika sustava za navodnjavanje, budući da se radi o istim ljudima.

Sustav navodnjavanje poljoprivrednih površina u Donjoj Neretvi konceptijski je postavljen još 60-tih godina dvadesetog stoljeća u okviru FAO projekta, dok su izmjene provedene krajem 70-tih godina nakon donošenja odluke o melioraciji područja Kut. Sustav je izgrađen 1987. godine. Postojećim sustavom je predviđeno dovodenje kvalitetne vode iz rijeke Neretve uzvodno od Metkovića do profila Male Neretve u Opuzenu. Osnovna je postavka bila pretvoriti Malu Neretvu u „bazen slatke vode“. Nadalje, bilo je predviđeno da se voda iz Male Neretve zahvaća uz pomoć crpnih stanica i tlačnim cjevovodom dovodi na poljoprivredne površine. Također je bilo predviđeno da će se na ovaj način osigurati navodnjavanje na oko 3600 ha poljoprivrednih površina. Međutim, sustav nikada nije završen, a neki od izgrađenih objekata su ostali izvan funkcije. Danas možemo reći da od planiranog funkcionira sljedeće:

- Glavna crpna stanica kapaciteta 7,50 m<sup>3</sup>/s – Crpna stanica Metković s zahvatom na rijeci Neretvi

- Hidrotehnički tunel – Metković; dužine 500 m;
- Magistralni natapni kanal – Prunjak – Mala Neretva; dužine 9 km.

Nezavršeni, zapušteni ili izvan funkcije su sljedeći objekti:

- Tlačni cjevovod dužine 30 km (zapušten i izvan funkcije) na lokaciji Glog, Jasenska i dio Modriča;
- Tlačna crpna stanica – Glog, kapaciteta 550 l/s (zapušten i izvan funkcije);
- Tlačna crpna stanica – Jasenska, kapaciteta 200 l/s (zapušten i izvan funkcije).

Prihvaćena koncepcija upuštanja cjelokupne zahvaćene količine vode u korito Male Neretve u praksi se pokazala pogonski skupim i neučinkovitim rješenjem koje zadovoljava potrebe za navodnjavanjem samo dijela poljoprivrednih površina. Od ukupno zahvaćenih 7 m<sup>3</sup>/s vode, do Male Neretve dođe manja količina, gubici su veliki, a voda se zahvaća potpuno nekontrolirano. Zbog promjena u profilu kanala procjenjuje se da je trenutačni kapacitet natapnog kanala oko 5,0 m<sup>3</sup>/sec.

U nastavku se prikazuje kratki opis rada postojećeg sustava za navodnjavanje. Zahvat vode za navodnjavanje je na teritoriju Bosne i Hercegovine, na obali Neretve neposredno uz granicu, gdje je klin zaslanjene vode znatno dublje ispod površine. Crpna stanica je izgrađena na čeličnim pontonima, a sadrži tri crpke kapaciteta 3x2,5 m<sup>3</sup>/sek s visinom dizanja vodnog stupca oko 7 m. Na crpnu stanicu se nastavlja hidrotehnički tunel koji prolazi kroz brdo Predolac i preko izlazne građevine za umirenje i razbijanje kinetičke energije vode (kota dna izlazne građevine je 0,10 m n. m.) dolazi do magistralnog natapnog kanala izgrađenog u nasipima.

Početak rada postojećeg sustava za navodnjavanje se aktivira polovicom lipnja, a traje do kraja rujna, dakle oko 110 dana. Prije započinjanja dovoda svježje vode do Male Neretve, kvaliteta zatečene vode u području mora biti zadovoljavajuća, jer u protivnom treba i do 40 dana crpljenja do postizanja potrebne kvalitete, odnosno potiskivanja slane vode prema moru.

Nadalje, izgrađene crpne stanice i cjevovodi koji su trebali dovesti vodu do poljoprivrednih površina su zapušteni i izvan funkcije. Stoga se može istaći da sustav za navodnjavanje u Donjoj Neretvi samo djelomično funkcionira. Predviđeni tlačni sustav trebao je osigurati navodnjavanje poljoprivrednih površina bivšeg PIK-a „Neretva“ koristeći samohodne sektorske prskalice (Boom i Tiphon). Tlačna cijevna mreža za navodnjavanje je funkcionirala samo na površinama bivšeg Glogačkog jezera

(450 ha). Napuštena je početkom devedesetih zbog velikih gubitaka vode uslijed dotrajalih i ispucanih azbestcementnih cijevi koje nisu obnovljene. Na području Jesenske (500 ha) tlačni sustav je ostao nezavršen. Tu je 1987. god. postavljeno 19 km poliesterskog cjevovoda, ali gradnja crpne stanice nije odmakla dalje od temeljnog dijela. Područje Luka (210 ha) ima izgrađenu cijevnu mrežu za navodnjavanje i zahvat vode na izvorištu Modro Oko. Izgrađeni cjevovodi i crpna stanica su potpuno napušteni.

Danas su se promijenili korisnici poljoprivrednog zemljišta, a to su uglavnom obiteljska poljoprivredna gospodarstva, što je dovelo do cijepanja proizvodnih jedinica („tabli“) te usitnjavanja istih. Isto tako promijenile su se i potrebe za sustavima za navodnjavanje. Naime, veličina parcele te kulture koje se uzgajaju uvjetuju da u Donjoj Neretvi poljoprivredni proizvođači danas uglavnom koriste lokalizirano navodnjavanje kapanjem i mini rasprskivače, te navodnjavanje kišenjem.

Bivši PIK Neretva d.d. Opuzen koji je raspolagao državnim poljoprivrednim zemljištem za koji su se sustavi i gradili upravljao je postojećim sustavom za navodnjavanje do 1996. god. Danas održavanje crpnih stanica, natapnog kanala i kanalske mreže obavljaju Hrvatske vode.

Na kraju želimo naglasiti nedostatke postojećeg sustava za navodnjavanje u Donjoj Neretvi kako slijedi:

- Upuštanje vode u veliko područje,
- Korištenje vode bez kontrole i uvida u raspodjelu zahvaćenih količina unutar sustava,
- Vrlo mala iskoristivost i mogućnost dovoda potrebnih količina do poljoprivrednih parcela,
- Veliki gubici vode,
- Stalna opasnost od zaslanjivanja,
- Oko 40 ha površine otpada na natapni kanal, pozajmišta materijala za nasipe i putnu mrežu,
- Cijela trasa natapnog kanala prolazi kroz nestabilno, propusno i slabo nosivo tresetno tlo,
- Potreba čestih rekonstrukcija natapnog kanala,
- Skupo održavanje crpne stanice na zahvatu vode,
- Izgrađena distribucijska cijevne mreže izvan funkcije,

- Poljoprivredni proizvođači, budući da nemaju izbora, koriste za navodnjavanje zaslanjene vodu što ostavlja posljedice na tlo i poljoprivredne kulture.

#### **4.2. Izrada karte načina korištenja poljoprivrednog zemljišta**

Kartiranje načina korištenja poljoprivrednog zemljišta primijenjeno je na cijelo područje istraživanja (slika 26). Kao podloga kartiranju korišten je digitalni ortofoto područja Donje Neretve uveden u program ArcMap (ESRI), na kojem su izdvojena područja prema sadašnjem i povijesnom načinu korištenja. Kartiranje se temeljilo na izdvajanju tradicionalno privatnih površina od onih površina koje su nekada bile u tzv. društvenom vlasništvu. Unutar ovih kategorija izdvojene su parcele sa trajnim nasadima, odnosno parcele sa oranicama ili livadama. Po završetku kartiranja, za dobivene poligone izračunate su površine koristeći Arc Toolbox aplikaciju (ArcMap, ESRI).

Ukupna kartirana površina istraživanog područja Donje Neretve iznosi 5815 ha (tablica 26). Na bivše društvene površine odnosi se 2791 ha, a na privatne neznatno veća površina od 2425 ha. Ostatak od 599 ha odnosi se na urbane površine. Ukupne poljoprivredne površine na području Donje Neretve zauzimaju površinu od 5216 ha, odnosno 3798 ha neto tj. kada se ukupne poljoprivredne površine umanje za površine pod putevima, kanalima, okućnicama i sl.

Unutar bivših društvenih površina odvojene su parcele s trajnim nasadima, od onih sa oranicama ili livadama (slika 27). Ovim postupkom dobivena je ukupna površina zasađena trajnim nasadima, koja iznosi 982 ha, te površina od 1141 ha koja se odnosi na parcele s oranicama ili livadama. Putevi, kanali i neobrađive površine čine ostatak od 669 ha.

