Pogodnost tala za uzgoj i navodnjavanje šećerne repe na području istočne Hrvatske

Matej, Kunčević

Undergraduate thesis / Završni rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:
Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechical Sciences Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:160102

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-17**

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek - Repository of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

zir.nsk.hr

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Matej Kunčević

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Bilinogojstvo

Pogodnost tala za uzgoj i navodnjavanje šećerne repe na području istočne Hrvatske

Završni rad

Osijek, 2019.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Matej Kunčević

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Bilinogojstvo

Pogodnost tala za uzgoj i navodnjavanje šećerne repe na području istočne Hrvatske

Završni rad

Osijek, 2019.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Matej Kunčević

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Bilinogojstvo

Pogodnost tala za uzgoj i navodnjavanje šećerne repe na području istočne Hrvatske

Završni rad

Povjerenstvo za ocjenu završnog rada:

Prof.dr.sc. Domagoj Rastija, mentor

Doc.dr.sc. Vladimir Zebec, član

Mr.sc. Miroslav Dadić, član

Osijek, 2019.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strosmayera u Osijeku
Fakultet Agrobiotehničkih znanosti Osijek
Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda, smjer Bilinogojstvo
Matej Kunčević

Završni rad

Pogodnost tala za uzgoj i navodnjavanje šećerne repe na području istočne Hrvatske

Sažetak:
Navodnjavanje šećerne repe predstavlja hidrotehničku mjeru apliciranja deficitarne vodu u tlu, s ciljem smanjenja negativnog djelovanja nedovoljne količine vode na uzgajani usjev koje su nezamjenjive i potrebne s ciljem optimalnog rasta i razvoja usjeva tijekom vegetacije. Pogodnost tala predstavlja vrijednost limitirajućih faktora čijim se prisustvom projektira i planira izgradnja sustava navodnjavanja kao i osnovu za daljnji razvoj drugih kultura na istraživanom području. Istraživanjem je obuhvaćeno 3 tipa tala. Za izračunavanja potrebne količine vode u prosječnoj (50% vjerojatnosti) i sušnoj (75% vjerojatnosti) godini korišteni su tridesetogodišnji podaci s meteoroloških postaje Gradište i Ilok te uz vrijednosti ETo izračunat je deficit vode u tlu. Sukladno deficit vode u tlu i potrebama šećerne repe za vodom te uz izračunate gubitke od 20%, dobiveno je bruto norma navodnjavanje. Uvažavajući bruto normu navodnjavanja te infiltracije, retencije vode u tlu i vodnih konstanti, izračunati s obroci navodnjavanja i projektiran sustav navodnjavanja prema potrebama šećerne repa prema potrebama iz srpnja mjeseca kao najsušnijeg u godini.

Ključne riječi: šećerna repa, evapotranspiracija, manjak vode u tlu, pogodnost tala

37 stranice, 4 slike, 17 literaturnih navoda, 24 tablice

Završni rad je pohranjen u: Knjižnici Fakulteta Agrobiotehničkih znanosti u Osijeku i u digitalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Fakulteta Agrobiotehničkih znanosti u Osijeku

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
Faculty of Agrobiotehnical Sciences Osijek
Undergraduate university study in Agriculture, course Plant production
Matej Kunčević

BSc thesis

Soil suitability for sugar beet growing and irrigation in east Croatia

Summary:
Sugar beet irrigation is a hydro-technical measure of the application of deficient water in the soil, with the aim of reducing the negative effect of insufficient water in cultivated crops that are irreplaceable and necessary for optimum growth and crop development during vegetation. The convenience of soil is the value of the limiting factors whose presence is projected and planned to build an irrigation system as well as the basis for further development of other cultures in the research area. Three types of soil were found in the research. Data that has been collected over the period of thirty years from meteorological stations Gradište and Ilok were used to calculate the required amount of water in the average (50% probability) and dry (75% probability) average year, and the water deficit in the soil was calculated using the ETo values. According to the water deficit in the soil, the sugar beet's requisite of water and with the calculated losses of 20%, the gross irrigation standard was obtained. Taking into account the gross irrigation and infiltration rate, water retention in the soil and water constants, irrigation rations were reckoned and an irrigation system was designed according to the needs of sugar beet as needed in July, with it being the driest month in the year.

Key words: sugar beet, evapotranspiration, soil water deficit, soil suitability

37 pages, 4 figures, 18 references, 24 tables

BSc Thesis is archived in Library of Faculty of Agrobiotechnical Sciences in Osijek and in digital repository of Faculty of Agrobiotechnical Sciences in Osijek

