

REPUBLIKA HRVATSKA  
VISOKO GOSPODARSKO UČILIŠTE U KRIŽEVCIMA

**ELVIS BRENC, student**

**“HIDRO I AGRO MELIORACIJSKE MJERE  
UREĐENJA PSEUDOGLEJA NA OPG BRENC”**

**Završni rad**

Križevci, 2015

REPUBLIKA HRVATSKA  
VISOKO GOSPODARSKO UČILIŠTE U KRIŽEVCIMA

**ELVIS BRENC, student**

**“HIDRO I AGRO MELIORACIJSKE MJERE  
UREĐENJA PSEUDOGLEJA NA OPG BRENC”**

**Završni rad**

Popovjerenstvo za obranu i ocjenu završnog rada :

- |   |                             |
|---|-----------------------------|
| 1. Dr.sc. Ivka Kvaternjak , v. pred.    | - predsjednica povjerenstva |
| 2. Dr.sc. Andrija Špoljar , prof. v. š. | - mentor povjerenstva       |
| 3. Dr.sc.Siniša Srećec, prof. v. š.     | - član povjerenstva         |

Križevci, 2015

## KAZALO

Stranica

<b>1. UVOD I CILJEVI ISTRAŽIVANJA.....</b>	<b>4</b>
<b>2. MATERIJALI I METODE .....</b>	<b>4</b>
<b>3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA .....</b>	<b>5</b>
3.1. Klimatske značajke.....	5
3.2. Fizikalne i kemijske značajke tla.....	8
3.3. Parametri odvodnje i agromelioracija .....	10
3.4. Preporuke uređenja zemljišta .....	15
3.5. Preporuke gnojidbe .....	15
<b>4. RASPRAVA.....</b>	<b>18</b>
<b>5. ZAKLJUČAK.....</b>	<b>20</b>
<b>6. LITERATURA .....</b>	<b>21</b>

## 1. UVOD I CILJEVI

U suvremenoj poljoprivrednoj proizvodnji postignuti prinosi uzgajanih usjeva uvelike ovise o provedenim melioracijskim mjerama uređenja. Osnovni zadatak ovih mjera je uređenje vodozračnih, toplinskih i hranidbenih odnosa u tlu. S ciljem postizanja održivih prinosa uzgajanih usjeva na obiteljskom poljoprivrednom gospodarstvu Brenc provedena su pedološka istraživanja i determiniran je pseudoglej obronačni, eutrični. S obzirom da fizikalne, kemijske i biološke značajke tla kod ovog tipa tla nisu zadovoljavajuće nužno je provesti hidro i agromelioracijske mjere uređenja odabrane proizvodne površine. Također je za postizanje planiranih prinosa uzgajanih usjeva, a na temelju opskrbljenosti tla hranivima nužno dati odgovarajuće preporuke gnojidbe.

Stoga su ciljevi istraživanja obuhvatili:

- utvrđivanje fizikalnih i kemijskih značajki tla,
- izračun osnovnih parametara odvodnje, te
- utvrđivanje količina gnojiva za postizanje planiranih prinosa uzgajanih usjeva.

Na temelju ovako postavljenih ciljeva istraživanja moći će se dati i odgovarajuće preporuke uređenja odabrane proizvodne površine.

## 2. MATERIJALI I METODE

Istraživanja su provedena na odabranoj proizvodnoj površini obiteljskog poljoprivrednog gospodarstva Brenc, slika 1. i 2.



Slika 1. Područje pištavaca



Slika 2. Proizvodna površina

Za potrebe procjene klimatskih uvjeta korišteni su podaci o srednjim mjesečnim i godišnjim temperaturama zraka te mjesečnim i godišnjim količinama oborinama dobivenim od Državnog hidrometeorološkog zavoda za tridesetogodišnje razdoblje od 1952. do 1989. godine za stanicu Zalesina (Bogović i Cindrić, 2009). Izračunat je Langov kišni faktor ( $LK_f$ ) i mjesečni kišni faktor prema Gračaninu. Viškovi i nedostaci vode izračunati su prema metodi Thorntnwatea, a godišnji hod oborina i srednje mjesečne temperature zraka prikazane su klimadijagramom prema Walteru (cit. Dadaček, 2008).

Terenske i laboratorijske metode istraživanja korištene za izradu ovoga rada odgovaraju međunarodno prihvaćenim standardima pedoloških istraživanja (AZO, 2006). Terenskim i laboratorijskim istraživanjima determiniran je pseudoglej obronačni, eutrični (Škorić et al., 1985). Od fizikalnih značajki tla određen je mehanički sastav u vodi i natrijevom pirofosfatu, retencijski kapacitet tla za vodu, volumna gustoća, gustoća čvrstih čestica, ukupni porozitet i kapacitet tla za zrak. Za potrebe gnojidbe određene su sljedeće kemijske značajke: reakcija tla u  $H_2O$  i  $1MKCl$ -u, hidrolitska kiselost, količina humusa prema Tjurinu, ukupni sadržaj dušika prema Kjeldahlu te fiziološki aktivni  $P_2O_5$  i  $K_2O$  AL metodom. Za utvrđivanje razmaka drenskih cijevi korišteni su DIN 1185 njemački normativi (cit. Šimunić i Špoljar 2007; Šimunić, 2014), a za utvrđivanje potrebe provođenja dodatnih mjera izračunata je gustoća pakiranja čestica (PD) prema Bencku i Rangeru (cit. Špoljar, 2007), relativna poroznost i koeficijent pora prema Hillelu (cit. Racz, 1986).

Preporuke gnojidbe izrađene su na osnovi opskrbljenosti tla hranivima za planirani prinos uzgajanih usjeva (Vukadinović, 2011).