Površine koje su u prošlosti bile u društvenom vlasništvu, odnosno kako je već navedeno njima je uglavnom upravljao Poljoprivredno industrijski kombinat Neretva sve do 1994. g zauzimaju apsolutno veći dio područja Donje Neretve. Poljoprivredne površine koje su bile i ostale u vlasništvu privatnih osoba su manje zastupljene gledajući apsolutno, ali također je omjer bruto poljoprivrednih površina i neto poljoprivrednih površina u privatnom vlasništvu znatno nepogodniji. Puno je veći udio površina pod putevima, i kanalima. To je razumljivo stoga što su te parcele stvarane tzv. ručnim hidromelioracijama, tradicionalnim iskopavanjem jendeka stvarale su se površine od svega nekoliko kvadratnih metara koje su bile ispresijecane kanalima. S

druge strane poljoprivredne površine bivšeg društvenog vlasništva nastajale su suvremenim sustavnim hidromelioracijama kojima su se velike površine zamočvarenog tla privodile kulturi odvodnjom otvorenim kanalima. Tako su nastajale kazete polderskog tipa znatno većih površina od onih koje su stvarali pojedinci pa je i sama odnos neto poljoprivrednih površina u odnosu na bruto površine znatno povoljniji.

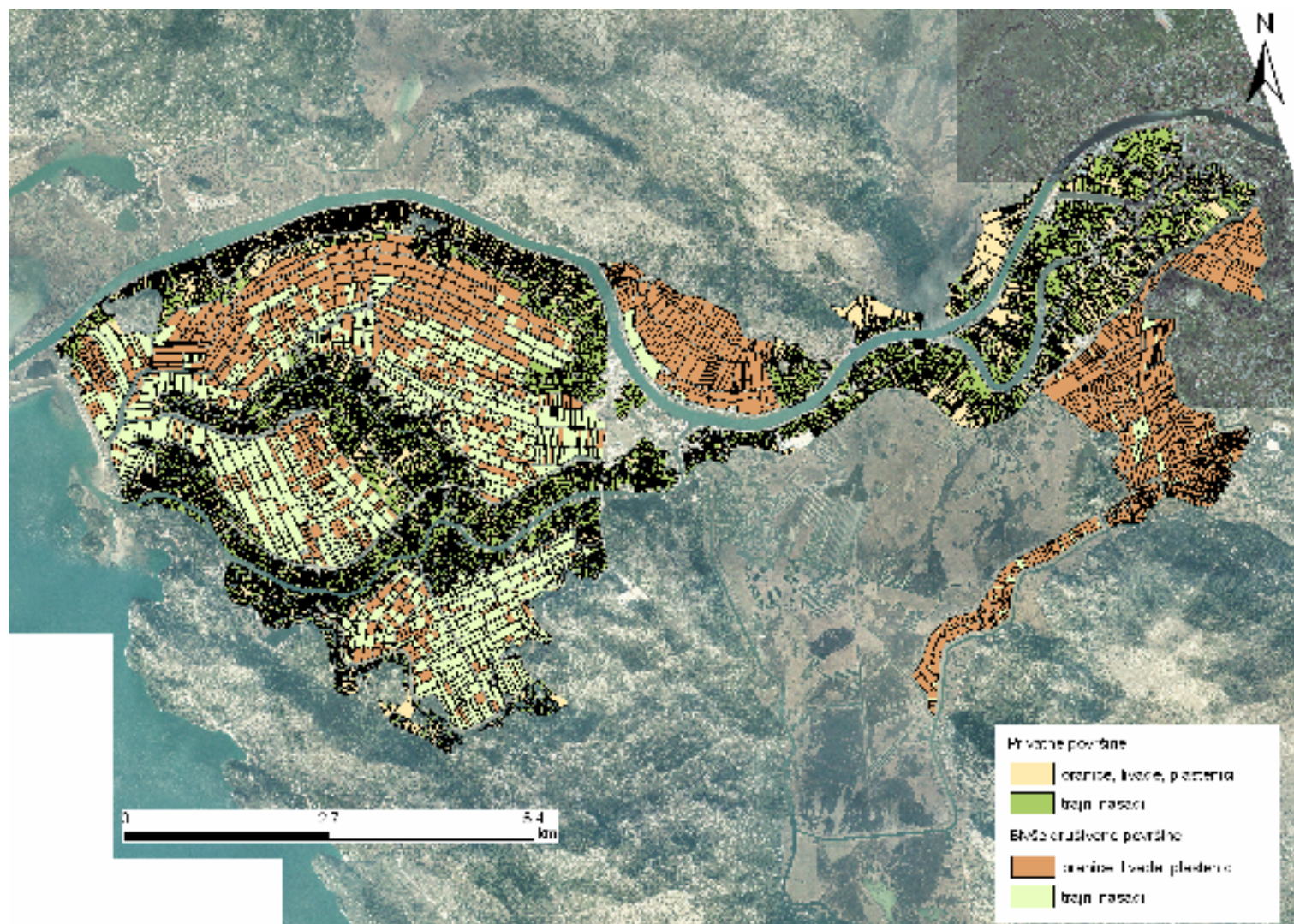
Gledajući ukupno znatno su veće površine pod oranicama i livadama. Tu je važno naglasiti da se iz ortofoto karte nisu mogle precizno razgraničiti oranice i /ili livade. Naime, oranice koje se u to vrijeme nisu koristile, većinom zbog neuređenih vlasničkih odnosa, na ortofoto karti ostavljale su dojam livada iako predstavljaju potencijalne oranice. Nadalje pod kategorijom oranica i livada nisu se izdvajali zaštićeni prostori: plastenici, staklenici, tuneli. Budući da njihova zastupljenost nije konstantna već podložna promjenama.

Površine kartiranih parcela variraju od onih s površinom manjom od 0,01 ha pa sve do onih s površinom oko 7 ha. Ovako velike parcele odnose se na one zasađene trajnim nasadima.

**Tablica 26.** Način korištenja zemljišta

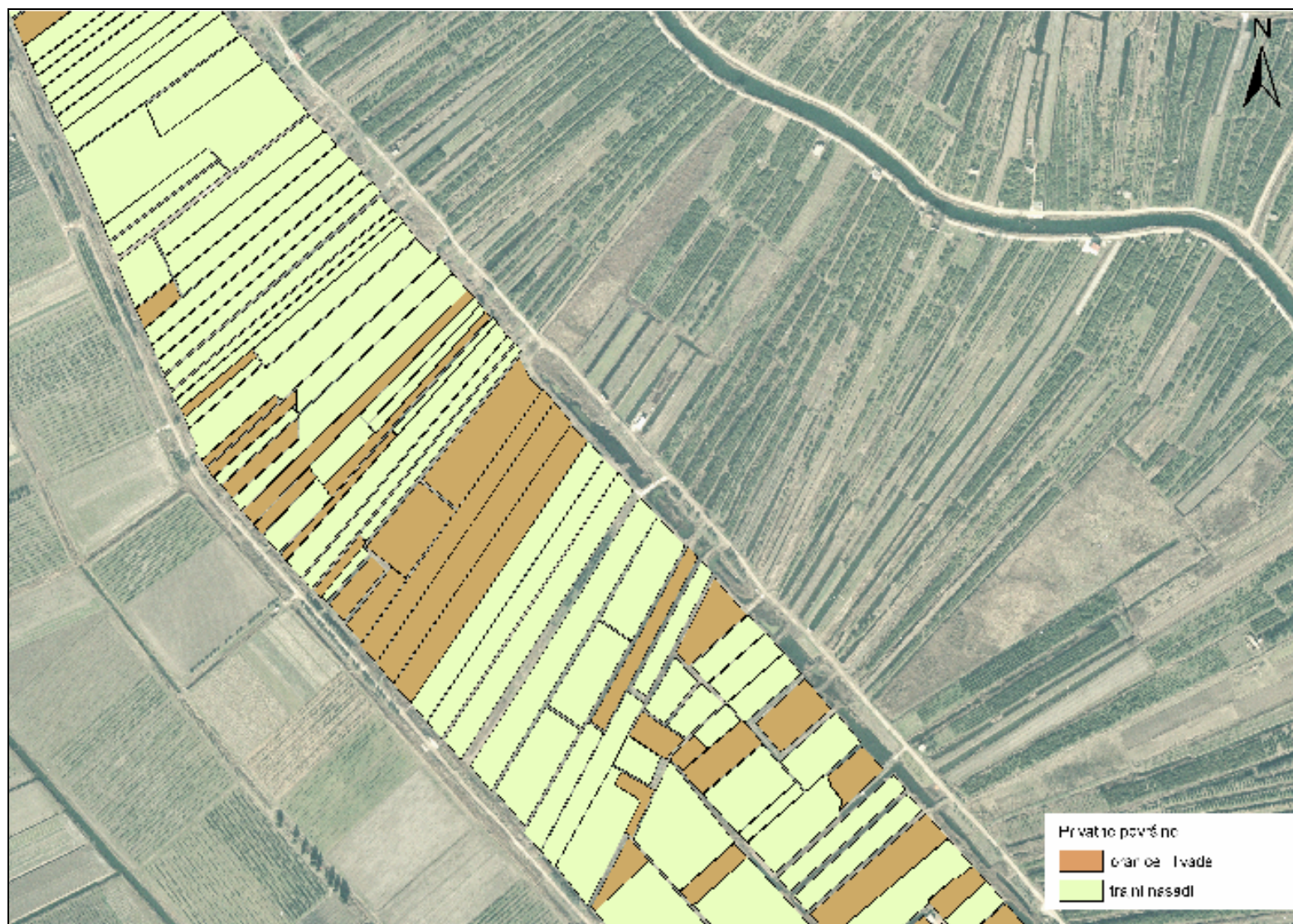
Kategorije površina	Površina u ha
Ukupna površina	5815
Bruto bivše društvene površine	2791
Trajni nasadi	983
Oranice, livade	1247
Putevi, kanali, neobrađive površine, okućnice	561
Neto bivše društvene površine	2230
Bruto privatne površine	2425
Trajni nasadi	984
Oranice, livade	584
Putevi, kanali, neobrađive površine, okućnice	857
Neto privatne površine	1568
Urbane površine, caste, rijeka Neretva	599