SADRŽAJ

1. UVOD 1

1.1. Cilj istraživanja 2

2. MATERIJAL I METODE 3

2.1. Terenska istraživanja 3

2.1.1. Rekognosciranje terena 3

2.1.2. Otvaranje pedoloških profila 3

2.1.3. Određivanje endomorfoloških svojstava 4

2.1.4. Uzimanje uzoraka tla 5

2.2. Laboratorijska istraživanja 6

2.2.1. Pedofizikalna i hidropedološka svojstva tla 6

2.3. Statistička obrada podataka 14

2.4. Metode proračuna potreba za vodom 17

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA I RASPRAVA 19

3.1. Pedomorfološka svojstva 19

3.2. Pedofizikalna svojstva 22

3.3. Pedokemijska svojstva 23

3.4. Hidropedološka svojstva 23

3.5. Pogodnost tala za uzgoj i navodnjavanje šećerne repe 25

3.6. Potrebe i manjak vode pri uzgoju šećerne repe 26

3.6.1.Evapotranspiracije šećerne repe 26

3.6.2. Bilanca oborinske vode u tlu 27

4. ZAKLJUČAK 35

5. POPIS LITERATURE 36

1. UVOD

Šećerna repa (*Beta vulgaris subsp. vulgaris convar. vulgaris var. altissima*), pripada u porodicu štirovki (*Amaranthaceae*). Uzgaja se prvenstveno za ekstakciju bijelog kristalog šećere iz njenog zadebljalog korijena, ali i kao krmivo za ishranu mliječnih krava i tovne junadi u obliku sviježih i suhih repinih rezanaca, melase i dr. Šećer dobiven ekstrakcijom šećerne repe je prilično skuplji u odnosu na isti dobiven ekstrakcijom iz šećerne trske. Razlog navedenoga je to da se zove "kraljica ratarskih kultura" odnosno jer je najzahtijevnija ratarska kultura u pogledu agrotehničkih mjera, financijskih intervencija, organizacijskih problema i slično te su često vrlo visoka ulaganja u šećernu repu. Prema agrotehničkim i hidropedološkim vrijednostima, u uzgoja je prilično zahtijevna kultura, prvenstveno u pogledu opskrbljenosti i pristupčnosti K_2O u tlu. Zatim infiltracije vode u tlu kako bismo prevenirali trulež korijena (*F. oxysporum* i druge gljive uzročnike ove bolesti) koju često možemo prevenirati 2 preventivna tretiranja šećerne repe sa "Fertina-B" u količini 1-3 l/ha u jednom prskanju. Također šećerne repa, vrlo dobro iskorištava izbalansiranu gnojidbu dušičnim gnojivima, gdje se potiče željena bujnost lisne rozete te time učinkovitija akumulacija saharoze ukoliko asimilacija šećera nije ograničena smanjenim LAI indeksom uslijed napada pijegavosti lišća šećerne repe (Cercospora beticola). Najveće potrebe šećerne repe za vodom su tijekom srpnja i kolovoza kada dolazi do ubrzanog rasta korijena šećerne repe i digestije. Unutar istraživanog područja, prosječna količina oborina je oko 680 l/m^2 godišnje, što je oduzimajući vrijednosti efektivne evapotranspiracije u prosječnoj godini 802,8 mm/godišnje te je prisutna negativna bilanca vode u tlu. Navedna razlika je izraženija u sušnoj godini na tlima istočne Hrvatske, kada navodnjavanje šećerne repe i tema završnog rada postaju imperativ te dobivaju na vrijednosti.

1.1. Cilj istraživanja

Na temelju otvorenih pedoloških profila (tri u Tovarniku i dva u Privlaci) i sondažnih izvadaka na istraživanim područjima, te fizikalnih i kemijskih svojstava tla utvrdit će se pogodnost tala za navodnjavanje i uzgoj šećerne repe.

Na osnovu meteoroloških podataka (temperature zraka, vlažnosti zraka, brzine strujanja zraka, insolacije) prikupljenih s najbliže meteorološke postaje DHMZ-a odredit će se potrebe za vodom i potrebe za navodnjavanjem šećerne repe.

2. MATERIJAL I METODE

2.1. Terenska istraživanja

2.1.1. Rekognosciranje terena

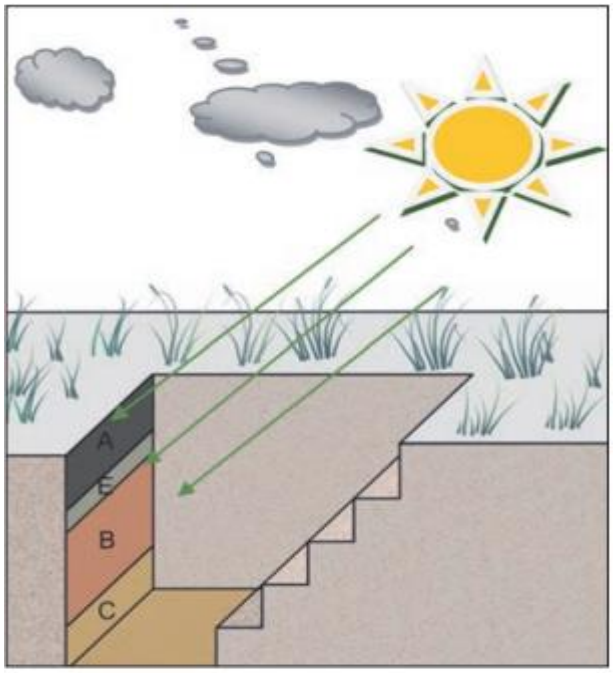
Rekognosciranje terena tj. obilazak cjelokupnog istraživanog područja jedna je od faza pedoloških istraživanja kojom se u jednakoj mjeri pridodaje ozbiljnost i važnost s ciljem kvalitete navedenih istraživanja. Važnost rekognosiciranja terena očituje se kao prvotni odlazak na istraživano područje s ciljem upoznavanja cjelokupnog terena. Provodi se s ciljem vizualnih zapažanja na prirodnim i otvorenim profilima (uz ceste, gradilišta, ciglane itd.) istraživanog područja te se zapaženo zapisuje. Nakon toga na topografskoj karti približno se evidentiraju moguće granice najvažnijih tipova tala. „Topografske karte kojima se koristimo mogu biti različitog mjerila, što ovisi o svrsi i detaljnosti pedološkog istraživanja“ (Lončarić i sur., 2014.). Prema Korunoviću i Stojanoviću, 1975. rekognosciranje terena je proučavanje tj.upoznavanje zemljišta promatrajući njegova vanjska morfološka obilježja. Također autori navode da na temelju upoznavanja reljefa, vegetacije, geološke podloge, načina iskorištavanja i drugih pokazatelja dolazi se do orijentacijskih podataka o tipu zemljišta te se u tom koraku pedoloških istraživanja ne utvrđuju točne granice tipova tala.

