

Franjo Tomić  
Stjepan Husnjak

DOI: <https://dx.doi.org/10.21857/9e31lh63vm>  
Izvorni znanstveni članak  
Rukopis prihvaćen za tisak: 20.4.2023.

## TLA GRADA POŽEGE I NJIHOVO UREĐENJE ZA UZGOJ BILJA U SUVREMENOJ POLJOPRIVREDI

### Sažetak

Područje Grada Požege ima ukupnu površinu 13 343 ha, od toga su 6234,3 ha poljoprivredne površine, a ostalo zauzimaju šume te površine naselja i voda. Poljoprivreda je jedna od najvažnijih gospodarskih djelatnosti. Na poljoprivrednom zemljištu, spletom posebnih pedogenetskih čimbenika, razvili su se različiti tipovi tala. Među 12 tipova tla najviše su zastupljena terestrička tla (8 tipova), semiterestrička tla (1 tip) i hidromorfna tla (3 tipa). S obzirom da na terestričkim tlima ne postoji problem suvišnih površinskih, kao ni visoka razina podzemne vode, na njima nije potrebna primjena sustava drenaže. Međutim, na terestričkim tlima pojavljuje se nedostatak vode tijekom vegetacijskog razdoblja pa je potrebno na njima, pri uzgoju poljoprivrednih kultura, nadoknaditi nedostatak vode sustavima navodnjavanja. Uz navodnjavanje, na pojedinim tipovima tala potrebno je primjenjivati odgovarajuće mjere agromelioracija u svrhu popravljivanja fizikalnih, kemijskih i bioloških značajki tla. Na semiterestričkom tipu pojavljuju se suvišne površinske vode i stagnirajuće vode u zoni rizosfere pa je predloženo izvesti odgovarajući sustav odvodnje, kao i primjenu agromelioracije za popravljivanje značajki tla. Navodnjavanje semiterestričkih tala prvenstveno dolazi u obzir nakon što se riješi problem suvišne vode sustavom odvodnje i nakon popravljenih značajki tla primjenom odgovarajućih mjera agromelioracije.

Na ovom području postoje tri tipa hidromrfnih tala. Pri njihovom uređenju prvenstveno je nužno riješiti suvišne vode (površinsku, odnosno visoku razinu podzemne vode ili jednu i drugu) predloženim sustavom odvodnje. Istodobno je potrebna i primjena agromelioracijskih mjera u svrhu popravaka fizikalnih i kemijskih, a time i bioloških značajki tla. Navodnjavanje na hidromrfnim tlima dolazi u obzir tek onda ako se izvrši njihov popravak sustavom odvodnje i agromelioracijskim mjerama, odnosno ostvari uzgoj poljoprivrednih kultura koje je potrebno navodnjavati. Budući da su melioracijske mjere za uređenje hidromrfnih tala (posebno amfiglejno tlo) kompleksne i vrlo skupe, ona se, u novije vrijeme, koriste za livade i pašnjake i pomažu razvoju stočarstva. U ovom radu predloženi su stoga sustavi odvodnje i agromelioracijskih mjera za

uređenje postojećih tipova tala na području Grada Požege u svrhu ostvarivanja suvremene poljoprivrede.

*Ključne riječi:* tlo, voda, poljoprivredna površina, odvodnja, navodnjavanje, agromelioracije.

## 1. UVOD

Područje Grada Požege zauzima površinu od 13 343 ha te administrativno pripada u Požeško-slavonsku županiju, a smješteno je u Središnjoj panonskoj poljoprivrednoj podregiji. Prostire se između živopisnih zelenih južnih obronaka Papuka i sjevernih obronaka Požeške gore, a na prostoru između njih prema prikazu na sl. 1 nalazi se dolina rijeke Orpljave.



Slika 1. Položaj administrativnog područja grada Požege na topografskim kartama

Najvažnija gospodarska djelatnost, po kojoj je ovaj kraj poznat od rimskih vremena do danas, a i danas je poljoprivreda. U svrhu usmjeravanja daljnjeg razvoja poljoprivrede, u radu se prikazuju osnovne značajke za nju najvažnijeg prirodnog dobra - tla i zahvati potrebni za uređenje za suvremeni uzgoj bilja u poljoprivredi. Budući da se (ovisno o tipu hidromorfni tala) tijekom godine javljaju suvišne površinske vode i previsoka razina podzemne vode, kao i nedostatak vode u vegetacijskom razdoblju za uzgoj većeg broja poljoprivrednih kultura, potrebno je uvoditi i koristiti melioracijske sustave odvodnje i navodnjavanja. Pored toga, na odgovara-

rajućim tipovima tala nužno je primijeniti i agromelioracijske zahvate za potrebe održive intenzifikacije uzgoja bilja te visokih i stabilnih prinosa.

## 2. METODE I KORIŠTENI MATERIJALI

Rad se temelji na podacima prikupljenim u dosadašnjim istraživanja tala ovoga područja za različite svrhe. Za prikaz značajki tala korištena je osnovna pedološka karta RH mjerila 1 : 50 000, list Slavonska Požega 2, s pripadajućim tumačem karte (Kalinić i Pavlić, 1978), a za rasprostranjenost šuma koristili smo kartu koju je izradio Kušan (2020).

Za obradu pitanja odvodnje i navodnjavanja korišteni su studijski i projektni materijali koji se odnose na Požeštinu: Vodoprivredna osnova sliva rijeke Orljave (1991), Hrvatske vode, Zagreb, Osnove navodnjavanja na području Požeško-slavonske županije (2005), Hidroprojekting Zagreb i Hidroing Osijek, Sustav navodnjavanja Orljava-Londža u Požeško-slavonskoj županiji (2014), te Institut za istraživanje i razvoj održivih ekosustava, Zagreb.

Pri ocjeni potrebe i izbora agromelioracijskih zahvata korišteni su vlastiti radovi - Husnjak i sur. (2007): Idejno rješenje za „Sustav navodnjavanja Orljava – Londža“, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu te Husnjak i sur. (2007): Idejno rješenje za sustav navodnjavanja „Ramanovci – Bektež“, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb. Za ostala pitanja koristili smo radove koje navodimo u popisu literature.

## 3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

### 3.1. Prikaz čimbenika tvorbe tla - pedogeneze

#### 3.1.1. Reljef

Područje istraživanja može se podijeliti na tri geomorfološke cjeline koje obilježavaju i reljef toga područja. Sjeverni dio čine južni obronci Papuka, nadmorske visine u rasponu od 160 do 250 m. Središnji dio predstavlja dolinu rijeke Orljave, koja se prostire na nadmorskoj visini od 150 do 160 m. Južni dio čine sjeverni obronci Požeške gore, koji se prostiru na nadmorskoj visini od oko 160 do 400 m.

#### 3.1.2. Matični supstrat

Važan čimbenik tvorbe i osobina tla na području grada Požege je matični supstrat. Na sjevernom dijelu prevladavaju *les* i *pleistocenske ilovače*. Na južnom dijelu, koji je najvećim dijelom pod šumom, prevladavaju *lapor* i *laporoviti vapnenac*, *kredni vapnenac* i *metamorfne stijene*. Dolina Orljave građena je od *holocenskih ilovača* i *gline*. Svojim značajkama navedeni supstrati izravno su utjecali i danas utječu na postanak i značajke tala koje danas nalazimo na tim supstratima.

### 3.1.3. Klima

Područje istraživanja obilježava semihumidna do humidna klima. U prosjeku na tom području padne oko 780 mm oborina godišnje. Srednja godišnja temperatura iznosi oko 10,7 °C.

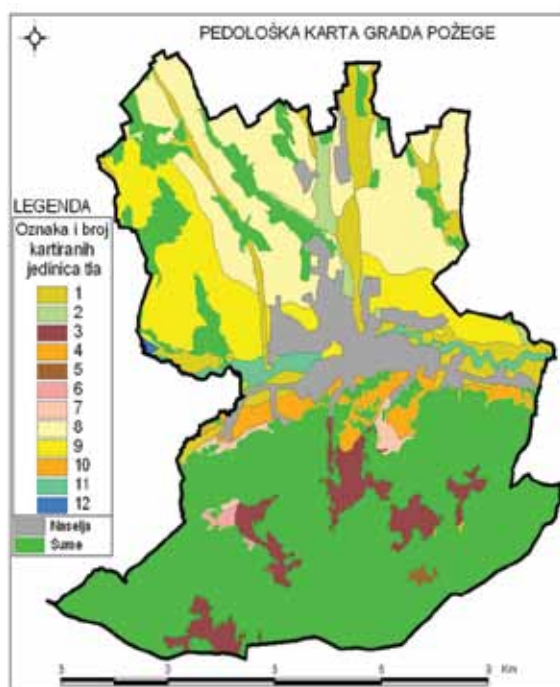
### 3.1.4. Način korištenja zemljišta - utjecaj čovjeka

Područje je naseljeno od neolitika pa je utjecaj čovjeka dugotrajan i snažan i to u prvom redu zbog načina korištenja jer šumska vegetacija štiti tlo od erozije i na nagibima, dok su poljoprivredna tla gola i izložena ispiranju i djelovanju oborina, lesivaži, pseudooglejavanju i eroziji. Obilježje je južnog dijela da je najvećim dijelom pod šumskom vegetacijom, dok na sjevernom i središnjem dijelu prevladava poljoprivredno zemljište.

## 3.2. Značajke tla

### 3.2.1 Pedološka karta

Za prikaz značajki tala izrađena je pedološka karta kao isječak iz osnovne pedološke karte RH mjerila 1 : 50 000, list Slavonska Požega 2, uvažavajući način korištenja zemljišta iz 2020. godine (Kušan, 2020). Navedena pedološka karta prikazuje se na slici 2.



Slika 2. Pedološka karta Grada Požege

Splet opisanih prirodnih čimbenika tvorbe tla i način korištenja odlukom čovjeka utjecao je na procese tvorbe i rezultirao stvaranjem različitih tipova tala, koji se na pedološkoj karti prikazuju kao zemljišne kombinacije. Na karti je izdvojeno dvanaest kartiranih jedinica tla, čiju građu, postotnu zastupljenost i površinu pojedinih pedosistematskih jedinica u hektarima, prikazujemo u legendi pedološke karte:

Tablica 1. Legenda pedološke karte Grada Požege

Broj	Naziv sistematskih jedinica tla	% zastupljenosti	Površina ha
1	Koluvij aluvijalno-koluvijalni, neoglejeni i oglejeni Hipoglej mineralni karbonatni i nekarbonatni	80 20	947,8
2	Koluvij aluvijalno-koluvijalni, oglejeni Amfiglej mineralni nekarbonatni	60 40	171,0
3	Eutrično smeđe, tipično i lesivirano Rendzina karbonatna Lesivirano pseudoglejno	60 20 20	637,9
4	Eutrično smeđe, tipično i lesivirano Rendzina karbonatna Sirozem silikatno karbonatni Lesivirano tipično	40 30 20 10	411,2
5	Eutrično smeđe tipično Eutrično smeđe lesivirano Lesivirano pseudoglejno	40 30 30	26,8
6	Distrično smeđe tipično Distrično smeđe lesivirano	80 20	38,7
7	Distrično smeđe, tipični i lesivirano Ranker distrični regolitični Koluvij s prevagom sitnice	70 20 10	114,8
8	Lesivirano tipično Lesivirano pseudoglejno	70 30	2.256,2
9	Lesivirano pseudoglejno Pseudoglej obronačni Lesivirano tipično	50 30 20	1.387,5

10	Lesivirano pseudoglejno	50	4,3
	Eutrično smeđe lesivirano	30	
	Crnica vapnenačko dolomitna	20	
11	Fluvijalno tlo, karbonatno, neoglejeno	70	225,8
	Fluvijalno tlo, karbonatno, oglejeno	30	
12	Amfiglej mineralni nekarbonatni	50	12,2
	Hipoglej mineralni nekarbonatni	50	
Ukupna površina kartiranih jedinica tla (poljoprivrednog zemljišta)			<b>6.234,3</b>
13	Izgrađeno područje		1.088,7
14	Šume		6.020,0
SVEUKUPNA POVRŠINA PODRUČJA GRADA POŽEGE			<b>13.343,0</b>

Daljnjom analizom pedološke karte i njezine legende utvrđeno je da se prema klasifikaciji tala Hrvatske (Husnjak, 2014) na istraživanom području javlja dvanaest tipova tala, s više podtipova, varijeteta i formi. Na temelju podataka o postotnoj zastupljenosti pojedinih sistematskih jedinica, odnosno stupnja heterogenosti i ukupne površine kartiranih jedinica tla poljoprivrednog zemljišta, utvrđena je površina pojedinih tipova tala i njegovih nižih jedinica te je prikazana u tablici 2.