Slika 26. Karta načina korištenja bivših društvenih poljoprivrednih površina





**Slika 27.** Prikaz dijela karte načina korištenja privatnih poljoprivrednim površinama

## 5. Sustavi i tehnologije uzgoja bilja u Donjoj Neretvi

Sadašnji načini poljoprivredne prakse koji se primjenjuju na području Donje Neretve predstavljaju osnovu za kreiranje planova za buduće održivo korištenje zemljišta u tom području. Kako interesi poljoprivrednih proizvođača utječu i na smjernice poljoprivredne politike, što najčešće ne prati trendove održivog gospodarenja poljoprivrednim područjima, nije dovoljno samo uskladiti očekivanja poljoprivrednih proizvođača, već svakako treba kroz adekvatno informiranje i educiranje razvijati interes proizvođača za primjenom mjera gospodarenja koje će pridonijeti očuvanju prirodnih resursa Donje Neretve.

Poljoprivredne površine na području Donje Neretve predstavljaju prirodni resurs od strateške važnosti za daljnji gospodarski razvitak ovog područja. U sklopu planiranja razvoja poljoprivrede i navodnjavanja, potrebno je stoga prvo utvrditi s kolikim zemljišnim resursima se raspolaze na nekom području kao što je dolina Neretve, te kakva je njihova kvaliteta i prostorna rasprostranjenost.

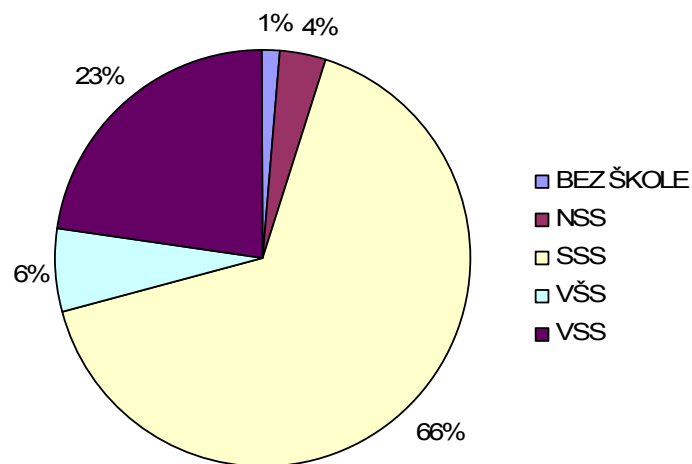
Struktura poljoprivredne proizvodnje i primjene različitih sustava i tehnologija u povrćarskoj i voćarskoj proizvodnji na području Donje Neretve ocjenjena je s obzirom na rezultate provedenih anketnih istraživanja, te na osnovi informacija iz dosadašnjih studija i službenih dokumenata.

Na istraživanom području doline Neretve, zbog agroekoloških specifičnosti poljoprivredna proizvodnja je prilično razvijena, te se može definirati kao *voćarsko-povrćarska*. Primjerice, na lokaciji Vidrice, trenutno je dominantna voćarska proizvodnja u odnosu na povrćarsku. Međutim, na lokacijama Koševo i Vrbovci trenutna situacija je gotovo potpuno obrnuta, te se voćarska proizvodnja odvija na oko 15%, a povrćarska na oko 85% obradivih površina.

U strukturi drvenastih (voćarskih) kultura zastupljene su od isključivo mediteranskih vrsta (citrusi, smokve, masline...), pa sve do tradicionalno kontinentalnih (jabuka, šljiva, breskva, kruška...) voćarskih vrsta. Struktura povrćarske proizvodnje također je prilično razvijena, te su zbog specifičnih, prije svega geoklimatskih obilježja, izbora povrćarskih kultura i duljine njihove vegetacije, u dolini Neretve na otvorenom moguće i dvije berbe tijekom jedne proizvodne godine. Za razliku od voćarske, povrćarska struktura je podložna relativno brzim promjenama i intenzifikaciji proizvodnje, što također treba uzeti u obzir kod planiranja budućeg modela razvoja poljoprivredne proizvodnje i ocjene primjene agrotehničkih zahvata.

Posljednjih se godina na području Donje Neretve razvio značajan broj poduzetnih poljoprivrednih proizvođača. Slaba mogućnost zapošljavanja i niska stopa rasta drugih proizvodnih i uslužnih sektora usmjerili su stanovništvo Donje Neretve na traženje zaposlenosti i dohotka na poljoprivrednim gospodarstvima.

Ocjena sadašnjeg stanja poljoprivredne proizvodnje na istraživanom području temeljena je na rezultatima provedenih anketnih istraživanja. Prema rezultatima provedenih anketa na području Donje Neretve prosječna starosna dob poljoprivrednih proizvođača je 50 godina (najmlađa osoba ima 23 godine, a najstarija 81 godinu). Najviše ispitanika (66%) ima završenu srednju školu, a najmanje njih je s osnovnom školom i bez škole (ukupno 5%). Završenu višu školu i fakultet imalo je 29% ispitanika (slika 28).



**Slika 28.** Obrazovna struktura poljoprivrednih proizvođača (%)

U tablici 27 dan je pregled statusa poljoprivrednih gospodarstva kod ispitanika i njihova zastupljenost s obzirom na prosječnu veličinu ukupnih poljoprivrednih površina. Najviše ispitanika se izjasnilo da ima obiteljsko poljoprivredno gospodarstvo (OPG) izvan sustava PDV-a. Ti proizvođači uglavnom imaju obradive površine od 1 do 5 ha. Poljoprivrednici s više od 5 ha obradivih površina imaju uglavnom poljoprivredna gospodarstva prijavljena kao obrte.

**Tablica 27.** Status poljoprivrednih gospodarstava prema ukupnim obradivim površinama

Ukupne površine	Status gospodarstva						UKUPNO
	Bez odgovora	OPG u sustavu PDV-a	obrt	Trg.društvo	OPG van sustava PDV	ostalo	
do 1 ha	1	1			11	1	14
od 1 do 5 ha		5	3		43		51
više od 5 ha		1	7	1	3	1	13
Bez odgovora					1		1
<b>UKUPNO</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>58</b>	<b>2</b>	<b>79</b>

Prosječna veličina korištenog zemljišta je 3,6 ha. Prosječna veličina raspoloživog zemljišta u zakupu je 2 ha, od toga je prosječna veličina državnog zemljišta u zakupu također 2 ha (tablica 28).

**Tablica 28.** Prosječne površine raspoloživog i korištenog zemljišta

Obradive površine	Ukupno	Vlastito	Zakup	Državno	Korišteno
	Ha				
<b>Prosjek</b>	3,5	1,3	2,0	2,0	3,5
<b>St.dev.</b>	4,084	1,291	3,920	3,952	4,362

Prosječne i najveće površine (ha) poljoprivrednog zemljišta s obzirom na namjenu dane su u tablici 29. Najviše ispitanika se izjasnilo da ima voćnjake (67), i oranice (45). Prosječna veličina oranice je 1,52 ha, a voćnjaka 1,89 ha. Od ukupnog broja anketiranih njih 16 ima proizvodnju u zaštićenim prostorima.