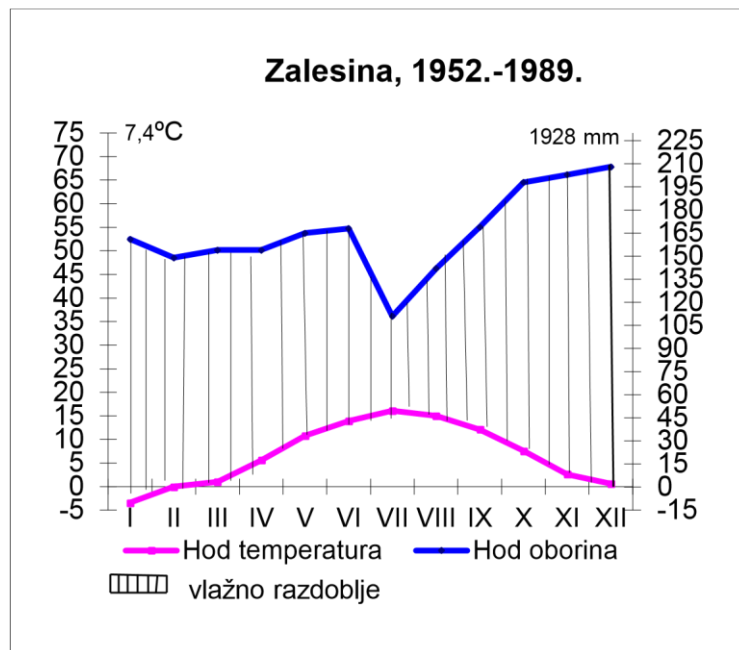
### **3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA**

U ovom poglavlju prikazani su rezultati klimatskih značajki za šire područje klimatske postaje Zalesina, rezultati fizikalnih i kemijskih značajki tla, parametri odvodnje te su na temelju ovih podataka date odgovarajuće preporuke uređenja odabrane proizvodne površine. Također su za postizanje održivih prinosa uzgajanih usjeva date preporuke gnojidbe.

#### **3.1. Klimatske značajke**

Hod vrijednosti srednjih mjesečnih temperatura zraka i ukupnih mjesečnih količina oborina za tridesetogodišnje razdoblje od 1952. do 1989. godine prikazan je na grafikonu

1. prema Walteru. U razmatranom razdoblju srednja mjesečna temperatura za meteorološku postaju Zalesina iznosi 7,4 °C, a prosječna količina oborina u istom razdoblju bila je 1928 mm. Iz podataka o srednjim mjesečnim temperaturama zraka i prosječnim godišnjim količinama oborina proizlazi da sušnog razdoblja nije bilo.



Grafikon 1. Grafikon prema Walteru

Klimatski pokazatelji za meteorološku postaju Zalesina u razdoblju od 1952. do 1989. prikazani su u tablici 1.

Tablica 1. Klimatski pokazatelji za meteorološku postaju Zalesina u razdoblju od 1952. do 1989.

Meteorološka postaja Zalesina													
Razdoblje od 1952.-1989.													
Mjeseci	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Σ
Oborine, mm	161	149	154	154	165	168	111	142	169	198	203	208	1928
Temperature, °C	-3,4	-2,7	1,0	5,6	10,8	13,9	16,1	15,0	12,1	7,6	2,6	0,6	91,4
Oznaka	n	n	hl	<u>uhl</u>	<u>ut</u>	<u>t</u>	<u>t</u>	<u>t</u>	<u>ut</u>	<u>uhl</u>	hl	hl	-
Kfm Gračanin	47,3	55,1	154	27,5	15,2	12,1	6,9	9,5	13,0	26,1	78,1	346,6	21,1
humidnost	<u>ph</u>	<u>ph</u>	<u>ph</u>	<u>ph</u>	<u>ph</u>	<u>h</u>	<u>h</u>	<u>h</u>	<u>h</u>	<u>ph</u>	ph	ph	ph

Langov kišni faktor  $LK_f = 253,4$

Toplinska oznaka klime: n - nivalna (srednja mjesečna temperatura zraka manja od  $0,5^{\circ}\text{C}$ ), hl-hladna ( $0,5-4,0^{\circ}\text{C}$ ), uhl- umjereno hladna ( $4,0-8,0^{\circ}\text{C}$ ), ut - umjereno topla ( $8,0-12,0^{\circ}\text{C}$ ), t – topla ( $12,0-20,0^{\circ}\text{C}$ ), v – vruća ( $>20^{\circ}\text{C}$ ); Humidnost klime: pa - peraridna (ako je  $K_f < 1,6$ ) a - aridna ( $1,7-3,3$ ), sa - semiaridna ( $3,4-5,0$ ), sh - semihumidna ( $5.1,-6.6$ ), h - humidna ( $6.7-13.3$ ), ph - perhumidna ( $> 13,3$ ).

Na temelju određenih klimatskih pokazatelja za meteorološku postaju Zalesina za razmatrano tridesetomogodišnje razdoblje može se zaključiti da je klima za šire područje klimatske postaje Zalesina bila perhumidna. U vrijeme vegetacije od travnja do listopada prevladavali su topli klimatski uvjeti, a izvan vegetacije pretežno su bili hladni klimatski uvjeti. Mjesečni klimatski faktor prema Gračaninu ( $K_{fm}$ ) ukazuje na pretežno humidne klimatske prilike u tijeku vegetacijskog razdoblja dok su izvan vegetacije prevladavale perhumidne klimatske prilike. Za tridesetomogodišnje razdoblje Langov kišni faktor ( $LK_f$ ) iznosi 253,4 što ukazuje također na perhumidne klimatske uvjete.

U tablici 2. daju se podaci o viškovima i nedostacima vode te podaci o potencijalnim i stvarnim potrebama biljaka za vodom izračunati prema metodi Thortnthwatea. Potencijalne potrebe biljaka za vodom na osnovi vrijednosti potencijalne korigirane evapotranspiracije ( $PET_k$ ) iznose 548,6 mm. S obzirom da se radi o perhumidnim klimatskim uvjetima nedostaci vode u tijeku vegetacijskog razdoblja nisu utvrđeni. Iz tih razloga vrijednosti stvarne i potencijalne korigirane evapotranspiracije su iste, odnosno biljke imaju na raspolaganju dovoljne količine vode. Nasuprot tomu utvrđeni su znatni viškovi vode u vegetacijskom razdoblju u iznosu od 976,1 mm, koje treba odvesti sustavima odvodnje.