Tablica 2. Popis i površina pojedinih tipova tala na području poljoprivrednog zemljišta

Broj	Tip tla	Niža jedinica	Površina (ha) za	
			sis. jedinicu	tip tla
Terestrička tla				
1	Koluvij	aluvijalno koluvijalni neoglejeni	454,9	872,3
2		aluvijalno koluvijalni oglejeni	405,9	
3		nekarbonatni, prevagom sitnice	11,5	
4	Sirozem	na laporu i laporovitom vapnencu	82,2	82,2
5	Ranker	distrični regolitični, na metamornim stijenama	22,9	22,9
6	Crnica	vapnenačko dolomitna	0,9	0,9
7	Rendzina	na laporu i laporovitom vapnencu karbonatna	250,9	250,9

8	Eutrično smeđe	na laporu i laporovitom vapnencu, tipično i lesivirano	547,2	567,3
9		na pliocenskim ilovačama i glinama, tipično i lesivirano	18,8	
10		na vapnencu lesivirano	1,3	
11	Distrično smeđe tlo	na konglomeratima, škriljcima i pješčenjacima	38,7	119,1
12		na metamornim stijenama	80,4	
13	Lesivirano tlo	tipično tlo na laporu	41,1	3406,3
14		pseudoglejno tlo na laporu	127,6	
15		pseudoglejno na pliocenskim ilovačama i glinama	8,0	
16		tipično na lesu i pleistocenskim ilovačama	1856,8	
17		pseudoglejno na lesu i pleistocenskim ilovačama	1370,6	
18		pseudoglejno na vapnencu	2,2	
Semiterestrička tla				
19	Pseudoglej	na obronku	416,3	416,3
Hidromorfna tla				
20	Fluvijalno tlo	karbonatno neoglejeno	158,1	225,8
21		karbonatno oglejeno	67,7	
22	Hipoglej	nekarbonatni mineralni	119,9	195,7
23		karbonatni mineralni	75,8	
24	Amfiglej	nekarbonatni mineralni	74,6	74,6
<b>UKUPNO</b>			<b>6.234,3</b>	<b>6.234,3</b>

Osam tipova tala pripada redu terestričkih tala koje obilježava vlaženje samo oborinskom vodom, koja se slobodno i bez duljeg zastoja cijedi kroz solum tla, bez duljeg zadržavanja prekomjerne vode. Stoga u tim tlima izostaju znaci značajnijeg prekomjernog vlaženja. Zauzima ukupnu površinu od 5321,9 ha (ili 85,4 % poljoprivrednog zemljišta). Ta su tla i najzastupljenija, a među njima prevladava lesivirano tlo u različitim stadijima razvoja: tipično, u kojemu je iluvijalni horizont propustan za vodu pa nema zastoja oborinske vode u njemu, i pseudoglejno, u kojemu je iluvijalni horizont obogaćen glinom do te mjere da uzrokuje povremene zastoje otjecanja oborinske vode, koja se poslije jačih kiša na ravnim položajima nakuplja na njemu,

izbija do površine, a na nagnutima otječe po tom sloju. *Dakle, klimaks stadij evolucije tala na ovom području je lesivirano tlo, na prijelazu u zonu pseudogleja zapadnog dijela panonske Hrvatske* (Bašić 2013; Husnjak 2014).

Jedan tip tla – pseudoglej, u kartiranoj jedinici br. 12, pripada redu semiterestričkih tala. Obilježava ga prekomjerno vlaženje uzrokovano stagniranjem oborinske vode u gornjem dijelu pedološkog profila zbog zbijenog nepropusnog sloja težeg mehaničkog sastava s većim sadržajem čestica gline. Zauzima površinu od 416,3 ha (ili 6,7 % poljoprivrednog zemljišta).

Tri tipa tla pripadaju redu hidromorfni tala. Obilježava ih javljanje prekomjernog vlaženja visokom podzemnom vodom (hipoglej), odnosno u kombinaciji s dugotrajno stagnirajućom površinskom vodom (amfiglej i fluvijalno tlo). Ovaj red tala zauzima površinu od 486,1 ha (ili 7,9 % poljoprivrednog zemljišta).

Kao što je već istaknuto, unutar kartiranih jedinica, pojedini tipovi tala i niže sistematske jedinice ne javljaju se odvojeno, nego s drugim tipovima i nižim jedinicama tla, ovisno o matičnom supstratu, reljefu, hidrologiji, vegetaciji i ljudskoj aktivnosti, tvoreći pri tome zemljišne kombinacije. U daljnjem tekstu navode se osnovne značajke sistematskih i kartiranih jedinica tla.

### **3.2.2. Značajke sistematskih jedinica tla**

Značajke pojedinih tipova tala, koji se javljaju na istraživanom području, opisane su u postojećoj literaturi (Škorić, 1977; Škorić, 1986; Husnjak, 2014). Stoga se u nastavku prikazuju samo osnovne značajke tipova tala koje su vezane uz njihovu specifičnost na području istraživanja.

#### **Koluvij**

Koluvijalna tla javljaju se samo na sjevernom dijelu grada Požege, odnosno na obroncima Papuka. Nalaze se samo u podnožju padina tamošnjih obronaka, čijim središnjim dijelom teče više potoka, koji nakon jačih oborina mogu poplaviti te uske potočne doline. Ova tla nastaju kao rezultat prenošenja zemljišnog materijala niz padine, zbog čega su najčešće veće dubine. Obilježava ih pretežno ilovasta do glinasto-ilovasta tekstura, povoljni vodozračni odnosi, slabo kisela reakcija tla i slaba humoznost. Javlja se u kartiranim jedinicama broj 1, 2 i 7. Zauzima svega 872,3 ha. Veći dio koluvija je antropogeniziran te se već desetljećima koristi kao tlo visoke plodnosti u poljodjelstvu.

#### **Sirozem**

Sirozem se javlja samo na obroncima Požeške gore u kartiranoj jedinici broj 4, na erodibilnim laporima i laporovitim vapnencima. To su predjeli površine od 82,2 ha, na kojima je izrazita erozija tla vodom, koja odnosi sitnicu (tlo) te na površinu izbija supstrat i nastaju sirozemi. Tlo zauzima samoizraženi nagib terena, plitko je, ilovsto-glinaste teksture, alkalne reakcije, niske humoznosti i mjestimično slabe skeletoidnosti, napose na laporovitim vapnencima.



### **Ranker**

Ranker se također javlja samo na obroncima Požeške gore u kartiranoj jedinici broj 7, razvijenoj na kiselim, silikatnim metamorfnim stijenama. Obilježje mu je plitka ekološka dubina, ilovasta tekstura, kisela reakcija tla, povoljni vodozračni odnosi te dobra humoznost. Nalazi se na 22,9 ha površine šumskih ekosustava.

### **Crnica vapnenačko dolomitna**

Crnica vapnenačko dolomitna, plitko tlo na vapnencu, javlja se samo u kartiranoj jedinici broj 10 koja je razvijena na vapnencu na obroncima Požeške gore. Pretežno je šumsko tlo, zauzima vrlo malo površinu, svega oko 0,9 ha. Obilježje mu je neutralna do slabo kisela reakcija tla (pH), glinasto-ilovasta tekstura i mjestimično slaba skeletoidnost, povoljni vodozračni odnosi i visoka humoznost.

### **Rendzina**

Rendzina je tlo koje se javlja samo na obroncima Požeške gore. Dolazi u kartiranim jedinicama broj 3 i 4, koje su razvijene na laporu i laporovitom vapnencu. Zauzima površinu od 250,9 ha. Obilježavaju je ilovasto-glinasta tekstura, alkalna do neutralna reakcija tla, povoljni vodozračni odnosi i dobra humoznost, te plitka ekološka dubina.

### **Eutrično smeđe tlo**

Eutrično smeđe tlo dolazi u kartiranim jedinicama broj 3, 4, 5 i 10. Navedene kartirane jedinice javljaju se samo na području Požeške gore, a razvijene su na laporu, laporovitom vapnencu, pliocenskim ilovačama i glinama, te na vapnencu. Obilježavaju ga srednje duboka do duboka ekološka dubina, ilovstao-glinasta i glinasta tekstura, slabo kisela reakcija tla, povoljni vodozračni odnosi i dobra humoznost tla. Zauzima površinu od 567,3 ha.

### **Distrično smeđe tlo**

Distrično smeđe tlo dolazi u kartiranim jedinicama broj 6 i 7, koje se također javljaju samo na području Požeške gore, a razvijene su na metamorfnim stijenama, kao što su kvarcni konglomerati, škriljci i pješčenjaci. Obilježavaju ga srednje duboka ekološka dubina, ilovasta tekstura, kisela do jako kisela reakcija tla, povoljni vodozračni odnosi i dobra humoznost tla. Zauzima površinu od 119,1 ha.

### **Lesivirano tlo**

Lesivirano tlo je najrasprostranjenija pedosistematska jedinica istraživanog područja, a javlja se na obroncima Požeške gore i Papuka. Na području Požeške gore dolazi u kartiranim jedinicama broj 3, 4, 5 i 10, koje su razvijene na laporu, vapnencu i pliocenskim ilovačama. Obilježavaju ga srednje duboka do duboka ekološka dubina, ilovasto-glinasta tekstura, kisela reakcija tla, povoljni vodozračni odnosi i slaba humoznost tla. Zauzima površinu od 178,9 ha. Na području obronaka Papuka dolazi u kartiranim jedinicama 8 i 9, koje su razvijene na lesu i pleistocenskim ilovačama. Glavna su mu obilježja: ekološka dubina profila je duboka, ilovasta tekstura,

jako kisela reakcija tla, povoljni vodozračni odnosi i slaba humoznost tla. Zauzima površinu od 3227,4 ha.

### **Pseudoglej**

Pseudoglej je jedini tip tla koji pripada redu semiterestričkih tala. Javlja se samo na južnim obroncima Papuka, gdje dolazi kao obronačni podtip u kartiranoj jedinici broj 9, koja je razvijena na pleistocenskim ilovačama. Obilježja su mu srednje duboka ekološka dubina, ilovasta do ilovasto-glinasta tekstura, izrazita teksturna diferencijacija, jako kisela reakcija tla, nepovoljni vodozračni odnosi, slaba humoznost tla, te stagniranje oborinske vode u zoni rizosfere. Zauzima površinu od 416,3 ha.

### **Fluvijalno tlo**

Fluvijalno tlo razvijeno je samo u dolini rijeke Orljave koja protječe središnjim dijelom istraživanog područja. Javlja se samo u kartiranoj jedinici broj 11. Obilježje mu je duboka ekološka dubina, slabo alkalna reakcija tla, pretežno ilovasta do glinasta tekstura, povoljni vodozračni odnosi i slaba humoznost tla. Zauzima površinu od 225,8 ha.

### **Hipoglej**

Hipoglej je tlo koje se javlja na malom dijelu doline rijeke Orljave, te u potočnim dolinama u kombinaciji s kolvijalnim tlom na području obronaka Papuka, kartirane jedinice 12 i 1. Obilježava ga, prije svega, prekomjerno vlaženje u zoni rizosfere uzrokovano javljanjem visoke podzemne vode. Osim toga, obilježava ga i srednje duboka ekološka dubina, slabo alkalna do slabo kisela reakcija tla, pretežno ilovasta do glinasto-ilovasta tekstura, povoljni vodozračni odnosi i osrednja humoznost tla. Zauzima površinu od 196,7 ha.