2.1.2. Otvaranje pedoloških profila

Prema Korunoviću i sur., 1975. pod pedološkim profilom u širem smislu smatra otvor, odnosno odkop u zemljištu, koji se kopa da bi se proučilo tlo. Otvaranje pedoloških profila služi za detaljna ispitivanja svojstava pojedinih tipova tala, utvrđivanja pojedinih horizonata i uzimanje uzoraka za analizu fizikalnih, kemijskih i bioloških svojstava analiziranog tla.

Pedološki profil otvaramo na mjestima na kojima smo prethodno sondiranjem utvrdili mjesto koje bi najbolje odgovaralo prosječnim svojstvima pojedine kartirane jedinice odnosno pojedinom tipu tla. „Profil je vertikalni presjek tla koji pokazuje sukcesiju horizonata od površine do matičnog supstrata“ (Škorić, 1991.). Profil tla se otvara do dubine matičnog supstrata, odnosno do dubine djelovanja pedogenetskih procesa (Lončarić i sur. 2014.).

Čeona strana, na kojoj se proučavaju endomorfološka svojstva, treba biti pristupačna izravnim sunčevim zrakama što pomaže kako bi se profil mogao pravilno opisati i fotografirati (Slika 1). Poželjno je reducirati kretanje i gaženje iznad površine čeone strane, iz razloga mogućih odrona u pedološku jamu, te zbijanja horizonata koji mogu dovesti do smanjenja stvarne debljine horizonata.



Slika 1. Shema otvorenog pedološkog profila, s prikazom čeone strane u odnosu na sunčevu svijetlost, Lončarić i sur. 2014.

2.1.3. Određivanje endomorfoloških svojstava

Endomorfološke značajke tla proučavaju se iz pedoloških profila koja obuhvaćaju sljedeće: sklop tla, boja, tekstura, struktura, sadržaj $CaCO_3$ i specifične pedodinamske tvorevine.

"Sklop tla čine genetski horizonti, njihova debljina, prijelaz iz jednog u drugi i njihov broj, slijed i izraženost" (Lončarić i sur., 2014.). Genetski horizonti su definirani kao horizontalni slojevi tla nastali kombinacijom trošenja matične stijene pod utjecajem pedogenetskih procesa.

Horizonti se mogu manje ili više značajnije razlikovati što je posljedica intenziteta i vrste procesa koji su se u njima dulje vrijeme odvijali. Sinergijskim djelovanjem pedogenetskih faktora i pedogenetskih procesa na više tipova matične stijene, tijekom milijuna godina došlo je do značajnih razlika između pojedinih horizonata, intenziteta prelaska jednog u drugi, te su različite dubine.

"Dubina upućuje na prostor kojim se biljke koriste kao sidrištem u kojem se učvršćuju svojom rizosferom. Isto tako dubinom se označuje i suma svih debljina pedogenetskih horizonata, al i dubina do koje čovjek intervenira. Zbog toga se može uvjetno razlikovati: pedološka, ekološka i tehnička dubina." (Škorić, 1991.). Pedološka dubina je zbroj debljina

svih horizonata tj.dubina svih horizonata do matične stijene. Ekološka dubina je granica dubine u kojoj je prisutan i aktivan život edafona.

Boju tla određujemo standardizirano prema Munselovom katalogu boja kako bi se izbjegle pogreške u subjektivnom procijenjivanju.

Struktura tla je način povezivanja mehaničkih čestica tla i njihova dulja ili kraća povezanost u nakupinama koje se zove strukturni agregati.

Specifične pedodinamske tvorevine prema Lončariću i sur. 2014., su novi sastojci profila koji se mogu lako utvrditi te su kao takvi dobri dijagnostički znakovi. U našim tlima od novotvorevina mogu se naći: konkrecije gipsa, nakupine lakotopivih soli Na i Mg, nakupine silicijevog dioksida itd.

2.1.4. Uzimanje uzoraka tla

Prilikom uzimanja uzoraka tla, potrebno je uzorcima obuhvatiti sve profile tla ili do željene dubine ovisno za koju se kulturu i namjenu radi analiza tla (kemijske analize za izračunavanje različitih tipova gnojidbe, za različite kulture ili pak za određivanje fizikalnih svojstava u laboratoriju za različite proračune). Uzorci tla za potrebe analiza uzimaju se na čeonoj strani profila na kojoj su prethodno opisana endomorfološka svojstva. Uzorci se mogu uzeti na dva načina: u narušenom i nenarušenom stanju.

Uzorkovanje tla u nenarušenom stanju se obavlja tako da zauzimaju čitavu debljinu horizonta ali da nikada ne prelaze granice uzorkovanog horizonta. Najčešće se primjenjuje uzimanje uzoraka cilindrima po Kopeckom, koji ima zapemninu 100 cm^3. Cilindar po Kopeckom se sastoji od metalnog prstena čija je donja strana zaoštrena koja se utiskuje u tlo, dvije metalne mrežice i dva poklopca (Slika 2.)

Slika 2. Cilindri po Kopeckom,(Lončarić i sur. 2014.)

Prema Lončariću i sur. 2014. uzorci se uzimaju utiskivanjem cilindra okomito na prethodnu iskopanu stepenicu u visini horizonta na licu profila (Slika 3). Obično se za svaki horizont uzimaju tri uzorka zbog dobijanja srednje vrijednosti, posebice je potrebna srednja vrijednost preciznosti fizikalnih svojstava tla, no neki literaturni navodi, drugačije navode. „ Uzorci u prirodno nenarušenom stanju se uzimaju iz sredine svih horizonata, s tim da se prvo uzimaju iz površinskog, a na kraju iz najdubljeg horizonta. Iz svakog horizonta uzima se zemljište u šest cilindara (šest ponavljanja)“ (Belić i sur. 2014.).