**Tablica 29.** Poljoprivredne površine prema namjeni

Kategorije poljoprivrednih površina	Broj ispitanika	Veličina površina u ha		
	N	Maksimalna vrijednost	Prosječna vrijednost	Standardno odstupanje
Oranice	45	18,00	1,52	3,22
Voćnjaci	67	12,00	1,89	2,02
Vinogradi	10	1,00	0,05	0,16
Maslinici	13	11,40	0,3	1,56
Ostalo	16	2,00	0,17	0,39
Livade, pašnjaci	6	6,00	0,24	0,94
Zaštićeni prostori	16	0,80	0,08	0,17

Prosječne površine pod uzgojem jednogodišnjih kultura prikazane su u tablici 30. Prema rezultatima dosadašnjih istraživanja procjenjuje se da na području Donje Neretve povrće proizvodi na oko 1000 do 1200 ha. Ako se uzme da je na oko 30% zemljišta zastupljen uzgoj dvije kulture povrća godišnje, onda ukupna godišnja proizvodnja povrća na otvorenom zauzima od oko 1300 do 1500 ha. Uzimajući u obzir podatke iz tablice 5 može se procijeniti struktura povrćarske proizvodnje. Najzastupljenije kulture povrća u uzgoju na otvorenom su kupusnjače (kupus, kelj i cvjetača), zatim slijedi lubenica te plodovito povrće rajčica i paprika. Prema rezultatima kartiranja načina korištenja poljoprivrednog zemljišta u Donjoj Neretvi 1831 ha spada u kategoriju oranica i livada. Ako od te vrijednosti uzmemo procijenjene površine pod uzgojem povrća ostaje oko 800 do 600 ha pod ugarom, ugar, krmnim biljem, žitaricama.

Budući da je zastupljenost i vrsta poljoprivredne proizvodnje na oranicama dinamična u prostoru i vremenu sve površine treba uzeti kao okvirne, a ne apsolutne pokazatelje stanja na istraživanom području.

**Tablica 30.** Prosječne površine pod jednogodišnjim kulturama prema anketnim istraživanjima

<b>Kultura (ha)</b>	<b>Prosječna veličina površine pod kulturom (ha)</b>	<b>Standardno odstupanje</b>
lubenice	1,45	1,784
kupus	1,03	1,378
dinja	0,33	0,674
kelj	4,5	20,812
cvjetača	0,63	1,113
rajčica	0,16	0,251
m.krumpir	0,15	0,470
paprika	0,09	0,226
špinat	0,06	0,161
salata	0,24	0,800
blitva	0,53	2,291
poriluk	0,01	0,048
patlidžan	0,00	0,000
jednogodišnje ostalo	1,06	3,074
jednogodišnje u zaštićenim prostorima	0,08	0,128

Prema rezultatima anketnih istraživanja udio ispitanika koji su se izjasnili da imaju voćarsku proizvodnju je 84%. Prema rezultatima kartiranja načina korištenja poljoprivrednog zemljišta u Donjoj Neretvi (tablica 26) pod trajnim nasadima je 1967 ha. što predstavlja udjel od 52%.

Taj udjel značajno se razlikuje s obzirom na određena područja u Donjoj Neretvi. Tako je udjel voćnjaka na području Gloga i do 90%.

U tablici 31 prikazna su rezultati iz provedenih anketnih istraživanja za strukturu voćarske proizvodnje. Više od 50% ispitanika se izjasnilo da uzgaja citrusne, a slijedeće po zastupljenosti je uzgoj šljive, nektarine i breskve. Pod kategorijom višegodišnje kulture-ostalo uglavnom je naglasak na zastupljenosti maslina i vinograda. Najveće prosječne površine su pod citrusima.

**Tablica 31.** Struktura voćarske proizvodnje prema anketnim istraživanjima

Vrsta voća	Broj ispitanika	Prosječna veličina površine pod kulturom (ha)	Standardno odstupanje
citrusi	46	1,4	1,7
breskve	20	0,45	0,85
šljiva	22	0,18	0,46
nektarina	20	0,24	0,52
jabuka	19	1,01	1,9
višegodišnje kulture - ostalo	26	0,76	2,3

### 5.1. Primjena agrotehničkih mjera

U prošlosti je glavni nositelj razvoja tehnologije proizvodnje na području Donje Neretve bio Poljoprivredni kombinat "Neretva" koji je raspolagao potrebnim kadrovskim i tehničkim preduvjetima za takvu ulogu. Njegovim nestankom 1994. godine zbog promjene gospodarskih prilika došlo je do naglog prekida toga procesa. Velik broj malih privatnih proizvođača nije mogao biti nositelj razvoja zbog male prosječne površine i pomanjkanja stručnog znanja. Dodatne probleme donio je i period domovinskog rata koji je još više otežao gospodarsku situaciju. Premda je danas tehnologija proizvodnje na razini iznad prosjeka za šire područje nedostaje primjena najsuvremenijih rješenja za učinkovitiju uporabu resursa. S druge strane primjena agrotehničkih mjera poput gnojidbe, navodnjavanja i sredstava za zaštitu bilja nije u skladu s održivošću postojećeg ekosustava Donje Neretve.

Da bi vidjeli koji su glavni nedostaci u primjeni agrotehničkih mjera veći dio provedenog anketnog ispitivanja upravo se odnosi na taj dio.

Obiteljska poljoprivredna gospodarstva na istraživanom području razmjerno su dobro opremljena strojevima i opremom sukladno uvjetima proizvodnje. Međutim upravo zbog tih uvjeta, u proizvodnji se bilježi visoka razina ulaganja ljudskog rada. Najveći broj ispitanika (18) u osnovnoj i dopunskoj obradi tla primjenjuje rotofrezu. Ankete su pokazale da 41% ispitanika primjenjuje neki od oblika prekrivanja tla kao agrotehničku mjeru. Najčešće primjenjuju prekrivanje tla u uzgoju lubenice i dinje. Planiranje gnojidbe je najčešće stihijsko



bez poznavanja stanja hranjiva u tlu i planiranja prinosa. Najdominantnija je uporaba mineralnih gnojiva, od ukupno anketiranih svega 21% se izjasnilo da primjenjuje stajski gnoj. Od mineralnih gnojiva najčešće se primjenjuju NPK formulacije 7:14:21 (18 ispitanika) i 15:15:15 (10 ispitanika). Iz anketnih istraživanja je vidljiva intenzivna primjena sredstava za zaštitu bilja.

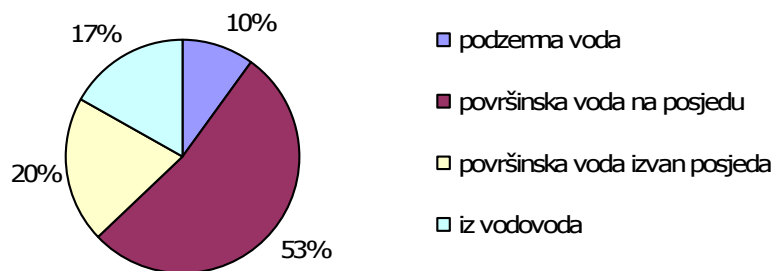
## **5.2. Primjena navodnjavanja**

Rentabilan uzgoj povrća i voća na području Donje Neretve praktično je neostvariv bez primjene navodnjavanja. Proračun potreba odabranih uzgajanih kultura za vodom na području Donje Neretve napravljen je za Idejni projekt Navodnjavanje u Donjoj Neretvi (Romić i sur., 2007). Prema navedenim proračunima norme navodnjavanja za područje Donje Neretve kreću se od 50 do 60 mm kod proizvodnje kupusnjača pa sve do 561 mm kod uzgoja jabuke sa zatravnjenim međurednim prostorom. Međutim i danas se navodnjavanje još uvijek ne primjenjuje u onoj mjeri u kojoj to nalažu klimatske i hidropedološke prilike područja.

Prema provedenim anketnim istraživanjima od ukupnog broja ispitanika 23 su navela da primjenjuju navodnjavanje u uzgoju lubenica, 13 u uzgoju kupusa, 12 u uzgoju rajčica te 8 u uzgoju cvjetače i salate. Od višegodišnjih kultura najviše ispitanika je navelo da navodnjava citruse (27), nektarine i jabuke (4) te breskve i šljive (3).

Posebna pažnja kod primjene navodnjavanja mora se dati kakvoći vode za navodnjavanje. Kakvoća vode za navodnjavanje u Donjoj Neretvi značajno varira s obzirom na izvor vode za navodnjavanje. Da bi se voda za navodnjavanje mogla koristiti bez negativnih posljedica za poljoprivredne kulture, ali i tlo, potrebno je poznavati njezin kemijski sastav.

Od ukupnog broja anketiranih poljoprivrednih proizvođača, njih 75 koristi vodu iz jednog od navedenih izvora vode za navodnjavanje, a od njih 75, 10 ih koristi više od jednog izvora vode za navodnjavanje. Za navodnjavanje kultura ispitanici najviše koriste površinsku vodu na posjedu (više od 50%, slika 29).