### **Amfiglej**

Amfiglej je tlo koje se također javlja na malom dijelu doline rijeke Orljave, te u potočnim dolinama u kombinaciji s kolvijalnim tlom na području obronaka Papuka, kartirane jedinice 12 i 2. Obilježava ga, prije svega, prekomjerno vlaženje u zoni rizosfere uzrokovano pojavom visoke podzemne vode, te dugotrajno stagnirajuće površinske oborinske vode. Osim toga, obilježava ga i srednje duboka do plitka ekološka dubina, slabo kisela reakcija tla, pretežno ilovasto-glinasta do glinasta tekstura, vrlo nepovoljni vodozračni odnosi i osrednja humoznost tla. Zauzima površinu od 74,6 ha.

### **3.2.3. Značajke kartiranih jedinica tla**

Kao što je spomenuto, kartirane jedinice tla su složene zemljišne kombinacije koje se sastoje od više sistematskih jedinica. U tablici 3. prikazane su osnovne značajke kartiranih jedinica tla koje se odnose na matični supstrat, nagib terena, dreniranost tla, teksturu površinskog horizonta, ekološku dubinu i dominantni način vlaženja. Interpretacija značajki za nagib terena i ekološku dubinu tla navedena je na dnu tablice. Ostale značajke potpunije karakteriziraju pojedine kartirane i sistematske jedinice tla, a korištene su u procjeni potrebnih mjera za uređenje pojedinih sistematskih jedinica tala.

Tablica 3. Značajke kartiranih jedinica tla na poljoprivrednom zemljištu

Broj	Naziv sistematskih jedinica tla	% za- stu- plje- nosti	Matični supstrat	Nagib te- rena %***	Tekstura površin- skog hori- zonta	Dom- nanti način vlaženja	Ekološka dubina*	Drenira- nost tla	Površina ha
1	Koluvij aluvijalno- koluvijalni, neoglejeni i oglejeni Hipoglej mineralni karbonatni i nekarbonatni	80 20	holocenske ilovače i gline	0-3	ilovasta i glinasto- ilovasta	automor- fni i hipo- glejni	duboka do srednje duboka	dobra do nepotpun- na	947,8
2	Koluvij aluvijalno- koluvijalni, oglejeni Amfiglej mineralni nekarbonatni	60 40	holocenske ilovače i gline	0-3	glinasto- ilovasta i glinasta	automor- fni i am- figlejni	srednje duboka	nepot- puna do slaba	171,0
3	Eutrično smeđe, tipično i lesivirano Rendzina karbonatna Lesivirano pseudoglejno	60 20 20	lapor i lapo- roviti vapne- nac	3-30	glinasto- ilovasta i ilovasta	automor- fni	srednje duboka do plitka	dobra	637,9
4	Eutrično smeđe, tipično i lesivirano Rendzina karbonatna Sirozem silikatno karbonatni Lesivirano tipično	40 30 20 10	lapor i lapo- roviti vapne- nac	3-16	ilovasta i glinasta	automor- fni	srednje duboka do plitka	dobra	411,2

5	Eutrično smeđe tipično Eutrično smeđe lesivirano Lesivirano pseudoglejno	40 30 30	pliocenski pijesci, ilova- če i gline	3-30	glinasto- ilovasta i ilovasta	automor- fni	srednje duboka do duboka	dobra	26,8
6	Distrično smeđe tipično Distrično smeđe lesivirano	80 20	konglomerat, škriljci i pje- ščenjaci	3-30	ilovasta	automor- fni	plitka do srednje duboka	dobra	38,7
7	Distrično smeđe, tipični i lesivirano Ranker distrični regolitični Kolvij s prevagom sitnice	70 20 10	metamorfne stijene	3-30	ilovasta i skeletoidna	automor- fni	plitka do srednje duboka	dobra	114,8
Na području 8	Lesivirano tipično Lesivirano pseudoglejno	70 30	les i plei- stocenske ilovine	0-8	ilovasta	automor- fni	duboka	umjereno dobra do dobra	2.256,2
9	Lesivirano pseudoglejno Pseudoglej obronačni Lesivirano tipično	50 30 20	les i plei- stocenske ilovine	0-8	ilovasta	automor- fni	duboka	umjereno dobra do dobra	1.387,5
10	Lesivirano pseudoglejno Eutrično smeđe lesivirano Crnica vapnenačko dolo- mitna	50 30 20	vapnenac	0-16	ilovasta i glinasto- ilovasta	automor- fni	srednje duboka do plitka	dobra	4,3
11	Fluvijalno tlo, karbonatno, neoglejeno Fluvijalno tlo, karbonatno, oglejeno	70 30	ilovače	0-3	ilovasta	aluvijalni	duboka	umjereno dobra	225,8

12	Amfiglej mineralni nekarbonatni Hipoglej mineralni nekarbonatni	50 50	gline i ilovače	0-3	glinasto- ilovasta i ilovasta	amfiglejni i hipoglejni	srednje duboka do plitka	slaba do nepotpuna	12,2
Ukupna površina kartiranih jedinica tla (poljoprivrednog zemljišta)									
13	<b>Izgrađeno područje</b>								<b>1.088,7</b>
14	<b>Šume</b>								<b>6.020,0</b>
<b>SVEUKUPNA POVRŠINA GRADA POŽEGE</b>									
									<b>13.343,0</b>

\* ekološka dubina tla: vrlo plitka: 0 - 15 cm, plitka: 15 - 30 cm, srednje duboka: 30 - 60 cm, duboka: 60 - 120 cm, vrlo duboka ->120 cm

\*\* nagib terena: ravno do skoro ravno: 0 - 3 %, blage padine: 3 - 8 %, umjerene padine: 8 - 16 %, umjereno strme padine: 16 - 30 %, strme padine ->30 %

### 3.3. Pogodnost poljoprivrednog zemljišta za navodnjavanje

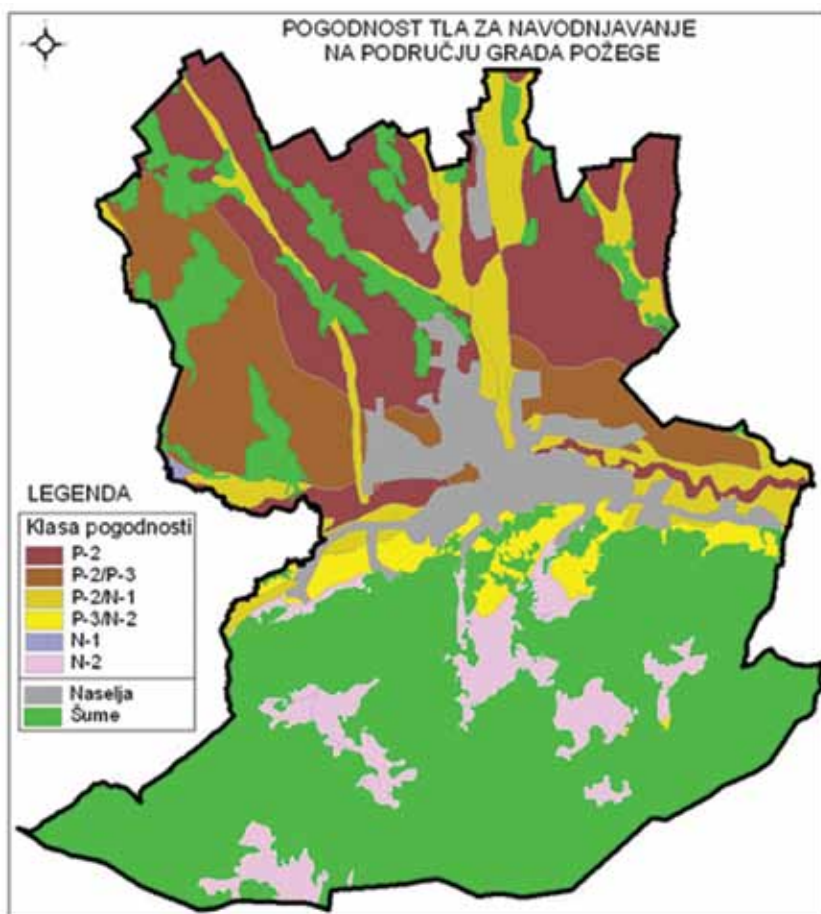
Procjena pogodnosti zemljišta izvršena je prema kriterijima i normativima FAO metode procjene zemljišta (FAO, 1976). Uvažavajući značajke tla, kartirane jedinice razvrstane su u klase pogodnosti: klasa P-1 predstavlja *dobro pogodna tla* za navodnjavanje; P-2 su *umjereno pogodna*; P-3 *ograničeno pogodna*; N-1 *privremeno nepogodna*; a N-2 tla *trajno nepogodna* za navodnjavanje.

Rezultati procjene pogodnosti prikazani su u tablici 4. Temeljem tih rezultata izrađena je *karta pogodnosti za navodnjavanje* poljoprivrednog zemljišta istraživanog područja, slika 3.

Tablica 4. Rezultati procjene pogodnosti kartiranih jedinica tla za navodnjavanje

Broj	Naziv sistematskih jedinica tla	% zastupljenosti	Klasa pogodnosti	Površina ha
1	Koluvij aluvijalno-koluvijalni, neoglejeni i oglejeni Hipoglej mineralni karbonatni i nekarbonatni	80 20	P-2/N-1	947,8
2	Koluvij aluvijalno-koluvijalni, oglejeni Amfiglej mineralni nekarbonatni	60 40	P-2/N-1	171,0
3	Eutrično smeđe, tipično i lesivirano Rendzina karbonatna Lesivirano pseudoglejno	60 20 20	N-2	637,9
4	Eutrično smeđe, tipično i lesivirano Rendzina karbonatna Sirozem silikatno karbonatni Lesivirano tipično	40 30 20 10	P-3/N-2	411,2
5	Eutrično smeđe tipično Eutrično smeđe lesivirano Lesivirano pseudoglejno	40 30 30	N-2	26,8
6	Distrično smeđe tipično Distrično smeđe lesivirano	80 20	N-2	38,7
7	Distrično smeđe, tipični i lesivirano Ranker distrični regolitni Koluvij s prevagom sitnice	70 20 10	N-2	114,8
8	Lesivirano tipično Lesivirano pseudoglejno	70 30	P-2	2.256,2
9	Lesivirano pseudoglejno Pseudoglej obronačni Lesivirano tipično	50 30 20	P-2/P-3	1.387,5

10	Lesivirano pseudoglejno Eutrično smeđe lesivirano Crnica vapnenačko dolomitna	50 30 20	P-3/N-2	4,3
11	Fluvijalno tlo, karbonatno, neoglejeno Fluvijalno tlo, karbonatno, oglejeno	70 30	P-2	225,8
12	Amfiglej mineralni nekarbonatni Hipoglej mineralni nekarbonatni	50 50	N-1	12,2



Slika 3. Slikovni prikaz karte pogodnosti tla za navodnjavanje

Rezultati procjene pogodnosti pokazuju da su pogodna tla P-1 klase pogodnosti ona koja nemaju značajnijih ograničenja i nisu utvrđena na istraživanom području. Umjereno pogodna tla P-2 klase pogodnosti su ona koja imaju samo određena i to umjerena ograničenja, te zauzimaju oko 69,2 % poljoprivrednog zemljišta. U ovu klasu svrstana su lesivirana tla kartiranih jedinica 8 i 9, te veći dio koluvijalnih tala, odnosno kartiranih jedinica 1 i 2.

Tablica 5. Površina klasa sadašnje pogodnosti tla za navodnjavanje

Klasa pogodnosti		Površina	
Oznaka	Opis	ha	%
P-1	Pogodna tla	-	-
P-2	Umjereno pogodna tla	4.313,0	69,2
P-3	Ograničeno pogodna tla	623,8	10,0
N-1	Privremeno nepogodna tla	274,1	4,4
N-2	Trajno nepogodna tla	1.023,4	16,4
<b>Ukupno</b>		<b>6.234,3</b>	<b>100,0</b>

Ograničeno pogodna tla P-3 klase pogodnosti imaju vrlo značajna ograničenja. U ovu klasu pogodnosti svrstana su eutrično smeđa i lesivirana tla na laporu kartirane jedinice 4. Zauzimaju 10 % poljoprivrednog zemljišta. Privremeno nepogodna tla N-1 klase pogodnosti zauzimaju samo 4,4 % poljoprivrednog zemljišta. Tu su svrstana hipoglejna i amfiglejna tla kartirane jedinice 12, kao i manjeg dijela kartirane jedinice 1, 2.