Slika 3. Utiskivanje cilindara po Kopeckom, (Lončarić i sur. 2014.)

Uzimanje uzoraka u narušenom stanju, prema (Belić i sur. 2014.) uzorci se najčešće uzimaju za potrebe određivanja kemijskih svojstava zemljišta. Također autori navode da se uzorci uzimaju uz pomoć pedološkog noža od nižih horizonata prema površini tla, zbog smanjenja kontaminacije donjih horizonata.

2.2. Laboratorijska istraživanja

2.2.1. Pedofizikalna i hidropedološka svojstva tla

Pedofizikalna svojstva obuhvaćaju niz parametara, no u okviru završnog rada istraživan je: teksturni (mehanički) sastav proučavanih tala, struktura tla, stabilnost mikroagregata, poroznost, retencijski kapacitet tla za vodu (Kv), retencijski kapacitet tla za zrak (Kz), gustoća pakovanja i koeficijent propusnosti tala. Također određena je i retencija vlage u tlu pri tlaku od 0,33 bara (Kv), 6,25 bara lentokapilarna vlažnost (Ltk) i15 bara odnosno točka venuća (Tv).

2.2.1.1. Teksturni (mehanički) sastav tla

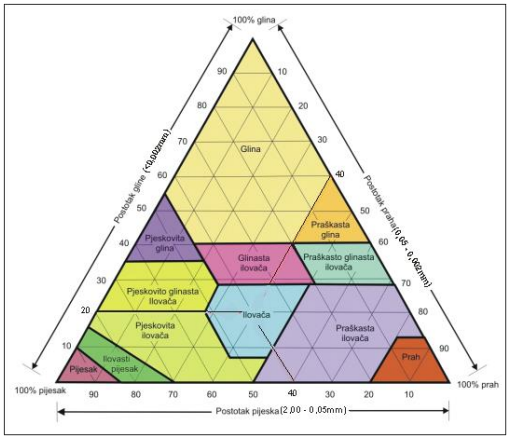
Teksturni (mehanički) sastav utvrđen je u laboratoriju. „Kvantitativni odnos mehaničkih elemenata, tj. njihovih frakcija naziva se mehanički sastav ili tekstura tla“ (Škorić, 1991.). „Veličina čestica tla u principu ovisi o materijalu na kojem je tlo u procesu pedogeneze nastalo, odnosno svojstava matičnog supstrata, a određuje se laboratorijskim metodama mehaničke analize tla. Ovisno o promjeru, čestice se svrstavaju u najmanje tri klase:

- pijesak (0,02-2,00mm ili 0,05-2,00mm),
- prah (0,02-0,002mm ili 0,002-0,05mm),
- glina (< 0,002mm).

Česta je praksa da se čestice pijeska dijele na krupni (2,0-,2 mm) i fini pijesak (0,20-0,02 mm), a krupnije frakcije, pristine na skeletnim tlima, svrstavaju se u šljunak (sitan i krupan)”(Belić i sur., 2014).

Granulometrijska metoda se koristi za određivanje granulomertijskog sastava tla (GST) tj. teksture tla. Danas su u uporabi i koriste se dvije metode: sa $Na_4P_2O_7$ (natrijevim pirofosfatom) i norma ISO 11277. (Petrović i sur., 2013.) su utvrdili da nije utvrđena statistički značajna razlika u granulometrijskom sastavu tla između metode sa $Na_4P_2O_7$ i norme ISO 11277. Za potrebe završnog rada korište je metoda sa $Na_4P_2O_7$.

Nakon utvrđene razine kvantitativnog udjela pojedinih čestica zaprimljenih uzoraka tla, pristupljeno je interpretaciji mehaničkog sastava tla. Korišteni su kriteriji i granične vrijednosti prema *Soil Survey Mannual, 1951*.



Slika 4. Atterbergov trokut za određivanje mehaničkog sastava tla - kriteriji i granične vrijednosti (Sofilić, 2014.)

2.2.1.3. Stabilnost mikroagregata

Stabilnost mikroagregata uvelike ovisi o kemijskom sastavu mehaničkih čestica, sadržaju humusa, sadržaju Ca^{2+} (stabilizatora strukture tla) i Na^{+} koji su peptizator tj. destabilizator struktura tla čijim kretanjem prema većim količinama Na^{+} narušava se stabilnost mikro i makroagregata. Porastom razine Ca^{2+} direktno utječu na poroznost tla, koja je od iznimne važnosti zbog brzine perkolacije apliciranih količina vode u navodnjavanju i ublažavanja mogućih negativnih djelovanja navodnjavanja. (Belić, 2014.) navodi da se mikroagregati oblikuju koagulacijom suprotno naelektriziranih koloida, kao i koagulacijom zemljišnih koloida i suprotno naelektriziranih iona te da se mogu oblikovati usitnjavanjem makroagregata.

2.2.1.4. Poroznost tla

Ukupna poroznost zemljišta predstavlja zapreminu svih njegovih pora, a određuje se na osnovu vrijednosti specifične težine čvrste faze zemljišta i zapreminske težine zemljišta.“ (Korunović i sur. 1975.). Resulović, (1969.) poroznost definira kao sadržaj pora ili šupljika u tlu. Također poroznost možemo definirati kao ukupni kapacitet tla za vodu i zrak koju tlo ima u određenom trenutku u ovisnosti o brojnim faktorima (teksturi, strukturi, nepovoljnom djelovanju antropogenih radnih operacija). „Poroznost tla opisuje se kao ukupnost svih šupljina u tlu“ (Jug, i sur. 2015.). Poroznost se prema (Škorić, 1982.) izračunava računskim putem koristeći vrijednosti volumne gustoće (ρv) i gustoće čvrste faze tla (ρč) prema izrazu:

$$P = (1- (\rho_v / \rho_č) \times 100$$

Na osnovu postotka pora u tlu, tj. ukupnog sadržaja šupljika tla klasificirana su tla prema poroznosti (Tablica 1.)