Tablica 2. Bilanca vode u tlu prema metodi Thortnthwatea

Meteorološka postaja Zalesina													
Meteorološka postaja Bjelovar 1952. – 1989.													
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	$\Sigma$
$PET_k$	0,0	0,0	6,6	36,2	75,8	97,3	112,3	97,2	67,9	39,9	12,4	3,0	548,6
SET	0,0	0,0	6,6	36,2	75,8	97,3	112,3	97,2	67,9	39,9	12,4	3,0	548,6
M	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
V	161,0	149,0	147,0	117,8	89,2	70,7	0,0	43,6	101,1	158,1	190,6	205,0	1433,4

Tumač:  $PET_k$  - potencijalna korigirana evapotranspiracija; SET – stvarna evapotranspiracija; M - manjak vode; V - višak vode

Suficitnu vodu preporuča se odvesti kombiniranom odvodnjom, odnosno nužno bi bilo izgraditi kanalsku mrežu, položiti drenske cijevi, ugraditi filter materijal, te provesti i druge agromelioracijske mjere uređenja.

### 3.2. Fizikalne i kemijske značajke tla

U tablici 3. daju se podaci o mehaničkom sastavu tla u vodi i natrijevom pirofosfatu, a rezultate fizikalnih značajki tla prikazuje tablica 4. Tablica 5. prikazuje podatke o optimalnom sadržaju vlage u tlu, a u tablici 6. nalaze se rezultati kemijskih značajki tla. Tablica 3.

Rezultati mehaničkog sastava tla

Oznaka	Dubina, cm	Analiza mehaničkog sastava				Teksturna oznaka prema Atterbergeru (cit. Škorić, 1982)
		2-0,2 mm	0,2-0,02 mm	0,02-0,002 mm	<0,002 mm	
Analiza mehaničkog sastava tla u vodi, %						
A	0-20	34,01	25,34	29,40	11,25	ilovača
Eg	20-40	35,05	25,20	24,65	15,10	ilovača
Analiza mehaničkog sastava tla u Na-pirofosfatu, %						
A	0-20	29,45	27,30	25,05	18,20	ilovača
Eg	20-40	31,25	26,70	21,80	20,25	ilovača

Na osnovi podataka o mehaničkom sastavu tla u vodi i natrijevom pirofosfatu u oba horizonta tlo je ilovaste teksture. Terenskim istraživanjima utvrđena je nešto teža tekstura u Btg horizontu, ispod 40 cm dubine.

Tablica 4. Rezultati fizikalnih značajki tla

Dubina tla cm	Retencijski kap. tla za vodu Kv % vol	Volumna gustoća $\rho_v$ g/cm <sup>3</sup>	Gustoća čvrstih čestica $\rho_{\check{c}}$ g/cm <sup>3</sup>	Ukupni porozitet P, %	Kapacitet tla za zrak, Kz, %
0-20	52,52	1,13	2,64	57,20	4,68
20-40	37,75	1,38	2,84	51,41	13,66
40-60	46,37	1,07	2,69	60,22	13,85
60-80	26,20	1,67	2,92	42,81	16,61



Za proizvodnju žitarica i okopavina vrijednosti kapaciteta tla za zrak trebale bi biti veće od 10%, a pri uzgoju trava veće od 6%. U površinskom horizontu vrijednost kapaciteta tla za zrak iznosi 4,68%, što upućuje na nepovoljne vodozračne odnose u tlu.

U tablici 5. nalaze se podaci o sadržaju optimalne vlažnosti tla izražene u mm i u m<sup>3</sup>/ha uz pretpostavku da je donji interval optimalne vlažnosti tla 70% od retencijskog kapaciteta tla za vodu.

Tablica 5. Optimalni interval vlažnosti tla

Dubina, cm	Retencijski kapacitet tla za vodu, Kv mm	Lento kapilarna vlažnost, LKt mm	Optimalni interval vlažnosti, Ov mm
0-30	142,79	99,95	42,84
0-50	226,91	158,84	68,07
0-100	378,08	246,66	131,42

Do 30 cm dubine optimalni sadržaj vlage u tlu iznosi 42,84 mm, a do 100 cm dubine 131,42 mm. Sustavima površinske i podzemne odvodnje s proizvodnih površina odvodi se suficitna voda do vrijednosti poljskog ili retencijskog kapaciteta tla za vodu, a sastavima navodnjavanja održava se optimalni interval vlažnosti tla. Kako rezultati bilance oborinske vode u tlu prema metodi Thornthwaitea ne ukazuju na nedostatke vode u tlu tijekom vegetacijskog razdoblja navodnjavanje se kao dopunska mjera pri uzgoju ratarskih usjeva za šire područje meteorološke postaje Zalesina ne preporuča. Na isto ukazuju i klimatski podaci i izvedeni pokazatelji koji upućuju na perhumidne klimatske uvjeta. Samo primijenjena odvodnja na ovakvim tlima dat će zadovoljavajuće rezultate glede ostvarenih prinosa uzgajanih usjeva.

Tablica 6. Rezultati kemijskih značajki tla

Dubina, cm	pH u		Hidrolitska kiselost, Y <sub>1</sub>	humus, %	Ukupni dušik N%	AL metoda mg/100g tla			
	H <sub>2</sub> O	1MKCl				P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Ocjena	K <sub>2</sub> O	Ocjena
0-20	5,79	4,31	26,20	4,67	0,26	0,87	slabo opskrbljeno	6,86	slabo opskrbljeno
20-40	5,79	4,33	22,00	2,36	0,18	0,68	slabo opskrbljeno	4,57	slabo opskrbljeno

Na temelju podataka o kemijskim značajkama tla može se reći da je tlo slabo kiselo u oba horizonta. Iz podataka o hidrolitskoj kiselosti proizlazi da je kalcifikacija obvezatna mjera. Preporuča se unijeti u tlo 118 dt/ha CaCO<sub>3</sub> ili 66 dt/ha CaO. Izračunate količine vapna trebalo bi preraspodijeliti u više navrata kroz nekoliko godina. Na temelju podataka o sadržaju fiziološki aktivnog fosfora i kalija može se konstatirati da se radi o tlu koje je slabo opskrbljeno ovim hranjivima. Podizanjem reakcije tla na temelju hidrolitske kiselosti anulirat će se nepoželjni utjecaj vodikovih iona i mobilizirat će se vezani fosfor u tlu. Eventualni višak mikroelemenata (osim molibdena) također će se riješiti provedbom ove mjere. Kalcifikacija će zasigurno imati i povoljan utjecaj na strukturu tla, što bi se trebalo povoljno odraziti i na njegovu propusnost za vodu.