Trajno nepogodna tla obilježavaju ograničenja, kao što su veliki nagib terena, te vrlo plitka ekološka dubina tla na metamorfnim stijenama, konglomeratima. Zauzimaju oko 16,4 % površine poljoprivrednog zemljišta i to samo na obroncima Požeške gore.

#### 4. MELIORACIJSKI ZAHVATI UREĐENJA TALA

Za uspješan uzgoj i širok izbor poljoprivrednih kultura u uzgojnom programu i plodoredu poljoprivrednog gospodarstva odgovarajućim melioracijskim zahvatima potrebno je najprije popraviti, a zatim i redovitim zahvatima održavati fizikalne, kemijske i biološke značajke, dakle plodnost pojedinih tipova tala. Od melioracijskih zahvata na tlima sa suvišnim vlaženjem oborinskom, poplavnom ili podzemnom vodom *potrebno je regulirati suvišne vode izvedbom sustava odvodnje*. Na drugoj strani *učestali nedostatak vode zbog nastalih klimatskih promjena, za nadoknadu nedostatka vode u vegetacijskom razdoblju pri uzgoju većeg broja poljoprivrednih kultura, treba primijeniti navodnjavanje*.



Uz navedene melioracijske zahvate, kojima se regulira voda kao važan vegetacijski čimbenik u tlu u uzgoju bilja, jednako tako je neophodno izvoditi agromelioracijske zahvate usmjerene na popravak fizikalnih i kemijskih sastavnica plodnosti tla, na prvom mjestu *podizanje sadržaja hranjiva u tlu melioracijskom gnojidbom, a potom i održavanje hranidbenog potencijala tla, kalcizaciju kiselih tala i humizaciju tla.*

#### **4.1. REGULIRANJE SUVIŠNE VODE U TLU ODVODNJOM**

Štete od suvišnih voda (suvišne površinske vode i visoke razine podzemne vode) pri uzgoju poljoprivrednih kultura mogu biti goleme. Suvišne vode, ne samo što utječu na smanjenje količine i kakvoće poljoprivrednih proizvoda, već i otežavaju izvođenje agrotehničkih zahvata od predsetvene obrade tla do žetve – berbe. Procjene su kako je zbog suvišnih voda u tlu u nas nesiguran uzgoj poljoprivrednih kultura na oko 30 % obradivih površina (Tomić, 1984 i 1987). Pojava i porijeklo suvišne vode u tlu najviše ovise o pedološkim značajkama. Kako je već navedeno, na istraživanom području utvrđena su terestrička, semiterestrička i hidromorfna tla čiji su raspored i temeljne značajke prikazane u pedološkoj karti i tablicama .

U tablici 1, 2 i 3 vidi se da od ukupnih površina istraživanog područja 13 343,0 ha poljoprivredne površine iznose 6234,3 ha (ostalo su šumske površine i površine izgrađene). Na obradivim površinama nalazi se 12 tipova tala, na najvećem dijelu površine 5321,9 ha ili 85,4 %, osam tipova terestričkih tala, a pseudoglej kao semiterestričko tlo pokriva 416,3 ha ili 6,7 %, dok ostala tri tipa tla su hidromorfna tla i zauzimaju 496,1 ha (7,9 %) poljoprivredne površine istraživanog područja (tablica 2). Kako terestrička tla imaju povoljne fizikalne značajke i vlažena su samo prirodnim oborinama, uz autohtoni način vlaženja propusna su za suvišne oborinske vode. Zahvaljujući povoljnim fizikalnim značajkama izostaje dugotrajnije zadržavanje suvišnih voda u površinskom dijelu profila tla. K tomu, kako se na terestričkim tlima ne javlja podzemna voda, nije potrebno izvoditi odvodnju.

##### **4.1.1. Odvodnja i uređenje semiterestričkog tla - pseudogleja**

Na istraživanom području utvrđen je pseudoglej obronačni na površini 416,3 ha (tablica 2). Suvišna oborinska voda u njemu ne procjeđuje se kroz tlo bez zastoja, već se kraće ili duže vrijeme zadržava i stagnira zbog slabo propusnog horizonta koji priječi procjeđivanje. Tako nastaje prekomjerno vlaženje cijelih gornjih horizonata pedološkog profila, do površine tla. Osim oborinama izravno, poslije oborina većeg intenziteta i/ili trajanja pseudoglej može biti dodatno vlažen površinskim vodama koje se slijevaju s okolnih povišenih terena, povećavajući suvišnu vodu koja dodatno utječe na uzgoj poljoprivrednih kultura (Husnjak, 2014.). *Za odvodnju suvišnih voda na pseudoglejnim tlima u primjeni je tzv. trostupanjska odvodnja, koja se sastoji se od:*

*Prvi stupanj – osnovna odvodnja, u našim uvjetima najčešće otvoreni kanali I. i II. reda, a može se koristiti i ukopane drenske cijevi velikoga promjera – kolektori ili sakupljači vode.*

*Drugi stupanj – detaljna odvodnja*, koju čine otvoreni kanali III. i IV. reda, podzemne, dakle u tlo ukopane perforirane plastične cijevi, najčešće promjera 50 mm, koje se u drenažni jarak laserski vođeno polažu uz odgovarajući pad i prekrivaju hidrauličkim filter materijalom (najčešće šljunak promjera 5 - 25 mm). Drenske cijevi polažu se strojno, posebnim strojevima, drenopolagačima, na odgovarajući razmak i laserskim putem na određenu dubinu, a izračun razmaka, dubine i pada drenskih cijevi vrši se na temelju propusnosti, teksture i nagiba terena.

U najsuvremenijoj melioracijskoj praksi strojnog polaganja koriste se perforirane plastične drenažne cijevi, obložene posebnim propusnim materijalom, otpornim na razgradnju, koji obavlja ulogu filtera i tako izbjegava začepljenje cijevi i vrlo skupo polaganje šljunka ili drugih materijala.

*Treći stupanj – agromelioracije ili zahvati za pritjecanje vode do drenskih cijevi izvedbom podrivanja tla* kao dodatnog zahvata izvodi se krutim ili aktivnim podrivačima okomito na smjer polaganja cijevi. Podrivačima se tlo između drenažnih cijevi rahli, što omogućava prijem oborinske vode i njezino otjecanje do drenažnih cijevi. *Kalcizacija tla* je dodavanje i miješanje s tlom vapnenih materijala bogatih  $Ca^{++}$  ionima kao koagulatorima koji omogućavaju stvaranje stabilnih mikroagregata tla, a *humizacija* obogaćivanje tla humusom kojemu je uloga vezanje mikroagregata u makroagregate, dakle, stvaranje stabilne mrvičaste strukture kao osnove za povoljne vodozračne odnose i visoku plodnost tla. *Ističemo kako su podrivanje, kalcizacija i humizacija agromelioracijski zahvati koji se na lesiviranom pseudoglejnom tlu i pseudogleju mogu i trebaju izvoditi i bez ugradnje cijevne drenaže, ali je na pseudoglejima odvodnja cijevnom drenažom neophodna.*

Za izvedbu ovih zahvata odvodnje za svaku od njih potrebno je odrediti normative. Najvažniji normativi su: *razmak kanala III. i IV. reda, dubina i pad kanala, razmak cijevne drenaže, dubina i pad cijevi, promjer cijevi hvatala, početna dubina i debljina nepropusnog horizonta tla (Btg)* – u skladu s tim odrediti dubinu podrivanja i količinu hidrauličnog filter materijala (šljunka) te materijala za kalcizaciju ( $CaCO_3$  ili  $CaO$ ), kao i dubinu izljevne cijevi (hvatala) u recipijent, koji može biti kanal, a u ovom slučaju potok ili vodotok. Ove elemente (normative) potrebno je odrediti dodatnim terenskim istraživanjem i laboratorijskim analizama tla (Šimunić i sur., 2008).

#### **4.1.2. Odvodnja hidromorfni tala**

Od hidromorfni tala na istraživanom području razvila su se tri tipa tla: fluvijalno tlo, hipoglej i amfiglej s nižim sistematskim jedinicama (tablica 2). Ukupna površina hidromorfni tala iznosi 496,1 ha. Fluvijalno tlo s dvije niže sistematske jedinice (karbonatno neoglejeno i karbonatno oglejeno) nalazi se na 225,8 ha (tablica 2) te se javlja uz korito rijeke Orljave. Ranije su ta tla bila plavljena, a danas je vodotok Orljave uređen, tako da je sada područje zaštićeno od poplavnih voda. Tlo je ilovasto-glinaste teksture, duboko, povoljnih vodozračnih odnosa. Uz to ima aluvijalni

način vlaženja. Vjerojatno je razina podzemne vode uvijek ispod 50 cm od površine tla pa nije potrebno izvoditi sustav odvodnje na sistematskoj jedinici - karbonatno neoglejeno tlo (zauzima površinu 158,1 ha). Budući je sistematska jedinica karbonatno oglejano tlo (zauzima površinu 67,7 ha) i zbog njegove ilovasto-glinaste teksture izvedba podrivanja popravila bi propusnost za vodu, odnosno vodno-zračne odnose na tlima ove jedinice (Petošić, 2021).

Hipoglejno tlo (od grč. *hypo*-ispod, sa značenjem vlaženja donjom – podzemnom vodom) s dvije sistematske jedinice (*nekarbonatno mineralni* (119,9 ha) i *karbonatno-mineralno* (75,8 ha) razvilo se uz rijeku Orljavu (tablica 2) te u potočnim dolinama i sistematske jedinice *hipoglej mineralni karbonatni* i *nekarbonatni* na površini 189,5 ha (tablica 1 i 3). Ova tla su ilovaste do glinaste teksture, povoljnih vodo-zračnih odnosa. Međutim, zbog prekomjernog vlaženja zonu rizosfere u svrhu uspješnog uzgoja poljoprivrednih kultura potrebno je zaštititi od previsoke u razinu podzemne vode. Zbog toga je potrebno izvesti sustav odvodnje otvorenim kanalima i cijevnom drenažom. Uz osnovne kanale, detaljna odvodnja sastoji se od: *kanala III. i IV. reda, plastičnih cijevi sisala promjera 50 mm i eventualno pojedinačnih hvatala*. Za određivanje normativa (elemenata) sustava odvodnje: *razmak, dubina i pad kanala te razmaka cijevi, njihove dubine, pada i promjera hvatala (ako ih je potrebno izvoditi)*, kao i određivanje recipijenta i izljeva sustava odvodnje u recipijent, potrebna su dodatna istraživanja na terenu i analize uzoraka tla u laboratoriju (Petošić, 2015 i Ondrašek i sur., 2015).

Amfiglej (od grč. *amfi* – okolo, uokrug, sa značenjem suvišnog vlaženja svim okolnim vodama, dakle oborinskom, podzemnom i poplavnom vodom) sa sistematskom jedinicom *nekarbonatno mineralno tlo*, na površini 74,6 ha, nalazi se uz rijeku Orljavu (tablica 2), kao i amfiglej s jedinicom *mineralno nekarbonatno* u kombinaciji s koluvijalnim tлом na području obronaka Papuka, na površini 68,40 ha (tab. 1). Tla su pretežno ilovasto-glinaste do glinaste teksture, vrlo su im nepovoljni vodozračni odnosi i slaba dreniranost. Ukupna površina ovih tala je 142,99 ha. *Ova tla su prekomjerno vlažena visokom razinom podzemne vode i dugotrajno stagniraju suvišne vode na površini tla* (Husnjak i sur., 2011).