Poroznost kao jedan od pedofizikalnih osobina tla, potrebno je vrlo dobro poznavati vrijednosti istog, zbog izračuna radnog hidromodula i odabira pogodnog sustava za navodnjavanje radi smanjenja mogućih negativnih pojava (stvaranja pokorice, i sl.).

2.2.1.5. Retencijski kapacitet tla za vodu

Prema Korunoviću i sur. 1975. pod retencijskim kapacitetom tla za vodu podrazumijeva se maksimalna količina vode, koju tlo može zadržati nakon ocjeđivanja gravitacijske vode.

Retencijski kapacitet tla i njegovo poznavanje na tlima za navodnjavanja od presudne je važnosti jer se njegovim poznavanjem u daljnjem procesu projektiranja sustava za navodnjavanje ovom kriteriju posebno daje na važnosti zbog izračuna broja potrebnih obroka navodnjavanja. Ukoliko je veći retencijski kapacitet tla za vodu, poroznost i viša vrijednost fiziološki aktivne vode, na osnovu toga projektirati će se manji broj obroka za navodnjavanja, ali u većoj količini aplicirane vode. Granične vrijednosti retencijskog kapaciteta tla za vodu (Škorić, 1982.), u (Tablica 1.)

2.2.1.6. Retencijski kapacitet tla za zrak

"Kapacitet tla za zrak je sadržaj zraka u tlu kad je ono zasićeno do retencijskog kapaciteta tla za vodu, što znači da su makropore ispunjene zrakom, a mikropore vodom (Škorić, 1982.). Kapacitet tla za zrak određen je računskim putem pomoću izraza:

$$Kz = P - Kv \ (\% \text{ vol.})$$

Za interpretaciju dobivenih rezultata retencijskog kapaciteta tla za zrak korištene su vrijednosti iz tablice 1.

Tablica 1. Granične vrijednosti analitičkih podataka tla

Reakcija tla (pH) u M KCl-u	jako kisela	< 4,5
	kisela	4,5 – 5,5
	slabo kisela	5,5 – 6,5
	neutralna	6,5 – 7,2
	alkalna	> 7,2
Sadržaj karbonata u tlu	slabo karbonatna	< 8 %
	srednje karbonatna	8 – 25 %
	jako karbonatna	> 25 %
Opskrbljenost tla fiziološki aktivnim fosforom i kalijem, mg/100 g tla P_2O_5 i K_2O	izrazito siromašna	< 5
	siromašna	5 – 10
	umjereno siromašna	10 – 15
	umjerena	15 – 20
	dobra	20 – 25
	bogata	> 25
Sadržaj humusa u tlu	vrlo slabo humozno	< 1 %
	slabo humozno	1 – 3 %
	dosta humozno	3 – 5 %
	jako humozno	5 – 10 %
	vrlo jako humozno	> 10 %
Poroznost tla	vrlo porozno	> 60 % pora
	porozno	45 – 60 % pora
	malo porozno	30 – 45 % pora
	vrlo malo porozno	<30 % pora
Retencijski kapacitet tla za vodu	vrlo mali	< 25 % vol
	mali	25 – 35 % vol
	osrednji	35 – 45 % vol
	velik	45 – 60 % vol
	vrlo velik	>60 % vol
Retencijski kapacitet tla za zrak	vrlo mali	< 4 % vol
	mali	4 – 8 % vol
	osrednji	8 – 12 % vol
	velik	12 -16 % vol
	vrlo velik	> 16 % vol

U nastavku slijede Tablica 2. i Tablica 3. s pedološkim podacima o mehaničkom sastavu i teksturnim oznakama koje su spomenute na proučavanom području

Tablica 2. Mehanički sastav i teksturna oznaka tla SN Tovarnik (Izvor: Rastija, i sur. 2016.)

Profil	Sistematska jedinica	Dubina	sadržaj mehaničkih čestica (%)					Teksturna	Stabilnost mikroagregata	
			K. pijesak,%	S. Pijesak,%	Krup. prah,%	Prah,%	Glina,%	oznaka	SS	Ocjena
P3	Ritska crnica, karbonatna drenirana	0-40	1,31	4,19	27,97	36,67	29,86	Praškasto glinasta ilovača	74,05	stabilni
P3		40-73	0,78	3,39	28,36	34,35	33,12	Praškasto glinasta ilovača		
P3		73-115	1,15	2,52	28,45	39,20	28,68	Praškasto glinasta ilovača		
P8	Močvarno glejno hipoglejno, mineralno, karbonatno, drenirano	0-47	0,66	1,58	27,61	35,54	34,61	Praškasto glinasta ilovača	74,55	stabilni
P8		47-60	0,59	1,28	23,95	40,47	33,71	Praškasto glinasta ilovača		
P8		60-150	0,17	1,22	41,45	42,14	15,03	Praškasta ilovača		
P10	Močvarno glejno hipoglejno, mineralno, karbonatno, drenirano	0-44	0,49	3,63	35,26	29,84	30,78	Praškasto glinasta ilovača	88,22	stabilni
P10		44-89	0,64	2,22	36,96	34,89	25,30	Praškasta ilovača		
P10		89-117	0,66	1,86	45,05	33,70	18,73	Praškasta ilovača		

Tablica 3. Mehanički sastav i teksturna oznaka tla SN Ervenica (Izvor: Rastija, i sur. 2014.)