### 3.3. Parametri odvodnje i agromelioracija

Za uspješnu odvodnju nekog melioracijskog područja nužno je to područje zaštititi od slivenih i poplavnih voda te osigurati oplav, kako bi se osiguralo nesmetano odvođenje suficitnih voda. Dakako, da su osnovni preduvjet za projektiranje i izvođenje detaljne odvodnje izgrađeni sustavi osnovne odvodnje, što podrazumijeva izvedene kanale prvoga i drugoga reda. Detaljna odvodnja odnosi se na uređenje odabrane proizvodne površine. U sklopu uređenja ove proizvodne površine nužno je izgraditi sustav cijevne drenaže, koja bi se direktno ulijevala u kanale četvrtoga reda. Izgrađenim kanalima trećeg i četvrtog reda parceli će se dati konačni oblik, a tek nakon toga ovisno o zahtjevima kulture će se položiti drenske cijevi. Kako se radi o pseudogleju obronačnom, eutričnom, koji je slabe horizontalne propusnosti za vodu (< 16 cm/dan) za određivanje razmaka cijevne drenaže koriste se njemački DIN 1185 normativi, tablica 7. Iz izloženoga proizlazi da je za odvodnju suficitnih voda nužno je primijeniti kombiniranu odvodnju.

Tablica 7. Razmak cijevne drenaže za tip tla pseudoglej odrediti prema padu terena (prema normativima DIN - a 1185):

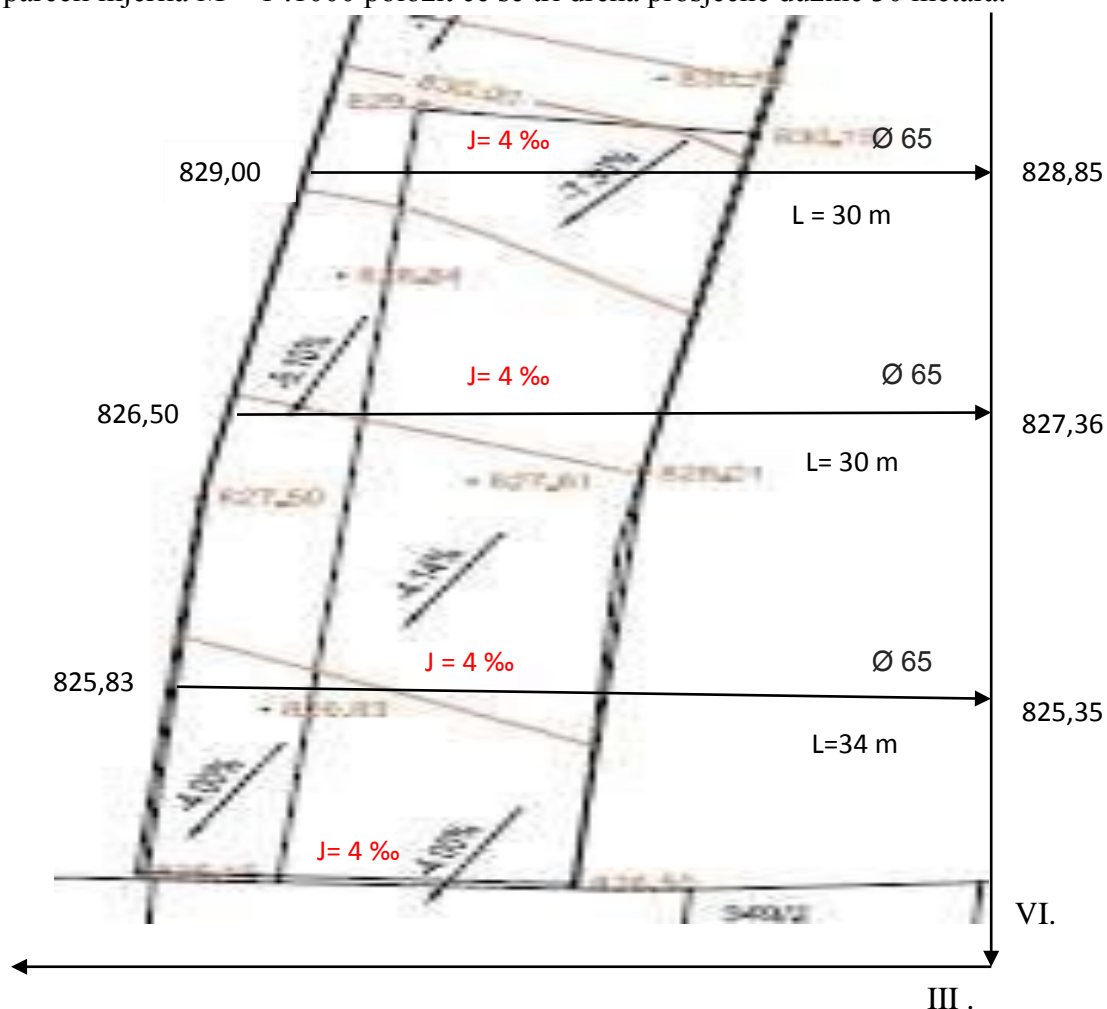
Pad terena, u % (I)	Razmak drenskih cijevi, u m
do 0,2	30
0,2 - 0,5	35
0,5 - 1,0	40

Na temelju relativnog pada terena, koji iznosi *cca* 4% očitani razmak iz priložene tablice iznosi 40 m. Međutim, kako višegodišnji prosjek oborina iznosi 1928 mm nužno je za svakih 100 mm oborina iznad normativom propisanih 700 mm umanjiti razmak za 1 m.

Temeljem navedenoga razmak drenskih cijevi iznosi 27 metara.

Kako će se na odabranoj proizvodnoj površini uzgajati ratarske kulture čija je glavna masa korijenovog sustava do cca 1 m dubina polaganja drenskih cijevi može biti između 80 cm i 110 cm, a minimalni pad drenaže iznosi 4,0 ‰. Dubina polaganja drenaže iznosi 1,0 m.

Na parceli mjerila M = 1 :1000 položiti će se tri drena prosječne dužine 30 metara.