Zbog intenzivnog vlaženja uzgoj svih poljoprivrednih kultura, osim livada i pašnjaka koji su na hidromorfnim tlima prirodna vegetacija, vrlo je otežan, odnosno, za njihov uzgoj postoji visoki rizik od suvišne vode u rizosferi. Za reguliranje previsoke razine podzemne vode, koja vlaži rizosferu, i dugotrajne suvišne površinske vode, potrebno je izvesti zahvate intenzivne odvodnje. Zagrebačka melioracijska škola u tom zahvatu ima bogat, provjereno iskustvo, potvrđeno izvedbom odvodnje na preko 150 000 ha u nas i inozemstvu, o čemu za detalje, između brojnih drugih, upućujemo na radove Tomića (2019), Petošića (2015) i Šimunića (1994). Uređenje hidromorfnih tala sastoji se od niza međusobno zavisnih i povezanih zahvata:

Osnovna odvodnja otvorenim kanalima I. i II. reda. Kombinirana detaljna odvodnja, koju čine: otvoreni kanali III. i IV. reda, gusta mreža podzemnih drenskih cijevi (sis-

la) uz eventualnu potrebu izvedbe hvatala, kao i ispune drenskih cijevi (iznad cijevi do obradivog sloja) hidrauličnim filter materijalom (šljunak promjer 5 - 15 mm), *agromelioracijski zahvati* kao dodatne mjere: podrivanje, krtična drenaža i kalcizacija. Za određivanje normativa za zahvat odvodnje: *razmak, dubina i pad kanala IV. reda; razmak, dubina, pad cijevi sisala; dubina, pad i promjer hvatala* (ako ih je potrebno izvoditi); *dubina hidrauličnog filter materijala i njegova količina; razmak, dubina i pad krtične drenaže, mjesto izljevava završnog hvatala i dubina njegovog izljevava u recipijent te količina i način raspodjele materijala za kalcizaciju u tlo. U svakom slučaju, kombinirana detaljna odvodnja je vrlo skupa, a uspjesi za uzgoj svih kultura i nakon izvedbe sustava nije potpuno siguran*, napose na jako teškim tlima, a to tla područja Grada Požege nisu pa se ovakva tla sve više isključuju iz melioracija i koriste za livade i pašnjake (Tomić i sur., 2015). Tako se pozitivno utječe na razvoj stočarstva, a ostvari li se jedno uvjetno grlo (1 grlo od 500 kg težine po 1 ha površine imanja), ostvaren je pravilan odnos bilinogojstva i stočarstva na poljoprivrednom gospodarstvu (Bašić, 2012).

*Prema tome, ne inzistiramo na ulaganju u skupe melioracije amfiblejnih tala jer se ta tla mogu korisnije koristiti za livade i pašnjake, odnosno opskrbu voluminoznom stočnom hranom, a time i suvremeni koncept održive intenzifikacije poljoprivrede* (Bašić i Tomić, 2014; Tomić i sur., 2020).

## **4.2. NADOKNADA NEDOSTATKA VODE U TLU NAVODNJAVANJEM**

Navodnjavanje u uzgoju poljoprivrednih kultura koristile su brojne civilizacije, a neke su na tom sustavu i ponikle. Danas se i u nas nastoji povećati primjena navodnjavanja jer se tako ostvaruje napredniji i stabilniji *uzgoj većeg broja kultura u plodoredu te se postižu viši i kvalitetniji prinosi svih uzgajanih usjeva i pašnjaka. Navodnjavanje omogućava i uspješan uzgoj naknadnih usjeva u postrnoj sjetvi, kao i uzgoj visokokumulativnih povrtlarskih i cvjećarskih kultura na otvorenom ili u zaštićenim prostorima.* Ove konstatacije u potpunosti potvrđuju objavljeni rezultati brojnih autora. Još 1971. godine Pušić i Vidaček postigli su 30 % veće prinose kukuruza, šećerne repe i lucerne pri korištenju navodnjavanja u Vinkovcima, a Tomić i sur. (1977) ostvarili su 44 % veće prinose rajčice na području Osijeka (Tomić i sur., 2016). Isto tako Pušić i sur. (1975) postigli su navodnjavanjem breskve 40 % i kruške čak 90 % veći prinos plodova na jadranskom području (Tomić i Šimunić, 2014). Navedeni podatci pokazuju vrlo značajne ostvarene prinose raznolikih kultura pa je opravdano sada, posebno zbog klimatskih promjena koje su nastupile, više koristiti navodnjavanje (Tomić i sur., 2020).

### **4.2.1. Struktura korištenja poljoprivrednih površina**

Na području Grada Požege, kao i cijele Požeško-slavonske županije, poljoprivreda je bila u prošlosti, a i sada je, vodeća grana gospodarstva. Prema Prostornom planu županije (2005) aktualna struktura uzgoja poljoprivrednih kultura prikazana je u tablici 6.

Tablica 6. Korištenje poljoprivrednog zemljišta na području Požege u ha (2005)

Oranice i vrtovi	Voćnjaci	Vinogradi	Livade	Pašnjaci	Ukupno
4.744	271	200	1.117	616	<b>6.948</b>

Dakle, prevladavaju oranice s uzgojem ratarskih kultura (pšenica, kukuruz, šećerna repa te krmno bilje i duhan), uz uzgoj kultura sjemenske proizvodnje (ratarske kulture, uljarice i krmno bilje). Novije vrijeme raste zanimanje i širi interes za uzgoj loze i voćarskih kultura. Požeška dolina je značajno područje za poljoprivredu Hrvatske, ali i tu, kao i u cijeloj Hrvatskoj, veliko ograničenje u razvoju poljoprivrede čine: usitnjene površine, mala obiteljska poljoprivredna gospodarstva (OPG) koja prevladavaju do 3,0 ha površine i još uvijek vrlo mala primjena navodnjavanja. Optimizam bude podatci o početku većih ulaganja u razvoj poljoprivrede, a već postoje vrijedni poticaji u poljoprivredi (državni, lokalnih samoupravnih jedinica i fondovi EU-a). Izrađeni su planovi za navodnjavanje i već se rade projekti za izvedbu sustava. Uz to, mjerodavne institucije najavljuju mogućnost izvedbe komasacije koja će omogućiti okrupnjavanje površina, njihovo uređivanje i rješavanje pravno-imovinskih pitanja koji predstavljaju ključni problem. I ovaj prilog izrađen je s nadom dolaska boljih vremena glede odnosa prema poljoprivredi.

#### 4.2.2. Potreba primjene navodnjavanja

Autori Vidaček, Tomić i Romić (1993) modificirali su definiciju pojma „režim vlažnosti tla“ koju je napisao poodavno Rode (1969), a taj, modificirani oblik, glasi: *Režim vlažnosti tla predstavlja ulaz, zadržavanje i gubitak vode u sustavu tlo – voda – biljka*. Voda, koja ulazi u tlo do njegovog maksimalnog kapaciteta, porijeklom je od oborina, voda koja se slijeva s viših terena te poplavne vode i podzemne vode. Dok su gubitci vode iz tla događaju putem evapotranspiracije, a pri prisutnosti suvišnih voda mogu se procjeđivati kroz tlo ili otecati površinski ili drenažom. U istom radu autori navode značaj vodnog režima tla, odnosno bilance vode u tlu, koja se koristi pri izradi studija i projekata, odnosno za reguliranje suvišnih voda u tlu (sustavima odvodnje) ili za dopunu nedostatka vode u tlu (sustavima navodnjavanja).

##### 4.2.2.1. Referentna evapotranspiracija (ET<sub>o</sub>)

*Referentna evapotranspiracija je vrijednost evapotranspiracije s određene površine na kojoj je 8 do 15 cm jednolično visoki i aktivno uzgajani travni pokrivač, koji potpuno pokriva površinu i ne oskudijeva vodom*. Analizom referentne evapotranspiracije dobije se količina vode koja se gubi procesima transpiracije i evaporacije s navedene površine u određenom vremenu. U ovom slučaju koriste se rezultati referentne evapotranspiracije određene metodom Penman i Monteith u radu Husnjak i sur. (2007). Autori su izveli analizu referentne evapotranspiracije po mjesecima u prosječnoj godini na temelju klimatskih podataka meteorološke stanice Požega, tablica 7.

Tablica 7. Referentna evapotranspiracija (ETo) u prosječnoj godini, za razdoblje (1950. -1983. i 1998. – 2006.) meteorološke postaje Požege (Husnjak i sur., 2007).

Mjeseci	Eto, mm	Oborine, mm	Efektivne oborine, mm	Višak i manjak vode, mm
	A	B	C	$D = C - A = +$ , a $D = A - C = -$
Siječanj	9,3	49,7	45,7	$C - A = + 36,4$
Veljača	6,8	47,2	43,6	+ 26,8
Ožujak	37,2	47,8	44,1	+ 6,9
Travanj	60,0	63,8	57,3	$A - C = - 2,7$
Svibanj	93,0	60,9	55,0	- 38,0
Lipanj	111,0	93,5	79,5	- 31,5
Srpanj	117,0	77,0	67,5	- 49,5
Kolovoz	105,4	75,8	66,6	- 38,8
Rujan	66,0	67,4	60,1	- 5,9
Listopad	37,2	60,9	55,0	$C - A + 17,8$
Studeni	8,0	67,9	60,5	+ 42,5
Prosinac	2,4	65,8	58,9	+ 46,5
Ukupno	683,3	777,7	693,8	10,5

Podatci u prikazanoj tablici pokazuju da je referentna evapotranspiracija u prosječnoj godini niža od efektivnih oborina u 6 mjeseci (siječanj, veljača, ožujak, listopad, studeni, prosinac) i ukupno godišnje (10,5 mm), dok je u preostalih 6 mjeseci (travanj, svibanj, lipanj, srpanj, kolovoz i rujan) niža od efektivnih oborina. Zapravo, u cijelom vegetacijskom razdoblju (travanj – rujan) postoji nedostatak vode jer efektivne oborine ne pokrivaju referentnu evapotranspiraciju s 166,4 mm vode. Najveći nedostatak vode u vegetacijskom razdoblju je u srpnju 49,5 mm, u kolovozu 38,8 mm, a najmanji u travnju 2,7 mm i rujnu 5,9 mm. Temeljem dobivenih rezultata analize referentne evapotranspiracije, za 40-godišnje razdoblje utvrđeno je da je na području Požeške doline potrebno navodnjavati s ukupnom normom navodnjavanja 166,4 mm, odnosno s 1664 m<sup>3</sup>/ha. U tablici 8. prikazani su rezultati analize referentne evapotranspiracije (ETo) u uvjetima sušnih godina, odnosno pri pojavi oborina ispod donjeg kvadrila (Fa-0,25).

Tablica 8. Referentna evapotranspiracija u sušnijim godinama (Fa-0,25), za vremensko razdoblje 1950. – 1983. i 1998. – 2006. meteorološke postaje Požege (Husnjak i sur., 2007).

Mjeseci	Eto, mm	Oborine, pri Fa-0,25 mm	Efektivne oborine pri Fa-0,25 mm	Višak i manjak vode, mm
	A	B	C	D=C-A= +, a D=A-C= -
Siječanj	9,3	34,2	32,3	D=C-A= + 23,0
Veljača	16,8	24,0	23,1	+ 6,3
Ožujak	37,2	27,0	25,8	D=A-C= - 11,4
Travanj	60,0	44,4	41,2	- 18,8
Svibanj	93,0	42,9	40,0	- 53,0
Lipanj	111,0	57,7	52,4	- 58,6
Srpanj	117,8	45,2	41,9	- 75,9
Kolovoz	105,4	42,1	39,3	- 66,1
Rujan	66,0	43,7	40,6	- 25,4
Listopad	37,2	24,7	23,7	- 13,5
Studeni	18,0	42,5	39,6	D=C-A= + 21,6
Prosinac	12,4	35,1	32,3	+ 20,7
Ukupno	683,3	462,2	432,2	- 251,1

Prikazani rezultati pokazuju da je referentna evapotranspiracija znatno veća od efektivnih oborina u sušnijim godinama i to 251,1 mm ili 2511m<sup>3</sup>/ha/god vode. U vegetacijskom razdoblju razlika je još veća i iznosi 297,8 mm (2978 m<sup>3</sup>/ha/god.) U vegetacijskom razdoblju najveći nedostatak vode pojavljuje se u srpnju 75,9 mm, zatim u kolovozu 66,1 mm pa lipnju 58,6 mm. Najmanji je nedostatak u travnju 18,8 mm i rujnu 25,4 mm. Ovaj ukupni nedostatak vode od 297,8 mm (2.978 m<sup>3</sup>/ha) u vegetacijskom razdoblju, koji se jaolja sve češće zbog klimatskih promjena, potvrđuje nužnu primjenu navodnjavanja pri uzgoju većeg broja kultura. Potrebu primjene navodnjavanja pri uzgoju većeg broja poljoprivrednih kultura potvrđuju i dobiveni rezultati analize potrebe navodnjavanja za uzgoj pet kultura, koje su znatno zastupljene u plodoredu na području Požeške kotline, što prikazuje tablica 9.