Profil	Dubina	Sadržaj mehaničkih čestica (%)					Teksturna oznaka	Stabilnost mikroagregata	
		Krupni pijesak	Sitni pijesak	Krupni prah	Sitni prah	Glina		Ss	Ocjena
P3	0-36	1,1	1,6	44,6	33,0	19,8	praškasta ilovača	66,0	dosta stabilni
P3	36-75	0,4	1,1	32,9	31,6	34,0	praškasto glinasta ilovača		
P3	75-91	0,2	1,2	36,6	32,0	30,1	praškasto glinasta ilovača		
P3	91-130	2,6	1,9	45,9	32,7	16,9	praškasta ilovača		
P4	0-35	1,2	1,5	41,2	32,3	23,9	praškasta ilovača	75,5	stabilni
P4	35-83	0,8	1,2	33,1	32,4	32,4	praškasto glinasta ilovača		
P4	83-142	5,2	2,2	45,1	30,1	17,3	praškasta ilovača		

2.2.2. Pedokemijska svojstva tla

Pedokemijska svojstva u koja pripadaju: pH reakciju tla, sadržaj (%) humusa, oprskrbljenost tla s P_2O_5 i K_2O, količina karbonata u tlu te KIK (kationsko izmjenjvački kapacitet), te njihove vrijednosti u analiziranom području, također su od presudne važnosti za ovu temu. Poznavanja, razumijevanje, međusobna povezanost i promijene koje se odnose na vrijednosti između pojedinih parametara pedokemijskih svojstava, neizostavno je znati u uspiješnom riješavanju tematske problematike ovog završnog rada.

2.2.2.1. Sadržaj humusa

Sadržaj humusa u tlu kao osnovi pokazatelj potencijalne ali i efektivne plodnosti tla koji svojom vrstom i količinom u kojoj je zastupljne u tlu izravno i neizravno regulira ostale procese. Humusu kao takav potreban je u tlu zbog aktivnih mjesta za vezivanje određenih oblika hranivih tvari, retencije vode u tlu, odupiranje brze promjene pH tla, različitim intenzitetom mineralizacije humusa do većih ili manjih količina biljci pristupačnog dušika, služi kao hrana za zemljišne mikroorganizme, održavanjem strukture, poroznosti tla,

odnosno povoljnog dijelovanja na stukturu tla te općenito na pedofizikalna i hidropedološka svojstva. Proces gubitka humusa tj. smanjenja humoznosti tla izrazito je štetan proces ali danas nažalost, gotovo svepristutan, te je u većem il manjem intenzitetu za očekivati prethodno navedene probleme s kojima se danas susrećemo.

"Humus znatno povećava kapacitet tla za sorpciju iona i tako poboljšava njegova puferska svojstva regulirajući ravnotežu između iona u vodenoj fazi tla i onih koji su izmjenjivo vezani na koloidnim česticama tla" (Mutavdžić-Pavlović, 2010.).

"Humus je kompleks organskih tvari tla nastao procesom nepotpunog razlaganja izumrlih biljnih i životinjskih ostataka. On nije tvar definiranog kemijskog sastava niti grupa sličnih lako definiranih spojeva, već je to kompleks različitih proizvoda humifikacije primarnih organskih tvari (ugljikohidrata, aminokiselina i sl.) i njihove interakcije, koje mnogi autori označuju kao huminske tvari. Humus se odlikuje smeđom do tamnom bojom, većim postotkom ugljika (55-58% C) nego u neotopljenim biljnim i životinjskim ostatcima, a znatno je bogatiji i dušikom (3-6% N). Predstavlja dinamičku komponentu tla koja se neprekidno stvara i u obliku visokomolekularnih spojeva ulazi u različite reakcije s mineralnim dijelom" (Mutavdžić-Pavlović, 2010.).

"Osim pojma mrtve organske tvari u najširem smislu, izdvajaju se i pojmovi (nazivi) za različite faze razgradnje i novotvorbe mrtve organske tvari, koji se u općoj primjeni i u različitim strukama pojavljuju i pod nazivom humus" (Škorić, 1991.). Prema (Belić, 2014.) pod humusom u širem smislu se podrazumijeva kompleks mrtve organske tvari, koja se u zemljištu nalazi u različitim stadijima transformacije (razlaganja i sinteze).

Prilikom istraživanja te svrstavanja pojedinih tipova tala prema humoznosti, korištena je podijela po Gračaninu, (Tablica 1.)

2.2.2.2. Reakcija tla (pH)

"Reakcija tla izražena kao pH-vrijednost, pokazatelj je niza agrokemijskih (fizikalnih, kemijskih i bioloških) svojstava tla važnih za ishranu bilja. pH tla, pa otuda i njegov redoks potencijal, određen je kako mineralnim tako i organskim dijelom tla. pH vrijedost predstavlja negativan dekadski logaritam koncentracije H^+ iona, odnosno njihovog aktiviteta." (Vukadinović, 2011.)

“Posredan utjecaj pH reakcije tla ogleda se u promjeni raspoloživosti biogenih (C, O, H, N, P, K, S, Ca, Mg, Fe, Al, B, Mn, Zn, Cu, Mo, Cl i Ni), tj. za biljku neophodnih kemijskih elemenata ili u promjeni aktivnosti mikroorganizama tla” (Mutavdžić-Pavlović, 2010.).

Za interpretaciju rezultata sadržaja organske tvari korištene su granične vrijednosti prikazane u tablici 2.