**Slika 29.** Izvori vode za navodnjavanje

Od ukupnog broja anketiranih njih 61 primjenjuje jedan od sustava navodnjavanja, a od njih 61, 21 primjenjuje više od jednog sustava za navodnjavanje jednogodišnjih kultura. Najviše korištena metoda za navodnjavanje jednogodišnjih kultura je kapanje (slika 30).



**Slika 30.** Metode navodnjavanja u jednogodišnjim (lijevo) i višegodišnjim (desno) nasadima

Za navodnjavanje višegodišnjih nasada 63 anketirana primjenjuju jednu od metoda navodnjavanja. Od njih 63, četiri primjenjuje više od jedne metode za navodnjavanje višegodišnjih nasada. Daleko najveću primjenu u navodnjavanju višegodišnjih nasada ima metoda kapanjem (78%).

### 5.3. Primjena posebnih mjera gospodarenja u zaslanjenim uvjetima

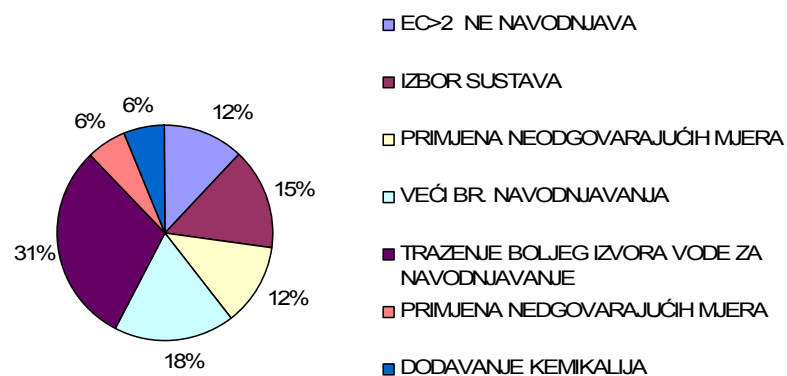
Od svih anketiranih poljoprivrednih proizvođača, 19 je odgovorilo da ne kontrolira kvalitetu vode koju koriste za navodnjavanje nasada. Razlozi koje su naveli zbog kojih ne kontroliraju kvalitetu vode za navodnjavanje su prikazani u tablici 32.

**Tablica 32.** Broj ispitanika koji ne kontroliraju kvalitetu vode i njihovi razlozi

Razlog	Broj ispitanika
cijena analiza	2
nedostupnost laboratorija	2
nema izbora	3
nema mogućnosti	3
nije potrebno	2
voda iz vodovoda	2
zadovoljavajuća kvaliteta	5
nisu odgovorili	10
$\Sigma$	<b>29</b>

Kvalitetu vode za navodnjavanje kontrolira 39 ispitanika. Uglavnom se kontrolira elektrovodljivost vode ručnim EC-metrom (27 ispitanika), a svega 9 ispitanika je navelo da daje vodu na analizu u laboratorije.

Kako je već u uvodu naglašeno u posljednjem pitanju ispitanici su trebali navesti posebne mjere gospodarenja koje primjenjuju kako bi smanjili negativne efekte primjene zaslanjene vode za navodnjavanje. Od ukupnog broja anketiranih svega 33 je odgovorilo da primjenjuju neki od načina gospodarenja. Budući je to pitanje bilo bez ponuđenih odgovora, kod obrade anketa smo dobivene odgovore svrstali u sedam kategorija (slika 31). Najčešće navođena mjera gospodarenja je traženje boljeg izvora vode za navodnjavanje i izbor sustava navodnjavanja (slika 31).

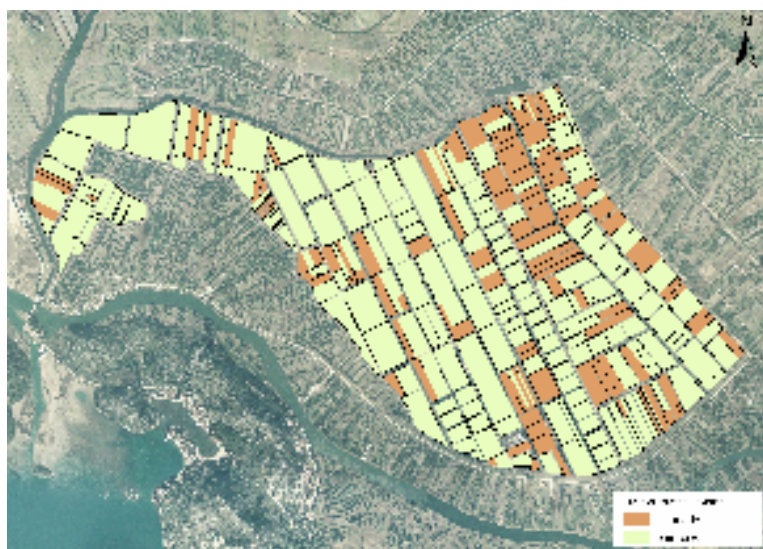


**Slika 31.** Primjena mjera gospodarenja u zaslanjenim uvjetima

## 6. Prijedlog budućeg korištenja i gospodarenja poljoprivrednim zemljištem u Donjoj Neretvi

### 6.1. Prijedlog budućeg načina korištenja poljoprivrednog zemljišta na pilot lokaciji Glog

Pilot lokacija Glog je područje Donje Neretve smješteno južno od grada Ploče, između vodotoka Mala Neretva i Crepina, a obuhvaća bruto površinu od 375 ha. Prema povijesnoj strukturi vlasništva, sve poljoprivredne površine toga područja bile su u posjedu društvenih poduzeća (slika 32). Na tim površinama provedeno je melioracijsko uređenje u sklopu šireg područja „Opuzen-Ušće“, a sastojalo od sljedećih zahvata: zaštite područja od vanjskih voda, osnovne i detaljne odvodnje, uređenja putne mreže, sadnje vjetrozaštitnih pojasa, a formirane su proizvodne poljoprivredne parcele pogodne za intenzivnu poljoprivredu. Jedan od najvažnijih hidrotehničkih objekata, crpna stanica „Modrič“, izgrađena je s namjerom da osigura unutrašnju odvodnju za šire područje. To je bilo naročito važno, jer je dio formiranih parcela bio na razini ili čak ispod razine mora.



**Slika 32.** Karta načina korištenja bivših društvenih poljoprivrednih površina na Pilot području Glog

U Studiji “Izvedivost sa sociološkom procjenom, plan upravljanja okolišem i idejni projekt za pilot područja Glog i Koševo Vrbovci” (Romić i sur., 2010.) na pilot lokaciji Glog je 94,5% površina svrstano u I. melioracijsku jedinicu koja predstavlja prioritet za navodnjavanje s agro

- i hidromelioracijama. Od ukupnih površina, pogodna tla zauzimaju 292,8 ha ili 84%, a umjereno pogodna tla 54,9 ha ili 16%. Za navodnjavanje pilot područja Glog u ovoj se fazi predviđa korištenje vode iz vodotoka Male Neretve. Naime, sama ideja navodnjavanja Donje Neretve, koju su razvijali FAO eksperti, temeljena je na zahvatu vode uzvodnije od Metkovića (nezaslanjena voda), distribuciji do Male Neretve koja je predviđena kao bazen svježe vode te daljnje distribucije crpkama i tlačnim cjevovodima do poljoprivrednih površina. Prema dosadašnjim rezultatima monitoringa kvalitete vode (1998. - 2004.) s aspekta stupnja zaslanjivanja, kvaliteta vode na lokaciji Mala Neretva nije bila ograničavajuća pod uvjetom da je tzv. „natapni kanal“ u funkciji.

Naprijed navedeni melioracijski zahvati uređenja poljoprivrednih površina, pogodnost tala za navodnjavanje, potencijalni izvor kvalitetne vode za navodnjavanje, kulture koje se uzgajaju na ovom području, opravdavaju izgradnju sustava za navodnjavanja i uvođenja navodnjavanja kao ekonomski prihvatljive i okolišno opravdane mjere u poljoprivrednoj proizvodnji na pilot lokaciji Glog.

Prema rezultatima provedenog kartiranja strukture poljoprivrednih parcela na potencijalnoj pilot lokaciji Glog neto poljoprivredne površine zauzimaju 310 ha (tablica 33).