Tablica 9. Nedostatak vode u mm u vegetacijskom razdoblju u prosječnoj godini Husnjak i sur. (2007).

Mjeseci	Kukuruz, sjeme	Šećerna repa	Soja	Grašak, konzum	Lucerna
Travanj	-	-	-	-	-
Svibanj	-	4,0	-	-	-
Lipanj	-	23,6	-	18,9	-
Srpanj	29,0	39,4	23,8	30,6	28,8
Kolovoz	31,8	36,1	4,5	26,9	28,4
Rujan	-	-	3,8	4,4	-
Ukupno	60,8	103,1	32,1	80,8	57,2

Kako se vidi, potrebno je navodnjavati svih pet kultura u prosječnoj klimatskoj godini, a najviše vode navodnjavanjem je potrebno dodati u uzgoju šećerne repe, u iznosu 103,1 mm, a najmanje u uzgoju soje 32,1 mm. U tablici 10. prikazani su podatci nedostatka vode u vegetacijskom razdoblju, odnosno potreba navodnjavanja za navedenih pet kultura u sušnijim godinama.

Tablica 10. Nedostatak vode (mm) u vegetacijskom razdoblju u sušnim godinama (Fa = 0,25) Husnjak i sur. (2007).

Mjeseci	Kukuruz, sjemenski	Šećerna repa	Soja	Grašak konzumni	Lucerna
Travanj	-	-	-	-	9,8
Svibanj	-	12,1	9,8	7,1	-
Lipanj	16,1	40,6	7,6	36,2	14,0
Srpanj	54,8	62,0	48,9	51,9	50,6
Kolovoz	58,7	62,6	25,5	52,0	53,7
Rujan	-	2,0	19,7	21,5	12,8
Ukupno	129,6	179,3	111,5	168,7	140,9

Podatci pokazuju znatno veće nedostatke vode u vegetacijskom razdoblju sušnijih godina pri uzgoju svih pet kultura. Najveći nedostatak vode je, i u ovom slučaju u uzgoju šećerne repe 179,6 mm, zatim konzumnog graška kojemu nedostaje 168,7 mm, ucerni nedostaje 140,9 mm, kukuruzu sjemenskom 129,6 mm, a soji 111,5 mm vode. Kako je u uzgoju svih navedenih kultura nedostatak vode preko stotinu mm, u sušnijim godinama na prostoru Požeške doline uzgoj ovih značajnih kultura je vrlo nesiguran.



*Činjenica da su zbog nastalih klimatskih promjena sušnije godine sve češće neprijeporno ukazuje na stvarnu nužnost korištenja sustava navodnjavanja u uzgoju važnijih ratarskih usjeva na istraživanom području (Husnjak, Šimunić i sur., 2007).*

#### 3.4.2.3. Mogućnosti navodnjavanja

Mogućnosti razvoja navodnjavanja, kao i primjena ove melioracijske mjere, na svakoj lokaciji ovisi o dva čimbenika – pogodnosti tala za navodnjavanje i potrebnoj količini vode odgovarajuće kakvoće. Za puni učinak zahvata treba imati tla dobrih značajki (posebno tla s povoljnim odnosom vode i zraka, odnosno brzog prijema vode - infiltracijske sposobnosti), a s gospodarskog stajališta je od jednakog značaja imati okrupnjene proizvodne površine jer se na većim parcelama navodnjavanje izvodi djelotvornije, uz manje troškove (Romić i sur., 2005).

#### **Tla raspoloživa za navodnjavanje**

Pridržavajući se kriterija o pogodnosti tala za navodnjavanje (Husnjak i sur., 2007. te Husnjak, 2014), na slici 2. ovog rada prikazana je karta o pogodnosti tla za navodnjavanje istraživanog područja, a u tablici 11. procijenjena je pogodnost tala za izvođenje navodnjavanja. *Od ukupno 6020,0 ha poljoprivrednog zemljišta prema hidro-pedološkim značajkama na području Grada Požege nema pogodnih tala (ili tala bez ograničenja) za navodnjavanje („P1“).* Međutim, od ukupnih površina 4313,0 ha je umjereno pogodnih tala, odnosno tala koja imaju umjerena ograničenja i ona su sposobna za navodnjavanje. U ovu klasu razvrstana su lesivirana tla, kartiranih jedinica ili tipova tla 8 i 9 te veći dio kolvijalnih tala, koja pripadaju kartiranoj jedinici (tipu tla) 1 i 2. Tla s većim ograničenjima P-3 su eutrična smeđa i lesivirana tla na laporu, pripadaju tipu tla (kartiranoj jedinici) 4. Ona zauzimaju 623,8 ha ili 10 % površina i zbog većih ograničenja nisu pogodna za navodnjavanje. Privremeno nepogodna tla N-1 klase pogodnosti zauzimaju samo 4,4 % poljoprivrednih površina, a u ovu klasu svrstan je hipoglejni i amfiplejni - tip tla 12 i manji dio površine koja pripada tipu tla 1 i 2. Ova tla također nisu pogodna za navodnjavanje. Trajno nepogodna tla N-2 imaju ograničenja, kao što su: veliki nagib terena, vrlo plitka ekološka dubina tla na metamorfnim stijenama, konglomeratima i sličnim supstratima. Ova tla zauzimaju 16,4 % poljoprivrednih površina. Nalaze se na obroncima Požeške gore te kao trajno nepogodna tla ne mogu služiti za uzgoj poljoprivrednih kultura pa normalno nisu ni za navodnjavanje.

*Dakle, pogodna tla (s umjerenim ograničenjima) za navodnjavanje nalaze se na površini 4313,0 ha ili na 69,2 % ukupnih poljoprivrednih površina, a njihovo navodnjavanje značajno bi pridonijelo modernizaciji uzgoja bilja na području Grada Požege (Kisić, 2014 i Bašić i sur., 2019).*

#### **Izvori vode za navodnjavanje**

Za primjenu navodnjavanja treba imati pristupačan izvor vode s potrebnom količinom i odgovarajućom kakvoćom (Ayers and Westcot, 1985; Tomić i Šimunić,

2014). Izvor vode za navodnjavanje može biti raznolik. U praksi se koristi: voda iz otvorenih vodotoka i jezera; podzemna voda; umjetne akumulacije i voda iz vodoopskrbnih sustava (Romić i sur., 2005). Kako na istraživanom području nema jezera, zalihe podzemnih voda su nedovoljne, a voda iz vodoopskrbnih sustava je skupa i njezina upotreba za navodnjavanje ne dolazi u obzir pa kao jedini mogući izvor vode za navodnjavanje na području Grada Požege ostaju vodotoci i akumulacije vode. Od vodotoka na raspolaganju su rijeke Orljava i Londža s pritocima. Obje rijeke primaju više manjih vodotoka i potoka, kao: Brzoja, Orljavica, Veličanka, Kaptolka, Vetorka, Vrbova, Kutjevačka Rika, Bistra, Krajina. Osim navedenih pritoka, rijeke Orljava i Londža primaju vodu i iz većeg broja bujičnih potoka. Na području Požeško-slavonske županije nalaze se još slivovi rijeka Ilove i Pakre s manjim pritocima, ali se nalaze na zapadnom dijelu županije - podalje od Požeštine i područja Grada Požege pa ih ovdje ne spominjemo. Na području sliva rijeke Orljave, gdje pripada i rijeka Londža kao glavni pritok, plan je (prema Vodoprivrednoj osnovi sliva Orljave (2005) izgraditi brojne višenamjenske akumulacije i miniakumulacije iz kojih bi se, pored ostalih potreba, voda koristila i za primjenu navodnjavanja. Do sada su izgrađene miniakumulacije: Bistra (64 000 m<sup>3</sup> vode), Panonka (172 000 m<sup>3</sup>) te akumulacije Kušterovac (262 647 m<sup>3</sup>) i Londža koja se gradi u tri etape s ukupnim volumenom vode 12 600 000 m<sup>3</sup> vode (a sada nakon prve etape ima 4 700 000 m<sup>3</sup>). Od većeg broja planiranih akumulacija i miniakumulacija navode se akumulacije: Vrbovka (3 000 000 m<sup>3</sup>), „Kaptolka“ (3 800 000 m<sup>3</sup>) i Kamensko Brzoja (7 000 000 m<sup>3</sup>) te miniakumulacija Venjski (Starčevac) do 100 000 m<sup>3</sup> vode. Osim navedenih izvedenih i planiranih županijskih akumulacija, kao i izgrađenih miniakumulacija, navodi se još nekoliko akumulacija koje bi se mogle izgraditi. Ovi radovi čine dokumentaciju, kao vrijednu podlogu za daljnje projektne radove i izvođenje sustava navodnjavanja na području Požeško-slavonske županije. Međutim, pored tih učinjenih pozitivnih napora na području Grada Požege, gdje se nalazi 4313 ha povoljnih tala za navodnjavanje, pronaći lokalitete za izgradnju miniakumulacija u svrhu navodnjavanja jer bi ukupna potrebna količina vode za navodnjavanje svih 4313 ha iznosila:

$$Upv = UP \times NN, \text{ gdje je:}$$

Upv = ukupno potrebna voda za navodnjavanje svih sposobnih površina na istraživanom području u m<sup>3</sup>

UP = ukupna površina sposobnih tala za navodnjavanje istraživanog područja = 4313 ha.

NN = norma navodnjavanja (prosječan nedostatak vode u prosječnoj god). = 1664 m<sup>3</sup>/ha.

$$Upv = 4313 \times 1664 = 7\,176\,832 \text{ m}^3 \text{ vode}$$

***Dakle, za navodnjavanje svih tala sposobnih za navodnjavanje potrebno je 7 176 832 m<sup>3</sup> vode.***

Za navodnjavanje samo 10 % ukupnih sposobnih tala (431,3 ha) potrebna je količina vode:

$$Upv = 431,3 \times 1664 = 717.683,2 \text{ m}^3 \text{ vode.}$$

***Za navodnjavanje 10 % površina (431,3 ha) potrebno je 717.683,2 m<sup>3</sup> vode.***

Ako ne postoje uvjeti za izgradnju akumulacija i miniakumulacija, možda se mogu izvoditi male mikroakumulacije za pojedinačna gospodarstva ili pak za određenu proizvodnu površinu (parcelu). U tu svrhu možda može poslužiti sljedeći primjer – mikroakumulacije vode za navodnjavanje pri uzgoju konzumnog graška na proizvodnoj površini 3,0 ha. Za uzgoj graška konzumnog nedostaje vode tijekom vegetacije u prosječnoj godini, prema tablici 9, iznosi 80,8 mm, odnosno 808 m<sup>3</sup>/ha vode. Kako je proizvodna površina (parcela) na kojoj se grašak uzgaja veličine 3,0 ha, ukupan volumen potrebne vode u akumulaciji iznosi:

$$VV = P \times NN$$

VV = volumen potrebne vode u akumulaciji u m<sup>3</sup>

P = Proizvodna površina 3,0 ha

NN = norma navodnjavanja (nedostatak vode tijekom vegetacije u prosječnoj godini) je 80,8 mm ili 808 m<sup>3</sup>/ha.

Prema navedenom primjeru potreban je volumen vode u akumulaciji za navodnjavanje u m<sup>3</sup>:

$$VV = 3,0 \times 808 = 2424 \text{ m}^3.$$

Za ovu količinu vode potrebne su minimalne dimenzije akumulacije: dužina (d) = 40 m; širina (š) = 30 m i dubina vode = 2,5 m. Volumen vode = 3000 m<sup>3</sup>. Znači, volumen vode u akumulaciji veći je 576 m<sup>3</sup> ili 19,2 % od potrebnih 2424 m<sup>3</sup> za navodnjavanje.