Slika 3. Skica detaljne odvodnje

Kanal IV reda trebalo bi izvesti do dubine najmanje od 1,3 m i spojiti ga s kanalom višega reda (recipijentom). Kako kod pseudogleja postoji opasnost od zamuljenja cijevi uslijed previsokog sadržaja čestica praha i sitnog pijeska preporuča se primijeniti mehanički filter materijal. U humusno akumulativnom horizontu odnos sadržaja glina / glina + prah je nepovoljan i iznosi 0,38. Prema kriterijima koje preporučaju Šimunić i Špoljar (2007) kod utvrđenih vrijednosti glina / glinom + prah ispod 0,5 preporuča se drenске cijevi obložiti mehaničkim filter materijalom. Najčešće se u praksi u ovu svrhu koristi kokosovo vlakno. Zbog

male horizontalne propusnosti tla za vodu (ispod 16 cm/dan) nužno je primijeniti i hidraulički filter materijal koji će omogućiti bolje odvođenje sufitivnih voda do drena i u kanal IV reda.

Okvirni troškovi izvođenja cijevne drenaže su sljedeći :

*1. Iskolčenje drenova*

$$94 \text{ m} \times 0,10 \text{ EUR/m} = 9,4 \text{ EUR/m}$$

*2. Iskop drenskog jarka širine 0,17 m i dubine 1m te polaganje cijevi*

$$94 \times 1,4 \text{ EUR/m} = 131,6 \text{ EUR/m}$$

*3. Nabava i doprema PVC rebrastih perforiranih cijevi promjera 65 mm*

$$94 \times 0,87 \text{ EUR / m} = 81,78 \text{ EUR}$$

*4. Nabava, doprema i ugradnja plastičnih čepova promjera 65 mm*

$$3 \text{ kom} \times 0,90 \text{ EUR} = 2,7 \text{ EUR}$$

*5. Nabava doprema i ugradnja plastičnih krutih izljeva sa žabljim poklopcem promjera 65 mm*

$$3 \text{ kom} \times 12,40 \text{ EUR / kom} = 37,2 \text{ EUR}$$

*6. Nabava i doprema šljunka*

$$0,17 \times 94 \times 0,60 = 9,59 \text{ m}^3 \times 23 \text{ EUR} = 220,52 \text{ EUR}$$

*7. Mehaničko zatrpavanje drenova*

$$0,17 \times 94 \times 1,0 = 16,00 \text{ m}^3 \times 0,90 \text{ EUR} = 14,4 \text{ EUR}$$

---

Ukupno = 497,6 EUR

Ukupna cijena izvođenja cijevne drenaže na odabranoj proizvodnoj površini iznosi 497,6 EUR, a ove troškove treba uvećati za trošak iskopa kanala IV reda. Koso položeni drenovi u odnosu na slojnice trebali bi presjeći dotok vode po nepropusnom horizontu i na taj način riješiti problem pištavaca, odnosno mjesta proboja vode u podnožju padine.

Kako se problem suficitnih voda kod pseudogleja ne može riješiti izvođenjem samo cijevne drenaže potrebno je primijeniti dodatnu mjeru. Sadržaj čestica gline u svim istraživanim uzorcima iznosi ispod 35% pa je potrebno provesti podrivanje. Ovu dodatnu mjeru preporuča se provesti okomito ili koso na smjer drenova kako bi se zahvatila drenom što veća količina vode te evakuirala s proizvodne površine. Izračunate vrijednosti gustoće pakiranja čestica također upućuju na povećanu zbijenost dubljih horizonata, tablica 8. Tablica 8. Rezultati gustoće pakiranja čestica

Dubina tla, cm	Volumna gustoća ( $\rho_v$ ) g/cm <sup>3</sup>	% gline u Na- pirofosfatu	Gustoća pakiranja čestica (Gp), g/cm <sup>3</sup>	Ocjena zbijenosti
0-40	1,26	18,20	1,42	srednje
40-80	1,37	20,25	1,55	srednje

Vrijednosti gustoće pakiranja čestica veće su u potpovršinskom horizontu i upućuju na povećanu zbijenost tla.

U tablici 9. nalaze se podaci relativne poroznosti tla i koeficijenta pora koji također ukazuju na zbijenost tla.

Tablica 9. Relativna poroznost tla i koeficijent pora.

Dubina tla, cm	Relativna poroznost tla, (n)	Koeficijent pora, (e)	Ukupni porozitet, (P), % vol.
0-40	0,54	1,17	54,31
40-80	0,52	1,08	51,52

Niže vrijednosti koeficijenta pora (e) u potpovršinskom horizontu također ukazuju na veću zbijenost na dubini od 40 do 80 cm, što se rješava, kako je već rečeno, provođenjem podrivanja. Trajnost ove mjere iznosi *cca* 3 godine pa ju je nužno ponavljati.

S obzirom da su preporučene mjere kombinirane odvodnje za ovako malu proizvodnu površinu suviše skupe, moguće je problem suficitnih voda riješiti nesistematskom cijevnom drenažom, odnosno preporuča se povezati tri drena promjera 65 mm na jedno hvatalo promjera 80 mm s izljevom u recipijent, a to je potok koji se nalazi s donje strane proizvodne površine. Treća je mogućnost rješavanja suficitnih voda na proizvodnoj površini izvođenje dvostrešne baulacije. Dovoljno je izvesti jednu baulu s dva razdjelna kanala koji bi se ulijevali u recipijent.

Baule se izvode naoravanjem na slogove, tako da se dobije konveksna reljefna forma (ispupčena forma) s padom do 2%. U posljednje vrijeme sve više se sustav dvostrešne baulacije napušta zbog znatnih nedostataka kao što su: otežan pristup i primjena teške mehanizacije, kontinuirano održavanje baula sa specifičnom tehnologijom obrade, neujednačeno vlaženje, pojava bolesti i štetnika, neujednačen porast usjeva, preveliko površinsko otjecanje, premala konzervacija vode u tlu te osjetan gubitak proizvodne površine. Iz ovih se razloga prednost daje suvremenim metodama odvodnje. S obzirom da se radi o maloj proizvodnoj površini prednost treba dati nesistematskoj cijevnoj drenaži, odnosno odvodnji pomoću drenskih cijevi bez izvođenja kanalske mreže. Za veće melioracijske zahvate trebalo bi provesti okrupnjavanje posjeda pa tek onda provoditi hidromelioracijske mjere uređenja čitavog područja. Kako na području općine Ravna Gora mjere komasacije nisu provedene u svrhu rentabilne poljoprivredne proizvodnje nužno bi bilo provesti.