**Tablica 33.** Struktura površina na pilot području Glog prema rezultatima kartiranja

GLOG	Površina (ha)
Ukupna površina	373,7
Bivše društvene površine	373,7
Trajni nasadi	232,9
Oranice, livade	77,2
Putovi, kanali	63,6
Neto bivše društvene površine	310,1
Privatne površine	0
Urbane površine	0

Od ukupnih površina trajni nasadi zauzimaju 75% područja, a ostatak čine oranice i livade. Promjenom strukture vlasništva (početkom desetljeća) dio oraničnih površina i livada bio je zapušten i nije se obrađivao (što je uočljivo na ortofoto karti), a razlog su nedefinirana prava i obveze korisnika. Naime, u tom razdoblju nije proveden plan raspolaganja državnim poljoprivrednim zemljištem. Danas je, međutim, situacija promijenjena, što je potvrđeno tijekom terenskih istraživanja te se na oraničnim površinama podižu trajni nasadi i to najčešće mandarine.

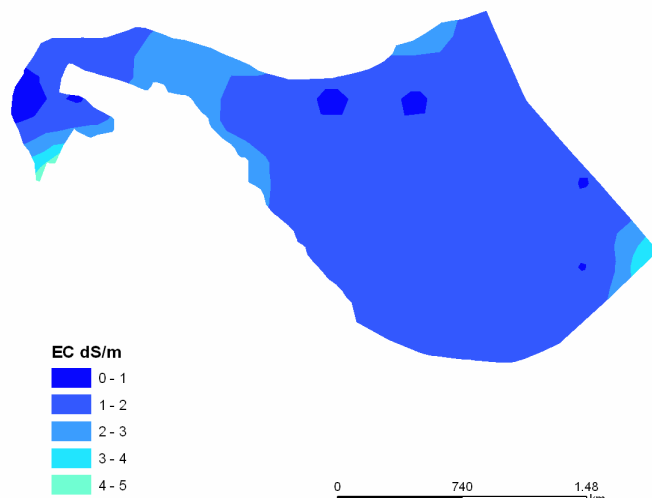
Planiranje razvoja poljoprivredne proizvodnje na području potencijalne pilot lokacije Glog treba biti prvenstveno usmjerena prema uklanjanju dva osnovna problema na tom području: osiguranje dostatnih količina kvalitetne vode za navodnjavanje i kontrolu razine zaslanjenosti površinskih i podpovršinskih slojeva tla. Iz slike 33 je vidljivo da je na području Gloga značajan dio površinskog sloja tla zaslanjen ( $EC_e \geq 2$ ), a problem zaslanjenosti je naročito izražen na dubini od 50 do 75 cm. Budući da je mandarina osjetljiva na povećane koncentracije soli u tlu poseban naglasak se stavlja na održavanje niske razine zaslanjenosti tala na području Gloga. Nadalje, uvođenjem navodnjavanja i fertirigacije zasigurno se može osigurati veći i stabilniji prinos, a kontrolom primjene gnojiva i povoljniji utjecaj na kakvoću podzemne vode.

Prema predviđenom modelu (tablica 34), poljoprivredna proizvodnja na površinama koje su bile u društvenom vlasništvu zasnovat će se na voćarskim drvenastim kulturama (90 %). Najzastupljenije drvenaste voćarske kulture u uzgoju bit će citrusi s naglaskom na uzgoju mandarina za konzumnu potrošnju u svježem stanju.

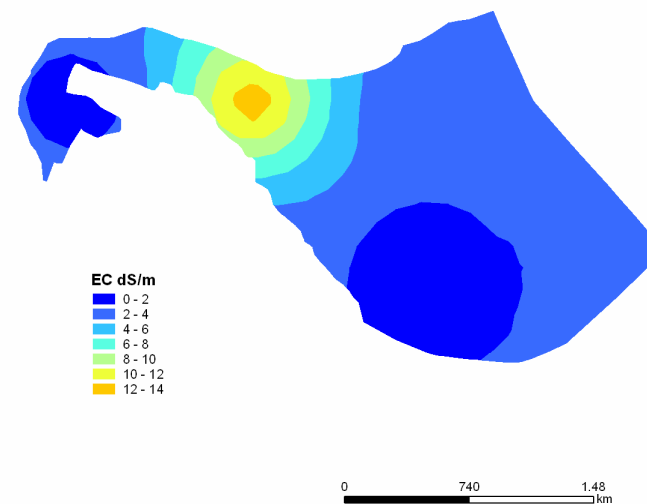
**Tablica 34.** Predviđena struktura poljoprivredne proizvodnje na pilot području Glog

Kultura	Površina	
	ha	%
Ukupno	310	100
Voće	279	90
Povrće	31	10
Citrusi	248	80
Ostalo voće	31	10
Paprika	1,2	0,4
Salata	3,1	1,0
Lubenica	9,3	3
Rajčica	3,1	1
Kupusnjače	12,4	4
Krastavci	1,9	0,6

Karta zaslanjenosti tla na dubini 0-25 cm dobivena interpolacijskom metodom inverzne udaljenosti (IDW)



Karta zaslanjenosti tla na dubini 50-75 cm dobivena interpolacijskom metodom inverzne udaljenosti (IDW)



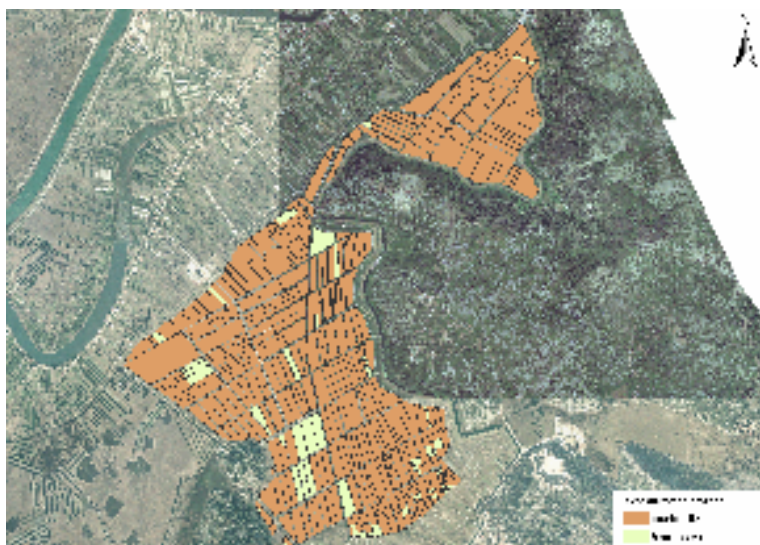
Slika 33

## **6.2. Prijedlog budućeg načina korištenja poljoprivrednog zemljišta na pilot lokaciji Koševo Vrbovci**

Pilot lokacija Koševo-Vrbovci (slika 34) je područje smješteno na lijevoj strani rijeke Neretve južno od grada Metkovića, a obuhvaća površinu od 403 ha. Karakteriziraju ga izvedeni hidromelioracijski sustavi osnovne odvodnje te ograničena pogodnost tla za intenzivnu poljoprivredu.

Poljoprivredni proizvođači koji koriste vodu za navodnjavanje iz kanala unutar melioracijskog sustava Koševo -Vrbovci izloženi su potencijalnoj opasnosti od zaslanjivanja svojih površina, ali i oštećenja i smanjenja prinosa kultura koje navodnjavaju. Budući da sustavi navodnjavanja nisu izgrađeni, poljoprivredni proizvođači niti nemaju druge mogućnosti već koriste vodu za navodnjavanje iz najbližih kanala. U Studiji "Izvedivost sa sociološkom procenom, plan upravljanja okolišem i idejni projekt za pilot područja Glog i Koševo Vrbovci" (Romić i sur., 2010) na području pilot lokacije Koševo Vrbovci utvrđena je samo jedna melioracijska jedinica prioriteta za navodnjavanje i uređenje poljoprivrednog zemljišta. Ta melioracijska jedinica predstavlja prioritet za hidro- i agromelioracije u primjeni navodnjavanja, a zauzima 398,8 ha. Čine je ograničeno pogodna i privremeno nepogodna tla. Ograničeno pogodna tla za navodnjavanje zauzimaju 255,1 ha ili 64% u odnosu na ukupnu površinu projektnog područja. Svakako treba istaći da detaljno uređenje poljoprivrednih površina putem hidro- i agromelioracija treba provesti na dijelu površina, kako bi bile pripremljene za održivu poljoprivrednu proizvodnju. Nadalje, treba dodati da na većem dijelu površina nisu poznati vlasnici odnosno korisnici poljoprivrednih površina. Na ovom području nije proveden program raspolaganja državnim poljoprivrednim zemljištem.





**Slika 34.** Karta načina korištenja bivših društvenih poljoprivrednih površina na Pilot području Koševo Vrbovci

Kada se od ukupne površine (403,7 ha) oduzmu površine puteva i kanala (69,5 ha) ostaje neto proizvodna površina od 334,2 ha. Ukupna površina zasađena trajnim nasadima iznosi 23,6 ha te površina od 310,6 ha koja se odnosi na oranične poljoprivredne površine i livade (tablica 35).