Dakle, dimenzije akumulacije zadovoljavaju jer je osigurana potrebna voda za navodnjavanje 2424 m<sup>3</sup>, a ostatak vode u akumulaciji od 576 m<sup>3</sup> ili 19,2 % je potreban biološki minimum.

#### **4.4.3. Posebni zahvati u gospodarenju tlom – agromelioracije tala Požeštine**

Agromelioracijski zahvati kao posebni radikalni zahvati u gospodarenju tlom, neizostavni su u kompleksu zahvata popravka tala istraživanog dijela Požeštine, a osmišljeni su za uspostavu i održavanje za kulturnu biljku povoljnih fizikalnih, kemijskih i bioloških značajki tla u naprednom uzgoju poljoprivrednih kultura. Zahvati obuhvaćaju popravak fizikalnih značajki tla *rahljenjem (podrivanjem) tla*, kemijskih značajki *kacifikacijom*, kao zahvatom popravka kisele reakcije tla, i *melioracijskom gnojibom*, visokim dozama mineralnih gnojiva kojima se podiže hranidbeni potencijal tla, a biološke značajke popravljaju zahvati obogaćivanja humusom – *humizacija* organskim gnojivima, zaoravanjem žetvenih ostataka i *zelenom gnojibom (sideracijom)* (Bašić i sur., 2019; Tomić i sur., 2020).

## Podrivanje i dubinsko rahljenje tla

Podrivanje dubljih slojeva tla posebnim oruđima, aktivnim ili krutim podrivačima, ima višestruko pozitivne učinke: ubrzava infiltraciju oborinske vode poslije torencijalnih kiša - pljuskova - kiša velikog intenziteta, te je kratkog trajanja, koje su općenito sve učestalije za vrijeme pljaska; omogućava pritjecanje vode do drenažnih cijevi te povećava aeraciju i oksidaciju zbijenih slojeva zdravice. Tako se popravljaju vodozračni odnosi, povećava propusnost tla za vodu i zrak te se stvaraju bolji uvjeti za penetraciju, rast i razvoj korijena uzgajanih kultura i povećava se dubina aktivne rizosfere. Posebno je uputno i korisno rahljenje izvoditi i redovito ponavljati u lesiviranim i pseudoglejnim tlima jer ova tla imaju zbijeni horizont (često na dubini 30 do 60 centimetara) koji nastaje genezom, odnosno tvorbom tih tala. Rahljenje se izvodi podrivačima kojih ima različitih konstrukcija pa se podrivanje može izvoditi na različitim razmacima i dubinama. Isto tako s podrivačima se može izvoditi gnojidba organskim i mineralnim gnojivima, ako je montiran ulagač za unošenje gnojiva u tlo (Bašić i Herceg, 2010). Kako je u nas uobičajeno u praksi, obrada tla na jednoličnu dubinu (bez obzira o vrsti uzgajane kulture i tip tla) s vremenom se formira „taban pluga“ kao zbijen sloj tla teže propustan za vodu pa se ovaj problem može uspješno riješiti izvedbom podrivanja. S obzirom da učinci podrivanja ovise o tipu tla, najbolji rezultati i najduže trajanje ili tzv. *produžno djelovanje* postižu se na tlima s teksturom ilovaste gline, pjeskovite glinaste ilovače te praškasto-glinaste ilovače. U svakom slučaju, slabiji učinak i kraće produžno djelovanje podrivanja postiže se na lakšim tlima jer u njima zbog nestabilne strukture dolazi do slijeganja i zatvaranja pora priređenih rahljenjem čestica tla ubrzo nakon izvedenog rahljenja. Poslije rahljenja najmanje dvije godine treba izbjegavati uzgoj kultura koje traže veći broj prohoda teškim strojevima (šećerna repa, krumpir, zelena krma, silaža). *U svakom slučaju, učinci rahljenja ovise o tipu tla, a produžno djelovanje traje do tri godine.*

Dubinsko rahljenje izvodi se na veću dubinu 40 – 100 cm u svrhu rahljenja zbijenih horizonata ili slojeva nepropusnih za vodu, napose ako u stalno mjesto u plodoredu ima uzgoj kultura s dubokim zakorjenjavanjem. Može zamijeniti duboku obradu tla uobičajenu prilikom podizanja voćnjaka i vinograda. Zapravo, u nekim slučajevima dubinsko rahljenje bolje je od duboke obrade, primjerice, ako duboka obrada na površinu izbacij sloj s fitotoksičnim reduciranim spojevima nastalim u glejnim tlima ili sloj s visokim sadržajem fiziološki aktivnog vapna (kao na laporu) pa zbog osjetljivosti mladog nasada dolazi do zastoja u rastu i/ili ferokloroze (Bašić i Herceg, 2010). Iz tih razloga i zbog velikih troškova izvedbe duboke obrade prednost ima dubinsko rahljenje. Posebno ga preporučujemo na lesivirano pseudoglejnom tlu koje ima problema sa suvišnim vlaženjem. U određenim slučajevima za popravak vodnog režima u tlu duboko rahljenje može zamijeniti cijevnu drenažu. Isto tako, gotovo u pravilu koristi se kao dodatna mjera ili treći stupanj pri izvedbi kombinirane detaljne odvodnje. U tom slučaju, kod hidromorfni tala dubokim rahljenjem

rahlili se zbijeni nepropusni sloj, a suvišna voda tla procjeđuje se do cijevne drenaže, te zatim u recipijent (Tomić i Bašić, 2011). Dubinski rahljači posebnih konstrukcija mogu se koristiti i na skeletnim tlima krša za podizanje nasada drvenastih kultura (Bašić i Herceg, 2010).

### **Obogaćivanje tla humusom - humizacija tla**

Kao koloidna tvar, humus je najaktivnija i za vodozračne i toplinske prilike u zoni rizosfere te je najvažnija sastavnica tla i to zbog toga što utječe na stvaranje i održavanje mrvičaste strukture tla, doprinosi povoljnom odnosu makro i mikro pora u tlu, a tako se ostvaruje i najpovoljniji odnos vode i zraka u tlu. Uz to, humus ima veliki kapacitet za vodu i kapacitet adsorpcije. K svemu tome dodajmo kako se u procesu mineralizacije iz humusa oslobađaju biljna hranjiva i tako povećava hranidbeni biljni potencijal tla. Osim toga, humus snažno potiče mikrobiološku aktivnost tla, napose procese tvorbe humusa - humifikacije organske tvari razgradnjom biljnih ostataka (slame, kukuruzovine....) i tvorbom složenih spojeva – humusa i proces njegove razgradnje – mineralizaciju. Oba procesa su mikrobiološkog karaktera. Prozračivanje tla obradom potiču se izrazito aerobni procesi mineralizacije i pada sadržaj humusa. Stoga broj i vrsta zahvata obrade trebaju biti uravnoteženi s unošenjem organske tvari u tlo. Sadržaj humusa u tlu potrebno je održavati na razini od barem 3 %. Tako se stvaraju i povoljne biološke značajke tla, vrlo značajne za plodnost i pogodnost za uzgoj poljoprivrednih kultura.

Poznati su načini izvedbe *humizacije*: *dodavanje stajskog gnoja, zelena gnojidba (sideracija), sjetva djetelinsko-travnih smjesa i zaoravanje žetvenih ostataka*. Količina stajskog gnoja treba biti 40 t/ha, a zaoravanje žetvenih ostataka treba, zavisno o C : N odnosu u njima, biti praćeno gnojidbom mineralnim dušičnim gnojivom (Bašić i Herceg, 2010). Alternativa stajskom gnoju primjena je *zelene gnojidbe - sideracije*. *Najkvalitetnija zelena gnojidba je zaoravanje leguminoza* jer se tako uz humus dobiva i značajan dušik za tlo. Od leguminoza koriste se: lucerna i druge djeteline, grahorica, grašak, bob, a od neleguminoza: gorušica, repice, uljena repica, dok se od žitarica najčešće koriste zob i raž (Husnjak i sur., 2007).

### **Melioracijska gnojidba**

Izvodi se u pravilu gnojidbom mineralnim gnojivima s ciljem dostizanja sadržaja opskrbljenosti fiziološki aktivnim  $P_2O_5$  i  $K_2O$  u količini 20 mg/100g tla. Fosfor se dobro veže, sporo ispire i širi u tlu i to samo nekoliko milimetara dublje godišnje. Zbog toga ga je pri gnojidbi potrebno dodavati što bliže biljci. U načelu fosforom je najbolje gnojiti u jesen ili rano u proljeće (Husnjak i sur., 2007). Kalij je jednako važan za biljku kao i fosfor. U otopini tla je pristupačan, a na adsorpcijskom koloidnom kompleksu tla (humus, glina) vezan je u zamjenljivom obliku, a iz raznih primarnih minerala biljka ga može koristiti tek nakon njegova raspada (Bašić, 2013). Kalij se dobro drži i teško ispire iz tla pa je to potrebno uzeti u obzir pri melioracijskoj gnojidbi.

*Važno je naglasiti da kada se dostigne visoka opskrbljenost tla, biljci pristupačnim fosforom i kalijem, smišljenom gnojdbom, treba je održavati i postupno podizati do rečene poželjne razine opskrbljenosti od poželjnih 20mg/100 g tla, a u vinogradima i do 25 mg/100g tla.*

### **Kalcizacija – vapnjenje tla**

Kalcij u tlu ima višestruko važnu i izuzetno korisnu ulogu. Osim što je hranjivo za biljku, kalcij je još: *stabilizator strukture tla, povećava pH vrijednost, značajno popravlja odnose vode i zraka u tlu, doprinosi uvjetima za bolju pristupačnost ostalih hranjiva biljci te smanjuje toksičnost nekih elemenata (željezo, mangan i aluminij) u tlu. Za dozu vapna, izbor vapnenih materijala, vrijeme i način unošenja u tlo potrebne su detaljnije analize i posebna studija. No, kako je vinova loza vrlo zahtjevna vrsta i veliki potrošač Ca i Mg, ovdje želimo naglasiti kako je u svim nasadima vinove loze na lesiviranim tlima padina Papuka potrebna redovita primjena vapnenih materijala. Prednost ima dolomitno brašno. Za cijelu bi Požeštinu od velike koristi bilo izraditi studiju potrebe za kalcizacijom, a u svjetlu činjenice kako su u Požeškoj gori nađeni izuzetno vrijedni materijali sa sadržajem zeolita<sup>1</sup>, koji se mogu primijeniti na svim tlima s nižom pH vrijednosti. Dobro je kalcifikaciju izvoditi redovito duže vrijeme (obično kroz tri godine), a nakon toga redovito koristiti manje, tzv. uzdržne doze vapnenih materijala i primjenjivati ih po suhom tlu poslije žetve strnih žitarica ili uljane repice.*

## **5. ZAKLJUČCI**

Temeljem izloženog izdvajamo sljedeće zaključke:

1. Na području Grada Požege poljoprivreda je jedna od najvažnijih gospodarskih djelatnosti.
2. Na poljoprivrednim površinama istraživanog područja utvrđeno je i opisano 12 tipova tala ili kartiranih jedinica tla prikazanih na priloženoj pedološkoj karti.
3. Za reguliranje suvišne površinske i stagnirajuće oborinske vode u zoni rizosfere na pseudogleju preporučuje se izvesti predloženi sustav odvodnje u tri stupnja, s osobitim naglaskom na posebne zahvate gospodarenja tlom – agromelioracije (kalcizacija, humizacija, melioracijska gnojdba). Svrha im je najprije popravak, a zatim i redovitim ponavljanjem održavanje uspostavljenih povoljnih fizikalnih i kemijskih značajki tla u sustavu.
5. Jednako tako uređenje hidromorfni tala dat će puni učinak ako sustave odvodnje prate posebne mjere gospodarenja tlom – agromelioracijski zahvati. Nakon toga na površinama hidromorfni tala za uzgoj poljoprivrednih kultura može se pojaviti i potreba primjene navodnjavanja. Kako je izvedba kompleksnih hidromelioracijskih i agromelioracijskih zahvata na hidromorfni tlima vrlo skupa,

---

<sup>1</sup> Započeta istraživanja djelotvornosti tih materijala prekinuta su pokretanjem afere s vlasnikom tih kamenoloma.

odluku valja vagati u svjetlu činjenice kako se ta tla uz minimum ulaganja i bez izvedbe tih zahvata mogu gospodarski opravdano koristiti za livade, pašnjake i razvoj stočarstva.