Problem pištavaca, koji se pojavljuje na proizvodnoj površini u podnožju padine može se riješiti kanalom presretačem, koji se postavlja u podnožju padine, na najnižoj koti terena, odnosno na mjestu proboja vode. Ovaj kanal se ne projektira, a nužno ga je povezati s recipijentom, potokom koji se nalazi u neposrednoj blizini parcele. Ovaj problem moguće je riješiti i drenom presretačem (interceptički dren) koji se također ne projektira. Iznad drena preporuča se u drenski rov staviti hidraulički filter materijal (šljunak) koji će omogućiti bolji dotok vode do drena. Na najnižoj koti terena u podnožju padine treba drenom presjeći dotok vode i spojiti ga s recipijentom. Tlo u području djelovanja pištavaca je prekomjerno vlažno što otežava ili potpuno onemogućava njegovu obradu. Za uspješno saniranje pištavaca potrebno je provesti nekoliko osnovnih predradnji i zahvata:

- ustanoviti i označiti područje djelovanja pištavaca,
- otkriti vodonosni sloj odnosno sustav vodo opskrbe pištavaca,
- zahvatiti odnosno kaptirati navedeni sustav, i
- odvesti suvišnu vodu izvan ugroženog područja pištavaca.

### 3.4. Preporuke uređenja zemljišta

Na temelju izloženoga mogu se dati sljedeće preporuke uređenja odabrane proizvodne površine :

- S obzirom da je izvođenje kanalske mreže suviše skupo zbog malih i rascjepkanih proizvodnih površina preporuča se izvesti nesistematsku cijevnu drenažu sa sisalima promjera 65 mm priključenim na hvatalo 80 mm promjera.
- Kako se radi o tlu koje je slabe horizontalne propusnosti za vodu treba provesti podrivanje koso ili okomito na drenove.
- Koso postavljeni drenovi u odnosu na slojnice trebali bi riješiti problem pištavaca, odnosno područja prekomjernog vlaženja u podnožju padine.
- Zbog opasnosti od zamuljenja drenskih cijevi treba primijeniti mehanički filter materijal kao i hidraulički koji će omogućiti bolji dotok vode u drenove.
- Za postizanje održivih prinosa usjeva koji će se uzgajati treba provesti kalcifikaciju kojom će se popraviti fizikalne i kemijske i biološke značajke tla.
- Za planirani prinos usjeva koji će se uzgajati na temelju opskrbljenosti tla hranjivima treba odrediti količine gnojiva. Preporučuje se ove količine gnojiva povećati, odnosno tlo treba gnojiti melioracijskim količinama kako bi se podigla razina opskrbljenosti tla hranjivima.

### 3.5. Preporuke gnojidbe

Poznavanje raspoložive količine hraniva u tlu i ukupne potrebe usjeva za određenim hranivima te njihovo iznošenje prinosom omogućuje dobru procjenu potrebnih količina gnojiva. Na navedenoj parceli uzgajat će se krumpir i zob u plodosmjenu. Podaci kemijskih analiza ukazuju na to da je tlo jako kisele reakcije, tablica 6. Na osnovi podataka o hidrolitskoj kiselosti do 40 cm dubine ( $Y_1 = 24,1$ ) može se zaključiti da je kalcifikacija nužna mjera za uzgoj krumpira i zobi. Tlo je dosta humozno do 20 cm dubine, jako siromašno biljezi

pristupačnim fosforom ( $P_2O_5$ ) i kalijem ( $K_2O$ ). Na dubini od 20 do 40 cm utvrđena je slaba humoznost i slaba opskrbljenost biljci pristupačnim fosforom i kalijem.

Na temelju provedenih kemijskih analiza tla, a prema Vukadinović (2011) za planirani prinos od 25 t/ha krumpira potrebno je primijeniti u gnojidbi 100 kg N, 62,5 kg  $P_2O_5$  te 150 kg  $K_2O$ . Preporuča se navedene količine hraniva zadovoljiti organskom i mineralnom gnojidbom. U osnovnoj obradi tla u jesen treba zaorati 15 t/ha zrelog stajskog gnoja. Budući da je potrebno dodati velike količine vapnenih materijala preporuča se zaorati polovicu potrebnog materijala za kalcifikaciju tla u iznosu 54,2 dt/ha  $CaCO_3$ . Preostala količina vapnenog materijala unijet će se u tlo naredne godine pri uzgoju zobi u osnovnoj obradi tla. S količinom zaoranog stajskog gnoja unijet će se u tlo 75 kg N, 45 kg  $K_2O$ , 75 kg  $P_2O_5$ . Hraniva u stajskom gnoju u tlu ne mogu iste godine biti u potpunosti pristupačna biljci.

Dinamika razgradnje za ilovasta tla je tri godine, tablica 10.

Tablica 10. Dinamika oslobađanja hranjiva iz krutog stajskog gnoja u %

Teksturna oznaka tla	Dinamika oslobađanja hranjiva iz krutog stajskog gnoja u %			
	1. godina	2. godina	3. godina	4. godina
Teška tla -glinasta	50	25	15	10
Srednje teškailovasta tla	50	30	20	-
Laka tla pjeskovita	50	50	-	-

Iako se krutim stajskim gnojem ne može podmiriti sva potrebna količina hraniva koju zahtjeva kultura, ostali dio hraniva dodaje se mineralnim gnojivima. Gnojidbom mineralnim gnojivima potrebno je u tlo unijeti 63 kg N, 40 kg  $P_2O_5$ , te 113 kg  $K_2O$ . U proljeće treba zatanjurati 50 kg UREA-e te 250 kg NPK (0:20:30) i 200 kg patentkalij-a. S obzirom na vrlo slabu opskrbljenost tla fosforom i kalijem potrebno je u gnojidbi primijeniti 50% više hranjiva u odnosu na hraniva potrebna za planirani prinos. Raspored i količine gnojiva za uzgoj krumpira prikazuju se u tablici 11.