**Tablica 35.** Strukutra površina na području Koševo -Vrbovci

KOŠEVO-VRBOVCI	Površina (ha)
Ukupna površina	403,7
Bivše društvene površine	403,7
Trajni nasadi	23,6
Oranice, livade	310,6
Putevi, kanali	69,5
Neto bivše društvene površine	334,2
Privatne površine	0
Urbane površine	0

Poljoprivredni proizvođači na pilot području Koševo – Vrbovci usmjereni su na proizvodnju povrća. Pregledom stanja na terenu, oranice i livade su najvećim dijelom zasijane povrćem, značajan dio je pod ugarima ili se ne obrađuje. Procijenjeno je da će se proizvodnja povrća odvijati na 90% neto obradivih površina. U strukturi povrćarske proizvodnje su lubenica i kupusnjače (kupus, kelj, cvjetača) kao dominantne kulture u uzgoju, zastupljene na više od 80% površina (tablica 36). Važno je naglasiti da je proizvodnja povrća najčešće organizirana na način da se proizvedu i po dvije kulture godišnje na jednoj parceli. Poslije zimske i

ranoproljetne berbe kupusa, kelja, poriluka, špinata i salate slijedi uzgoj rajčice, paprike, patlidžana, lubenice i dinje. Prema procjeni proizvodnja voća se odvija na oko 34 ha. Obilaskom terena utvrđeno je da se najčešće radi o ekstenzivnom uzgoju s više voćnih vrsta po parceli. Glavne voćarske kulture su breskve i mandarine.

**Tablica 36.** Planirana struktura poljoprivredne proizvodnje na području Koševo-Vrbovci

Kultura	Površina	
	ha	%
Ukupno	334	100
Voće	34	10
Povrće	300	90
Citrusi	3	1
Breskve	27	8
Ostalo voće	3	1
Tikvice	45	15
Kupus	105	35
Kelj	24	8,0
Blitva	10	3,4
Cvjetača	24	8,0
Krumpir m.	24	8,0
Dinja	24	8,0
Paprika	15	5,0
Salata	15	5,0
Lubenica	90	30
Patlidžan	10	3,4
Rajčica	60	20
Špinat	15	5,0

Pri planiranju budućeg razvoja poljoprivredne proizvodnje za područje pilot lokacije Koševo Vrbovci treba voditi računa o osiguranju dostatnih količina kvalitetne vode za navodnjavanje. Naime za razliku od pilot područja Glog dje je izražen problem zaslanjenosti tala na pilot području Koševo Vrbovci nije zasada izražen (slika 35), ali bi to mogao postati u budućnosti korištenjem zaslanjene vode za navodnjavanje.

Karta zaslanjenosti tla na dubini 0-25 cm dobivena interpolacijskom metodom inverzne udaljenosti (IDW)



Slika 35.

## **7. Poljoprivredna proizvodnja u uvjetima navodnjavanja na potencijalnim pilot lokacijama Glog i Koševo Vrbovci**

### **7.1. Poljoprivredna proizvodnja u uvjetima navodnjavanja na potencijalnoj pilot lokaciji Glog**

Prema rezultatima provedenih anketnih istraživanja vidljivo je da je uzgoj citrusa jedna od glavnih poljoprivrednih djelatnosti. Međutim prosječna veličina parcele na kojima se uzgajaju citrusi manja je od 1,5 ha, a od 42 ispitanika koja su navela da uzgajaju citruse samo 15 navodnjava sve površine pod citrusima.

Istraživanja primjenom modela (Romić i sur., 2006) utvrdila su da u prosječnim klimatskim uvjetima na području Donje Neretve u uzgoju mandarine bez međurednog zatravljanja nedostatak vode iznosi 226 mm, a kod uzgoja s međurednim zatravljanjem taj nedostak iznosi 333 mm. Tijekom sušnih godina potrebe mandarine za vodom su daleko veće i iznose 350 mm (bez zatravljanja), odnosno 480 mm (s zatravljanjem). Temeljem analize redukcije prinosa mandarine u prosječnim klimatskim uvjetima (10-41%) može se zaključiti kako je primjena navodnjavanja nezaobilazna agrohidrotehnička mjera u suvremenom uzgoju mandarine na prostorima Donje Neretve.

Sukladno projekciji budućih prinosa u Studiji Navodnjavanje u Donjoj Neretvi koja se temelji na redukciji prinosa u uvjetima bez navodnjavanja, očekivano povećanje prinosa uvođenjem navodnjavanja kod mandarine biti će 17,75%. Detaljan izračun ekonomsko financijskog modela za pilot područje Glog dat je u Studiji "Izvedivosti sa sociološkom procjenom, plan upravljanja okolišem i idejni projekt za pilot područja Glog i Koševo Vrbovci".

U studiji „Kontrola tehnologije uzgoja i kvalitete mandarine u dolini Neretve“ (Romić, i dr. 2007) prikazani su problemi u proizvodnji mandarine zbog neadekvatnog gospodarenja vodom, ali drugim pomo- i agrotehničkim mjerama. Istraživanja su provedena na nekoliko odabranih lokacija na području Donje Neretve, među kojima su i nasadi s područja Gloga. Osim velikih oscilacija u prinosima problem je i postizanje zadovoljavajuće kvalitete plodova. Dva najizraženija problema su pojava ožegotina od sunca i pojava napuhanosti plodova. Zbog izrazito visokih temperatura dolazi do prekomjernog zagrijavanja površine ploda, smanjenja transpiracije te ne mogućnosti "hlađenja" tkiva. Problem je to izraženiji što je biljci na raspolaganju manje vode. Napuhanost plodova je jače izražena u godinama kada u fazi promjene boje dolazi do pojave visokih temperatura zraka i visoke relativne vlage, pogotovo

ako je prije toga plod pretrpio stres od suše. Analiza kvalitete pokazala je da napuhani plodovi imaju statistički značajno manju sočnost, topljivu suhu tvar i pH soka. Svi problemi povezani s nedostatkom vlage u tlu još su više izraženi ako je mandarina cijepljena na hidrofilnu podlogu trolisne naranče koju poljoprivrednici u dolini Neretve najčešće koriste zbog njene otpornosti na niske temperature. Ono što je naročito važno naglasiti jest to da se stabla mandarine, odnosno citrusa općenito, vrlo sporo oporavljaju od vodnog stresa.

Odabir optimalnog sustava i metode navodnjavanja sigurno je jedna od najefikasnijih agrotehničkih mjera kojom bi se smanjio nepovoljan utjecaj nejednolikosti oborina na prinose i kvalitetu plodova mandarine na području pilot lokacije Glog.

Uvođenjem održivog projekta navodnjavanja na pilot području Glog, uz istovremeno podizanje tehnologije proizvodnje i razvoja tržišta očekuje se da neće doći do značajnijih promjena u ukupnoj zastupljenosti uzgoja mandarina, ali će se stvoriti uvjeti kojima će se eliminirati redukcija prinosa uzrokovana nedostatkom vode, ostvariti viša kvaliteta plodova, te izbjeći alternativna rodnost.

## **7.2. Poljoprivredna proizvodnja u uvjetima navodnjavanja na potencijalnoj pilot lokaciji Koševo Vrbovci**

Prema provedenim anketnim istraživanjima za područje Donje Neretve najveći broj ispitanika se izjasnio da uzgaja lubenice, zatim slijedi kupus, i rajčica, cvjetača i salata, te dinja i kelj. Od broja ispitanika koji su naveli da imaju uzgoj pojedinih povrćarskih kultura njih 88% primjenjuje navodnjavanje lubenice, 81% navodnjava kupus, a 87% navodnjava dinju, a sličan je omjer i za ostale glavne povrćarske kulture u uzgoju.

Istraživanja primjenom modela (Romić i sur., 2006) pokazuju da se potrebne norme navodnjavanja za ostvarenje prinosa bez redukcije u prosječnoj godini kreću od relativno niskih 50 do 60 mm kod proizvodnje kupusnjača, pa od 370 do 390 mm kod rajčice, patlidžana i paprike. Sukladno projekciji budućih prinosa iz Studije Navodnjavanja u Donjoj Neretvi koja se temelji na redukciji prinosa u uvjetima bez navodnjavanja, najveće povećanje prinosa uvođenjem navodnjavanja bit će kod rajčice, paprike, patlidžana, lubenice i dinje te poriluka i blitve u rasponu od čak 1,5 do 2,2 puta..