6. Za naprednu poljoprivredu, u kojoj je suštinsko pitanje uzgoj poljoprivrednih kultura na 8 tipova terestričkih tala, potrebno je nadoknaditi nedostatak vode u vegetacijskom razdoblju primjenom navodnjavanja. Jednako tako, na ovim tlima potrebno je primijeniti odgovarajuće mjere agromelioracija za popravak i održavanje fizikalnih, kemijskih i bioloških značajki tla (ovisno o tipu).
7. Na čak 85,4 % površine terestričkih tala potrebno je i gospodarski opravdano primijeniti navodnjavanje. Prosječni nedostatak u vegetacijskom razdoblju je 166,4 mm vode, a u sušnoj godini čak 251,1 mm, s trendom rasta deficita zbog klimatskih promjena. Najviše vode u klimatski prosječnoj godini 103,1 mm nedostaje pri uzgoju šećerne repe, a u sušnim godinama taj deficit iznosi 179,6 mm ili visokih 1796 m<sup>3</sup>/ha/god. Za navodnjavanje svih tala na području Grada Požege sposobnih za navodnjavanje potrebno je 7 176 832 m<sup>3</sup> vode.
8. I na koncu: za uspješan uzgoj beziznimno svih usjeva na oraničnim tlima Požeštine od ključnog značaja je uspostava čvrstog plodoređa, u kojemu kao glavni ili naknadni ne smije izostati usjev namijenjen podizanju i održavanju sadržaja humusa kao čimbenika povoljnih osobina tla.

## Literatura

1. Ayers, R. S., Westcit, D. W. (1985) *Water Quality for Agriculture, Food Agriculture Organization, Irrigation and Drainage Paper, Nr. 29. rev. 1, Rome.*
2. Bašić, F., Kisić, I., Mesić, M., Turšić, I., Zgorelec, Ž., Perčin, A., Šestak, I., Bilandžija, D., Bogunović, I. (2019) Stanje i posebnosti gospodarenja pjeskovitim tlima središnje Podravine, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti i Zavod za znanstvenoistraživački i umjetnički rad Koprivničko-križevačke županije u Križevcima, Zbornik znanstvenog skupa „Đurđevački pijesci: geneza, stanje i perspektive“, str. 311-368, Zagreb – Križevci, 2019.
3. Bašić, F. (2012) Tla Hrvatske – temelj održivog razvitka, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zbornik radova okruglog stola-Šume tla i vode neprocjenjiva bogatstva Hrvatske, str. 57-97, Zagreb.
4. Bašić, F. (2013) *The Soils of Croatia, World Soil Book Series, International Union of Soil Sciences, editor Alfred E. Hartemink, Springer Verlag, p. 179. Dordrecht, Heidelberg, New York, London.*
5. Bašić, F., Tomić, F. (2014) Poljoprivreda kao razvojni potencijal Hrvatskog gospodarstva, znanstveni skup - Razvojni potencijali hrvatskog gospodarstva, HAZU – Odsjek za ekonomska istraživanja i Ekonomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zbornik radova, str. 121-152, Zagreb.

6. Husnjak, S., Šimunić, I. i sur. (2007) Idejno rješenje za sustav navodnjavanja Or-ljava-Londža, str. 95, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
7. Husnjak, S., Šimunić, I. i sur. (2007) Idejno rješenje za sustav navodnjavanja Ra-manovci – Bektež, str. 61, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
8. Husnjak, S., Romić, D., Poljak, M., Pernar, N. (2011) Recommendations for soil management in Croatia, *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 76, 1:1-7, Zagreb.
9. Husnjak, S. (2014) Sistematika tala Hrvatske, Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu, str. 373, Zagreb.
10. Kalinić, M., Pavlić, V. (1978) Osnovna pedološka karta RH mjerila 1.50.000 i pripadajući tumač karte, Institut za pedologiju i tehnologiju tla, Zagreb.
11. Kisić, I. (2014) Ekološka poljoprivreda, *Udžbenik Sveučilišta u Zagrebu*, str. 312, Zagreb.
12. Kušan, V. (2020) Generalizirana karta šumskog zemljišta mjerila 1:300.000, Oikon d.o.o Institut za primijenjenu ekologiju, Zagreb-
13. Ondrašek, G., Petošić, D., Tomić, F., Mustać, I., Filipović, V., Petek, M., Lazarević, B. Bubalo, M. (2015) Voda u agroekosustavima, Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu, str. 343, Zagreb.
14. Romić, D. i sur. (2005) Nacionalni projekt navodnjavanja i gospodarenja poljoprivrednim zemljištem i vodama u R H, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, str.157, Zagreb.
15. Romić, D., Njavro, M. (2019) Korištenje zemljišnih resursa i poljoprivredna proizvodnja u Hrvatskoj, Akademija poljoprivrednih znanosti, Zbornik, Svezak 1, str 21 – 40, Zagreb.
16. Šimunić, I. (1994) Reguliranje suvišnih voda tla kombiniranom odvodnjom u Lonjskom polju, Doktorska disertacija, str.174, Agronomski fakultet, Zagreb.
17. Šimunić, I., Sraka, M., Husnjak, S., Tomić, F., Barić, K. (2008) Influence of drain-pipe specings on atrazine leaching, *Cereal Research Communications*, 36, 1143 – 1146.
18. Škorić, A. i sur. (1977) Tla Slavonije i Baranje. Projektni savjet pedološke karte Hrvatske, posebna izdanja, knjiga 1, 256 str.
19. Škorić, A. (1986) Postanak, razvoj i sistematika tla, Udžbenik, Fakultet poljoprivrednih znanosti Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb. Split – Odsjek za sociologiju, Zbornik radova znanstvenog skupa, str. 467-484, Split.
20. Tomić, F. (1984) Važnost odnosa biljka-tlo-voda u hidrotehničkim melioracijama te Prekomjerna vlažnost i proizvodna sposobnost tla, Priručnik za hidrotehničke melioracije, Društvo za odvodnju i navodnjavanje Hrvatske, Knjiga 2, str.131-155. i str.185-195., Zagreb.
21. Tomić, F. (1987) Sustav detaljne odvodnje za reguliranje suvišnih voda u tlu te Detaljna odvodnja u ovisnosti o vrsti tla, Priručnik za hidrotehničke melioracije, Društvo za odvodnju i navodnjavanje Hrvatske, Knjiga 4, str. 169-221. i str. 223-238, Zagreb.



22. Tomić, F., Bašić, F. (2011) Zemljišna politika u službi razvoja Hrvatske - uređenje zemljišta preduvjet napretka i konkurentnosti hrvatske poljoprivrede na europskom gospodarskom prostoru, Društvo i država blagostanja, Hrvatska gospodarska komora, str. 165-194., Zagreb.
23. Tomić, F., Šimunić, I. (2015) Unapređenje poljoprivrede na prostoru Šibensko-kninske županije primjenom navodnjavanja, Baština i razvoj, Godišnjak Titius, Filozofski fakultet.
24. Tomić, F., Kralik, G., Krička, T., Guberac, V., Bašić, F., Kovačević, J., Mijić, P., Mioč, B., Kovačević, V., Franić, R. (2015) Aktualno stanje u hrvatskoj poljoprivredi i smjernice njezina razvoja s naglaskom na poljoprivredu istočne Hrvatske, Radovi znanstvenog skupa Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Proizvodnja hrane i šumarstvo – temelj razvoja istočne Hrvatske, str. 3-24, Zagreb.
25. Tomić, F., Bašić, F., Husnjak, S., Mustać, I (2018.): Smjernice primjene navodnjavanja na području Pobosuća, Rijeka Bosut i Pobosučće u prošlosti sadašnjosti i budućnosti, HAZU Centar za znanstveni rad u Vinkovcima, Zbornik radova znanstvenog skupa, str.191-210, Zagreb – Vinkovci.
26. Tomić, F. (2019.): Stanje i smjernice unapređivanja hrvatske poljoprivrede, Akademija poljoprivrednih znanosti, Zbornik, Svezak 1, str 3 – 19, Zagreb.
27. Tomić, F., Krička, T., Ban, D., Goreta Ban, S., Šatović, Z., Oplanić, M., Pinzan, E., Bašić, F. (2020) Ocjena stanja i putokaz održive intezifikacije hrvatske poljoprivrede u uvjetima klimatskih promjena, s naglaskom na Istru; Održivi razvoj poljoprivrede i turizma u kontekstu klimatskih promjena; Razred za prirodno znanosti HAZU, Akademija poljoprivrednih znanosti i Institut za poljoprivredu i turizam; Zbornik skupa, str.1-27, Poreč.
28. Vidaček, Ž., Tomić, F., Romić, D. (1993) Bilanca vode u tlu, Priručnik za hidrotehničke melioracije, Navodnjavanje, Knjiga 2, str.159-174, Zagreb. 28.X. (1991) Vodoprivredna osnova sliva rijeke Orljave, Hrvatske vode, Zagreb.
29. Sustav navodnjavanja Orljava–Londža u Požeško-slavonskoj županiji (2014) Institut za istraživanje i razvoj održivih ekosustava Zagreb.
30. Osnove navodnjavanja na području Požeško–slavonske županije (2005), Hidroprojekt-ing Zagreb i Hidroing Osijek.

## Soils of the city of Požega and land reclamation for crop growing in advancement agriculture

### Summary

The area of the City of Požega total area of 13.343 ha, of which 6.234,3 ha are agricultural land, and the rest is forest land, settlements and water bodies. Agriculture is traditionally one of the most important economic activities of people of investigated area. Under influence of a combination of pedogenetic factors on agricultural land different pedological types have developed. Among the total 12 soil types, there are terrestrial soils (8 types), semi-terrestrial soils (1 type) and hydromorphic soils (3 types) are the most represented. Since there is no problem of excess surface water or high groundwater levels on terrestrial soils, no drainage system is required on them. However, on terrestrial soils there is a lack of water during the vegetation period, so it is necessary to compensate for the lack of water on irrigation systems when growing crops. In addition to irrigation, it is necessary to apply appropriate agromelioration practices on certain types of soil in order to improve the physical, chemical and biological characteristics of the soil.

On the semiterrestrial type, excess surface water and stagnant water appear in the rhizosphere zone, so it is proposed to perform an appropriate drainage system, as well as the application of specific soil management practices to improve soil characteristics – subsoiling, liming, humization, ameliorative fertilization. Irrigation of semi-terrestrial soils is primarily considered after the problem of excess water is solved by a drainage system and after the soil characteristics are repaired by applying appropriate soil management (agromeliorative) practices - subsoiling, liming, humization, ameliorative fertilization.

There are three types of hydromorphic soils in this area. When arranging them, it is primarily necessary to solve the excess water (surface, high level of groundwater or both) with the proposed drainage system. At the same time, the application of soil management practices (agromelioration) are needed in order to improve the physical and chemical, and thus biological, characteristics of the soil. Irrigation on hydromorphic soils comes into consideration only if it is achieved their repair by carried out of drainage system and agromelioration measures to cultivate agricultural crops that need to be irrigated. Since reclamation measures for arranging hydromorphic soils (especially amphigley soil) are complex and very expensive, they have recently been used for meadows and pastures, thus helping the development of livestock.

In this paper, drainage systems and agromelioration measures for arranging the existing soil types of land of the City of Požega are proposed, for the purpose of achieving advanced agriculture.

**Key words:** soil, water, agricultural land, drainage, irrigation, special soil management practices.

Akademik Franjo Tomić

Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Razred za prirodne znanosti,

Trg Nikole Šubića Zrinskog 11, 10000 Zagreb

*ftomic@agr.hr*

Prof. dr. sc. Stjepan Husnjak

Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet,

Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb

*shusnjak@agr.hr*