Tablica 11. Gnojidba krumpira

Vrijeme unošenja gnojiva	Vrsta gnojiva	Količina	Dušik, N	Fosfor, P	Kalij, K



Osnovna gnojidba	Stajski gnoj	15 t	75 kg	45kg	75 kg
Predsjetvena	Mineralna gnojiva	50 kg UREA			
	Mineralna gnojiva	250 kg NPK 63 0:20:30	kg	40 kg	113 kg
		200 kg Patentkalij			

Sljedeća kultura u plodosmjeni iza krumpira bit će zob. Za planirani prinos zobi od 5 t/ha potrebno je pognojiti tlo sa 110 kg N, 40 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i 85 K<sub>2</sub>O. Budući da je za predkulturu tlo pognojeno stajskim gnojem i s obzirom na dinamiku razgradnje i tip tla zob će moći iz oslobođenih hraniva od stajskog gnoja iskoristiti 11 kg N, 22 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> te 7 kg K<sub>2</sub>O. Preostalu količinu od 99 kg N, 18 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i 78 kg K<sub>2</sub>O treba zadovoljiti gnojidbom mineralnim gnojivima. Preporuča se u osnovnoj obradi tla zaorati preostalu količinu vapnenog materijala za kalcifikaciju u iznosu od 54,23 dt/ha CaCO<sub>3</sub>, 150 kg NPK (7: 20 : 30), 100 kg 50% kalijeve soli. Prihranu treba obaviti u busanju sa 200 kg KAN-a.

Tablica 12. Gnojidba zobi

Vrijeme unošenja gnojiva	Vrsta i količina gnojiva	Dušik, N	Fosfor, P	Kalij, K
Predsjetvena gnojidba	150 kg NPK (7:20:30)	99 kg	18 kg	78 kg
Prihrana	200 KAN			

Prema uputama Ministarstva poljoprivrede iz 2014. godine za integriranu proizvodnju ratarskih kultura preporučene količine hranjiva za 100 kg gomolja i stabljike krumpira su znatno manje i iznose 0,62 kg N, 0,30 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i 1,45 kg K<sub>2</sub>O. Prema istim uputama za 100 kg biomase zobi (zrno/slama) potrebno je 1,6 kg N, 0,9 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i 1,9 K<sub>2</sub>O što je znatno niže u odnosu na količine hranjiva koje se dodaju u konvencionalnom uzgoju. Međutim, kako se radi o tlu koje je jako siromašno fiziološki aktivnim fosforom i kalijem preporučene su povećane količine gnojiva.

#### 4. RASPRAVA

Na odabranoj proizvodnoj površini temeljem klimatskih i pedoloških podataka date su odgovarajuće hidro i agro melioracijske mjere uređenja zamljišta kao i preporuke gnojidbe za usjeve koji će se uzgajati. Analizom klimatskih podataka za meteorološku postaju Zalesina na osnovi klimatskih pokazatelja determinirane su perhumidne klimatske prilike (Bogović i Cindrić, 2009). Izračunate komponente bilance oborinske vode u tlu prema metodi Thornthwatea ukazuju na znatne viškove vode u tijeku razmatranih trideset osam godina. nedostaci vode za šire područje Zalesine nisu utvrđeni. Nasuprot tome Špoljar i sur., (2009) na području Koprivničko križevačke županije utvrđuju za višegodišnje razmatrano razdoblje znatne nedostatke vode za koje autori preporučaju navodnjavanje. Na širem području Zalesine navodnjavanje se ne preporuča jer se radi o perhumidnim klimatskim uvjetima. Općenito za područje Gorskog kotara preporučuje se na tlima loše prirodne drenaže provođenje odvodnje.

Na temelju klimatskih i pedoloških podataka za odabranu proizvodnu površinu date su preporuke hidro i agro melioracijskih mjera uređenja. Za šire područje Ravne gore preporučuje se provedba komasacije, a zatim na tlima loše prirodne drenaže treba provesti hidro i agro melioracijske mjere uređenja. Za odabranu proizvodnu površinu predviđeno je provođenje kombinirane odvodnje, koje obuhvaća izgradnju kanalske mreže, postavljanje drenskih cijevi, ugradnju filter materijala, provođenje kalcifikacije i melioracijsku gnojidbu fosforom i kalijem. Kako u ovom trenutku komasacija nije provedena, a proizvodna površina je suviše mala za provođenje ovakvih kompleksnih mjera preporučuje se provedba podzemne odvodnje drenskim cijevima bez izgradnje kanalske mreže, čime bi se riješio i problem pištavaca. Slične mjere su na proizvodnim površinama Božjakovine d.d. preporučili Kratofil i sur., (1983) za pseudoglej glejna i močvarno glejna tla, a Čović i sur., (1977). za aluvijalna oglejna tla. Šoštarić (1998) za tla koja imaju veći sadržaj gline od 35% na površinama Božjakovine d.d. predlaže provođenje

krtičenja. Navrtek (2013) za proizvodne površine Božjakovine d.d. preporuča provođenje navodnjavanja kao dopunske mjere pri uzgoju ratarskih kultura. Butorac i Kisić (1999) zbog slabe opskrbljenosti pseudogleja humusom na području Grada Zagreba i Zagrebačke županije uz kalcifikaciju ovoga tla preporučuju i provođenje humizacije.

Na odabranoj proizvodnoj površini uzgajat će se krumpir i zob. U svrhu preporuke gnojidbe analizirani su podaci o sadržaju hraniva u tlu. Istovremeno se vodila briga o očuvanju i podizanju plodnosti tla. Za popravljavanje kemijskih značajki tla, neutralizaciju nepoželjne kiselosti tla preporučena je kalcifikacija, odnosno unošenje vapnenih materijala u kombinaciji s organskom gnojidbom. Primjenom kalcifikacije s organskom gnojidbom Mesić (2006) na području Gospića utvrđuje povoljne učinke na kemijske značajke tla i prinose, ozime raži, ječma i krumpira. Kemijskom analizom utvrđena je pH vrijednost u iznosu od 4,31 u 1 MKCl-u i 5,79 u H<sub>2</sub>O, što upućuje na kiselo tlo. Isto tako tlo je jako siromašno fiziološki aktivnim fosforom i kalijem. Na temelju hidrolitske kiselosti na odabranoj proizvodnoj površini potrebno je provesti kalcifikaciju u iznosu od 118 CaCO<sub>3</sub> dt/ha. Kalcifikacija će se djelomično obaviti u prvoj godini pri uzgoju krumpira u osnovnoj obradi zajedno sa zaoravanjem zrelog stajskog gnoja. Unošenje materijala za kalcifikaciju provest će se kroz dvije godine, zbog mogućeg nepovoljnog utjecaja na organizme u tlu. Zbog slabe opskrbljenosti tla fiziološki aktivnim fosforom i kalijem preporučene su povećane količine organskih i mineralnih gnojiva gnojiva. Rastija i sur., (2005) također su utvrdili povoljan učinak kalcifikacije na prinos nadzemne mase stabljike kukuruza. Mesić i sur., (2000) prve godine nakon primjene organske i mineralne gnojidbe te kalcifikacije pri uzgoju jarog ječma, krumpira i ozime raži utvrđuju veću reakciju tla, promjene sume baza sposobnih za zamjenu i stupnja zasićenosti adsorpcijskog kompleksa bazama te veći prinos ozimog ječma. Slične mjere uređenja tla preporučuje Mesić (2003/2006) i predlaže kalcifikaciju kiselih tala, te utvrđuje pozitivan utjecaj ove mjere na prinos kultura i značajke tla. Vukadinović (2011) navodi da je ispiranje kalcija iz tala prisutno kod oborina iznad 600-700 mm godišnje, a za postizanje održivih prinosa kultura potrebno je provoditi kalcifikaciju.