2.2.2.3. Sadržaj $CaCO_3$ u tlu

(Belić, 2014.) navodi da prisustvo ili odsustvo $CaCO_3$ u zemljištu ukazuje na dinamiku i genezu zemljišta, kao i na promjene koje su u tom zemljištu nastale. Također navodi $CaCO_3$ povoljno utiječe na strukturu černozema tako što Ca^{2+} ion vrši koagulaciju koloida i sa huminskim kiselinama gradi Ca-humate, koji su najvažnija cementna tvar u zemljištu. $CaCO_3$ ostvaruje povoljan utjecaj na pH tla, tako što izaziva blago alkalnu reakciju koja neutralizira kiselost tla što je optimalno za rast i razvoj uzagajnih biljaka posebno šećerne repe, također ima i puferno djelovanje u tlu.

“U tlu ima slobodnih karbonata, i to naročito u sušnim i/ili polusušnim područjima zemlje, tj. tlima čija je pH-vrijednost iznad 7. To su soli kalcija ili drugih elemenata koji se akumuliraju u tlu kao posljedica male količine oborina. Isto tako, uglavnom su ostatak trošenja vapnenaca” (Mutavdžić-Pavlović, 2010.).

Za interpretaciju rezultata sadržaja sadržaja karbonata korištene su granične vrijednosti prikazane u Tablici 1.

Prikaz Tablica 4. i Tablica 5. s podacima kemijskih svojstava tala sastavu na proučavanom području

Tablica 4. Kemijska svojstva tala SN Tovarnik (Izvor: Rastija i sur. 2016.).

Profil	Dubina	Reakcija tla (pH)			P_2O_5		K_2O		Humus		$CaCO_3$	KIK
	(cm)	(H_2O)	(KCl)	Ocjena reakcije	mg/100g	Ocjena	mg/100g	Ocjena opskrbljenosti	%	Ocjena humoznosti	%	c mol(+) kg^{-1}
P3	0-40	8,69	7,83	alkalna	10,78	siromašno	24,95	dobro opskrbljeno	4,11	dosta humozno	29,63	31,54
P3	40-73	8,90	7,96	alkalna	3,20	jako siromašno	21,32	dobro opskrbljeno	1,83	slabo humozno	30,88	27,49
P3	73-115	9,25	8,16	alkalna	1,45	jako siromašno	16,45	siromašno	1,00	slabo humozno	36,72	23,35
P8	0-47	8,80	7,83	alkalna	13,73	siromašno	33,29	visoka raspoloživost	3,51	dosta humozno	13,40	32,54
P8	47-60	9,02	8,05	alkalna	0,62	jako siromašno	18,37	siromašno	1,48	slabo humozno	33,91	27,07
P8	60-150	9,31	8,54	alkalna	0,43	jako siromašno	8,68	jako siromašno	0,32	vrlo slabo humozno	38,52	15,33
P10	0-44	8,76	7,75	alkalna	22,77	dobro opskrbljeno	46,31	ekstremno bogato	2,57	slabo humozno	12,56	28,23
P10	44-89	9,00	8,11	alkalna	1,41	jako siromašno	11,60	jako siromašno	1,95	slabo humozno	37,26	24,18
P10	89-117	9,03	8,20	alkalna	0,97	jako siromašno	10,11	jako siromašno	0,52	vrlo slabo humozno	27,63	17,51

Tablica 5. Kemijska svojstva tala SN Ervenica (Izvor: Rastija i sur. 2014.).

Profil	Dubina	Reakcija tla (pH)			Al-P2O5		Al-K2O		Humus		CaCO3	Hidrolitska kiselost
		(H2O)	(KCl)	Ocjena	mg/100g	Ocjena	mg/100g	Ocjena	%	Ocjena	%	cmol H+/100g
P3	0-36	5,58	4,15	jako kisela	30,67	bogata	34,19	bogata	2,37	slabo humozno		5,47
P3	36-75	6,42	5,00	kisela	7,16	siromašna	18,74	umjerena	0,76	vrlo slabo humozno		2,36
P3	75-91	7,06	5,88	slabo kisela	8,08	siromašna	16,21	umjerena	0,85	vrlo slabo humozno	0,84	
P3	91-130	8,34	7,66	alkalna	2,34	izrazito siromašna	9,16	siromašna	0,41	vrlo slabo humozno	11,72	
P4	0-35	6,92	5,57	slabo kisela	19,09	umjerena	32,12	bogata	1,28	slabo humozno	0,84	
P4	35-83	7,02	5,59	slabo kisela	6,83	siromašna	19,01	umjerena	0,50	vrlo slabo humozno	1,26	
P4	83-142	8,44	7,65	alkalna	3,22	izrazito siromašna	10,08	umjereno siromašna	0,35	vrlo slabo humozno	20,93	

2.3. Statistička obrada podataka

U okviru ovog završnog rada istraživanje je obavljeno na 2 lokaliteta: k.o. Tovarnik (SN Tovarnik) površine 1747,0 ha i k.o.Privlaka i k.o.Otok (SN Ervenica) površine 680 tj. 738 ha .

U SN Tovarnik iskopano je 30 pedoloških profila i 185 sondažnih izvadaka. Klasifikacija tala izvršena je prema sustavu (Škorić, A i sur. 1985.). Za potrebe završnog rada proučavani su profili: P3, P8 i P10.

Najveću površinu istraživanog područja (1420,3 ha ili 81,3 %) zauzima močvarno glejno hipoglejno, mineralno, karbonatno, drenirano tlo, dok sa 283,4 ha ili 16,2 % površine slijedi ritska crnica, karbonatna, drenirana. (Tablica 6.)