Detaljan izračun ekonomsko financijskog modela za pilot područje Koševo Vrbovci dat je u Studiji "Izvedivosti sa sociološkom procjenom, plan upravljanja okolišem i idejni projekt za pilot područja Glog i Koševo Vrbovci"

Na području Pilot područja Koševo Vrbovci poljoprivrednici su suočeni s problemom izvora vode za navodnjavanje. Naime, na tom području nema organiziranog sustava navodnjavanja te su poljoprivredni proizvođači prisiljeni samoinicijativno osiguravati kvalitetnu vodu za navodnjavanje i s udaljenosti od nekoliko kilometara.

Uvođenjem održivog organiziranog sustava navodnjavanja na pilot području Koševo Vrbovci bit će moguće izmjeniti i proširiti plodored radi postizanja optimalnog tehnološko - ekonomskog programa proizvodnje. Sama izmejna plodoreda omogućit će i uvođenje novih kultura kojima će se povećati zauzetost raspoloživih površina ili će se povećati udio postojećih kultura veće dohodovnosti čiji je uzgoj ograničavao nedostatak vode. Povećanje površina pod navodnjavanim kulturama u prvom redu se očekuje iz površina ugara i neobrađenih površina.

## 8. Zaključci

- ▶ Područje Donje Neretve intenzivno se koristi za poljoprivredu, a ujedno je i ekološki vrlo osjetljivo. Velika prijetnja narušavanju ravnoteže aagro-ekosustava je zaslanjivanje vode i tla. Ova studija imala je opći cilj da utvrdi i kartira zaslanjenost tala u geografski definiranom području od 5815 ha Donje Neretve. Provedeni su opsežni terenski i laboratorijski istražni radovi, a statističkom i geostatističkom analizom te kartiranjem utvrđena je velika varijabilnost stupnja zaslanjenosti tala i u horizontalnoj i u vertikalnoj prostornoj dimenziji.
- ▶ Najjače zaslanjivanje tla utvrđeno uz tok Neretve na lokaciji Opuzen-Ušće najbliže moru; sljedeća lokacija povećane zaslanjenosti utvrđena je u blizini Opuzena, na mjestu sužavanja doline.
- ▶ Od ukupnog broja analiziranih uzorka (245) u površinskom sloju tla od 0 do 25 cm dubine, 58 uzoraka ima vrijednost elektrovodljivosti saturacijskog vodnog ekstrakta tla  $\geq 2$  dS/m, odnosno 24% uzoraka su zaslanjeni.
- ▶ Od ukupnog broja analiziranih uzoraka (63) u potpovršinskom sloju tla od 25 do 50 cm dubine, 15 uzoraka ima vrijednost elektrovodljivosti saturacijskog vodnog ekstrakta tla  $\geq 2$  dS/m, odnosno 24% uzoraka su zaslanjeni.
- ▶ Od ukupnog broja analiziranih uzoraka (63) u sloju tla dubine od 50 do 75 cm, 29 uzoraka ima vrijednost elektrovodljivosti saturacijskog vodnog ekstrakta tla  $\geq 2$  dS/m, odnosno 46% uzoraka su zaslanjeni.
- ▶ Od ukupnog broja analiziranih uzoraka (63) u sloju tla dubine od 75 do 100 cm, 37 uzoraka ima vrijednost elektrovodljivosti saturacijskog vodnog ekstrakta tla  $\geq 2$  dS/m, odnosno 59% uzoraka su zaslanjeni.
- ▶ Ukupno 36 pedoloških profila je otvoreno i analizirano u ovom projektu i u prethodnim projektima koji su se bavili sličnom problematikom u istom području (Izrada idejnog rješenja: Navodnjavanje u Donjoj Neretvi (2007) i Monitoring zaslanjivanja tla i vode u dolini Neretve (2009). Od ukupno broja profila, u njih 12 je utvrđeno zaslanjivanje horizonata, tj. vrijednost elektrovodljivosti saturacijskog vodnog ekstrakta tla  $\geq 2$  dS/m. Važno je naglasiti da su profili otvarani u različitim vremenskim razdobljima. No bez obzira na vremensku promjenjivost

procesa zaslanjivanja, navedeni podaci su relevantan pokazatelj vertikalne distribucije zaslanjenosti tala na području Donje Neretve.

- ▶ Nakon analize postojećeg stanja korištenja zemljišta u Donjoj Neretvi, zaključeno je da u narednom razdoblju treba pristupiti novelaciji projektnih rješenja melioracijskih sustava za odvodnju, postaviti sustav automatskih vodomjera na kanalskoj mreži, a u sustav upravljanja aktivnije uključiti korisnike sustava za odvodnju putem udruga korisnika; ukazano je na nedostatke postojećeg sustava za navodnjavanje.
- ▶ Ukupna kartirana površina istraživanog područja Donje Neretve iznosi 5815 ha (tablica 23). Na bivše društvene površine odnosi se 2791 ha, a na privatne neznatno veća površina od 2425 ha. Ostatak od 599 ha odnosi se na urbane površine. Ukupne poljoprivredne površine na području Donje Neretve zauzimaju površinu od 5216 ha, odnosno 3798 ha neto tj. kada se ukupne poljoprivredne površine umanje za površine pod putevima, kanalima, okućnicama i sl.
- ▶ Površine kartiranih parcela variraju od onih s površinom manjom od 0,01 ha pa sve do onih s površinom oko 7 ha. Ovako velike parcele odnose se na one zasađene trajnim nasadima.
- ▶ Struktura poljoprivredne proizvodnje i primjene različitih sustava i tehnologija u povrćarskoj i voćarskoj proizvodnji na području Donje Neretve ocjenjena je s obzirom na rezultate provedenih anketnih istraživanja, te na osnovi informacija iz dosadašnjih studija i službenih dokumenata.
- ▶ Na istraživanom području doline Neretve, zbog agroekoloških specifičnosti poljoprivredna proizvodnja je prilično razvijena, te se može definirati kao *voćarsko-povrćarska*. U strukturi drvenastih (voćarskih) kultura zastupljene su od isključivo mediteranskih vrsta (citrusi, smokve, masline...), pa sve do tradicionalno kontinentalnih (jabuka, šljiva, breskva, kruška...) voćarskih vrsta. Struktura povrćarske proizvodnje također je prilično razvijena, te su zbog specifičnih, prije svega geoklimatskih obilježja, izbora povrćarskih kultura i duljine njihove vegetacije, u dolini Neretve na otvorenom moguće i dvije berbe tijekom jedne proizvodne godine. Za razliku od voćarske, povrćarska struktura je podložna relativno brzim promjenama i intenzifikaciji proizvodnje, što također treba uzeti u obzir kod planiranja budućeg modela razvoja poljoprivredne proizvodnje i ocjene primjene agrotehničkih zahvata.
- ▶ Preporučene su tehnološke mjere gospodarenja poljoprivrednim zemljištem u zaslanjenim uvjetima; kad je u pitanju navodnjavanje te ukoliko se pri tome koristi zaslanjena voda, potrebno



je primijeniti modificirani način gospodarenja sustavom navodnjavanja: posebnu pozornost treba obratiti na količine i intervale navodnjavanja, vrijeme i količine ispiranja, metode navodnjavanja, te gospodarenje izvorima vode za navodnjavanje različite kakvoće.

- ▶ Predložen je način budućeg korištenja poljoprivrednog zemljišta na pilot lokacijama Glog, s pretežnim uzgojem cirusa i na lokaciji Koševo-Vrbovci koja se pretežno koristi za uzgoj povrća.

## 9. Digitalne baze podataka

Digitalna baza podataka pohranjena je na DVD mediju, a sadrži slijedeće podatke:

1. Digitalni orto-foto snimak
2. *Shape file*-Granica područja istraživanja
3. *Shape file*-Lokacije uzorkovanja površinskih uzoraka
4. *Shape file*-Lokacije uzorkovanja sonde
5. *Shape file*-Lokacije uzorkovanja pedoloških profila
6. *Shape file*-Baza podataka i karta zaslanjenosti 0-25 cm
7. *Shape file*-Baza podataka i karta zaslanjenosti 25-50 cm
8. *Shape file*-Baza podataka i karta zaslanjenosti 50-75 cm
9. *Shape file*-Baza podataka i karta zaslanjenosti 75-100 cm
10. *Shape file*-Bivše društvene površine
11. *Shape file*-Bivše društvene površine-oranice, livade, plastenici
12. *Shape file*-Bivše društvene površine-trajni nasadi
13. *Shape file*-Privatne površine
14. *Shape file*-Privatne površine-oranice, livade, plastenici
15. *Shape file*-Privatne površine-trajni nasadi
16. *Shape file*-Urbane površine
17. *Shape file*-Površinski vodotoci područja Donje Neretve
18. *Shape file*-Pedološka karta područja istraživanja
19. *Excel dokument*-Baza podataka (rezultati analiza)-profili.