## 5. ZAKLJUČAK

Iz izloženoga može se zaključiti sljedeće:

- S obzirom da je izvođenje kanalske mreže suviše skupo zbog malih i rascjepkanih proizvodnih površina preporuča se izvesti nesistematsku cijevnu drenažu sa sisalima promjera 65 mm priključenim na hvatalo 80 mm promjera.
- Kako se radi o tlu koje je slabe horizontalne propusnosti za vodu treba provesti podrivanje koso ili okomito na drenove.
- Koso postavljeni drenovi u odnosu na slojnice trebali bi riješiti problem pištavaca, odnosno područja prekomjernog vlaženja u podnožju padine.
- Zbog opasnosti od zamuljenja drenskih cijevi treba primijeniti mehanički filter materijal kao i hidraulički koji će omogućiti bolji dotok vode u drenove.
- Za postizanje održivih prinosa krumpira i zobi treba provesti kalcifikaciju kojom će se popraviti fizikalne, kemijske i biološke značajke tla.
- Zbog slabe opskrbljenosti tla fiziološki aktivnim fosforom i kalijem preporučene su povećane količine organskih i mineralnih gnojiva gnojiva.
- Na temelju provedenih kemijskih analiza tla, a prema Vukadinović (2011) za planirani prinos od 25 t/ha krumpira potrebno je primijeniti u gnojidbi 100 kg N, 62,5 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> te 150 kg K<sub>2</sub>O. Također treba zaorati polovicu potrebnog materijala za kalcifikaciju tla u iznosu 54,2 dt/ha CaCO<sub>3</sub>.
- Za planirani prinos zobi od 5 t/ha potrebno je pognojiti tlo sa 110 kg N, 40 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i 85 K<sub>2</sub>O. Preporuča se u osnovnoj obradi tla zaorati preostalu količinu vapnenog materijala za kalcifikaciju u iznosu od 54,23 dt/ha CaCO<sub>3</sub>.

## LITERATURA

1. Bogović, Z., Cindrić, M. (2009): Program gospodarenja šumama s posebnom namjenom nastavno pokusni šumski objekt Zalesina. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 177 str.
2. Butorac, A., Kisić, I. (1999): Agrotehničke melioracije. Program razvitka poljoprivrede Sisačko moslavačke županije. Elaborat
3. Rastija D., Lončarić Z., Škripek Ž., Japundžić-Palenkić B., Varoščić A. U tjecaj kalcizacije i gnojidbe na promjene kemijskih svojstava tla i prinos kukuruza
4. Čović, M., Đuričić, B., Huljek, I., Stančer, T. (1977): Instalacije regulacionog sistema rudine Štakorovec, Zagreb.
5. Dadaček, N. (2008): Agroklimatologija. Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, 139 str.
6. Gašpar, I. (2000): Gnojidba ratarskih kultura, petrokemija,d.d. tvornica gnojiva Kutina 64 str.
7. Kratofil, D., Čović, M., pečanić, N., Đuričić, B., Nemeć, A., Vrđuka, Lj., Zlodi, M. /1983): Glavni projekt odvodnje kazete 12 Črnc polje. Opće vodoprivredno poduzeće, Zagreb
8. Mesić M. (2006): Završno izvješće „Korekcija suvišne kiselosti tla na poljoprivrednim gospodarstvima“. Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 8 str.
9. Navrtek, S. (2013): Potreba primjene hidro i agromelioracijskih mjera uređenja proizvodnih površina poduzeća Božjakovina, Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, 31 str.
10. Racz, Z. (1986): Agrikulturna mehanika tla, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.
11. Šimunić, I., Špoljar, A. (2007): Tloznanstvo i popravak tla, II dio. Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, 87 str.

12. Šimunić, I. (2013): Uređenje voda. udžbenik, Sveučilište u Zagrebu, 260 str.
13. Škorić, A. (1982): Priručnik za pedološka istraživanja. Fakultet poljoprivrednih znanosti Sveučilišta u Zagrebu, 56 str.
14. Škorić, A., Filipovski, G., Ćirić, M. (1985): Klasifikacija zemljišta Jugoslavije, Posebna izdanja ANU BiH, knjiga LXXVII, Odjeljenje prirodnih i matematičkih nauka, Sarajevo.
15. Šoštarić, J., Mađar, S. (1998): Krtična drenaža kao mjera odvodnje teških tala i strojeva za njeno izvođenje. Aktualni zadaci mehanizacije poljoprivrede, Opatija.
16. Špoljar A., Kisić, I., Kvaternjak, I., Marenčić, Žibrin, D. (2009): Utjecaj klimatskih uvjeta i značajki tla na prinose usjeva uzgajanih u plodoredu. Agronomski glasnik, 3:183-197.
17. Vukadinović, V. (2011): Ishrana bilja Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, 452 str.  
\*\*\* AZO (2006): Priručnik za trajno motrenje tala Hrvatske. Agencija za zaštitu okoliša i Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.  
\*\*\* Grupa autora (2014): Tehnološke upute za integriranu proizvodnju ratarskih kultura. Ministarstvo poljoprivrede, str. 1-70.