Tablica 6. Zastupljenost tala na istraživanom području SN Tovarnik

Broj	Kartirana/sistematska jedinica	Površina	
		ha	%
1	Ritska crnica, karbonatna, drenirana	283,4	16,2
2	Močvarno glejno hipoglejno, mineralno, karbonatno, drenirano	1420,4	81,3

Močvarno glejno hipoglejno, mineralno, karbonatno, drenirano tlo se javlja na površini od 1420,4 ha što predstavlja 81,3 % istraživanog područja SN Tovarnik, te je predstavljeno sa ukupno 23 profila. Ovu sistematsku jedinicu tla karakterizira prekomjerno vlaženje hipoglejnog karaktera. Tipičan profil ima slijedeću građu: A – Gso - Gr. Oranični horizonti profila ove sistematske jedinice su praškasto glinasto ilovaste teksture sa sadržajem čestica gline od 30,78 % na profilu P10 do 34,61% na profilu P8 (Tablica 2.). Stabilnost mikroagregata površinskih horizonata ocijenjena je kao stabilna uz utvrđeni raspon od 74,55na profilu P8 do 88,22 na profilu P10 (Tablica 2.).

Tla ove sistematske jedinice u oraničnom horizontu su malo porozna. Orančni horizonti su osrednjeg retencijskog kapaciteta tla za vodu te vrlo malog retencijskog kapaciteta tla za zrak. Volumna gustoća oraničnog horizonta analiziranih profila kretala se u rasponu od 1,43 do 1,59 g/cm3, dok se raspon gustoće čvrste faze oraničnog horizonta kretala od 2,61 do 2,64 g/cm3 (P8). Oranični horizonti su srednje do jake zbijenosti uz utvrđenu vrijednost gustoće pakovanja u rasponu od 1,70 g/cm3 na profilu P10 do 1,90 g/cm3 na profilu P8. U oraničnim horizontima su vrlo male (P10) do umjerene (P8) propusnosti za vodu, a u podoraničnim vrlo male (P8, P10).

Reakcija tla (pH u KCl) svih horizonata na istraživanom području je alkalna i u svezi je s visokim sadržajem CaCO3 koji variraju od 12,56% u oraničnom horizontu na profilu P10 do 38,52% (na dubini od 51-132 cm) na profilu P8.

Utvrđeni sadržaj humusa u oraničnom horizontu kretao se u rasponu od 2,57% do 3,51 % što ova tla svrstava u klasu slabo do dosta humoznih tala. Podoranični horizonti imaju smanjen sadržaj humusa te se mogu klasificirati kao slabo i vrlo slabo humozni. Opskrbljenost tla biljci pristupačnim P2O5 u oraničnom i podoraničnom horizontu kretala se u širokom rasponu od izrazito siromašne u profilima (P8 i P10) u horizontima ispod 40 cm (0,43 mg/100g tla) do dobre opskrbljenosti u profilu (P10) u horizontu 0-44cm (22,77 mg/100g tla), dok se opskrbljenost tla biljci pristupačnim K2O u oraničnim i podoraničnim horizontima kretala od siromašne u (P8) u horizontu 60-150cm (8,68 mg/100g tla) do bogate opskrbljenost u (P10) u horizontu 0-44cm (46,31 mg/100g tla), (Tablica 4.).

Ritska crnica, karbonatna, drenirana zastupljena je na istraživanom području sa 1 profilom te zauzima 283,4 ha što čini 16,2 % istraživane površine SN Tovarnik. Ovu pedosistematsku jedinicu karakterizira specifični hipoglejni način vlaženja odnosno vlaženje podzemnom vodom te humusno akumulativni horizont dubine više od 50cm. U oraničnom i podoraničnom horizontu ovo tlo je praškasto glinaste ilovaste teksture sa sadržajem čestica gline od 29,86% u oraničnim horizontima, odnosno 33,12% u podoraničnim horizontima (Tablica 2.).

Ovo tlo karakterizira mala poroznost, osrednji kapacitet tla za vodu, te vrlo mali kapacitet tla za zrak oraničnog i podoraničnog horizonta, dok je zbijenost tla u rasponu od srednje do jake zbijenosti. Propusnost oraničnih horizonata ovih tala za vodu je mala.

Reakcija svih utvrđenih horizonta ove sistematske jedinice bila je preko 7,2 pH jedinice što ova tla svrstava u alkalna tla. Opskrbljenost tla biljci pristupačnim P_2O_5 je umjereno

siromašna u oraničnom horizontu te izrazito siromašna u podoraničnom horizontu. Opskrbljenost oraničnog horizonta biljci pristupačnim K_2O kretala se od 24,95 mg/100g što ova tla svrstava u dobro opskrbljena tla dok se opskrbljenost podoraničnog horizonta može svrstati u klasu umjereno do dobro opskrbljenih tala. Sadržaj humusa u oraničnom horizontu kretao se od 4,11 % što ova tla svrstava u dosta humozna tla.

U SN Ervenica, iskopano je 14 pedoloških profila i 80 pedoloških sondi te su utvrđena uglavnom automorfna tla iz klase eluvijalno iluvijalnih tala. Klasifikacija tala izvršena je prema sustavu (Škorić, A i sur. 1985.). Za potrebe završnog rada proučavani su profili: P3 i P4.

Najveću površinu istraživanog područja (518,8 ha ili 74,77%) zauzima lesivirano pseudoglejno, oglejeno tlo. Iza njega slijede lesivirano tipično tlo na lesu na 20,17 % površina i močvarno glejno hipoglejno tlo na 5,06% površina. Tablica 7. prikazuje zastupljenost tala na istraživanom području SN Ervenica

Tablica 7. Zastupljenost tala na istraživanom području SN Ervenica

Broj	Kartirana/sistematska jedinica	Površina	
		ha	%
1	Lesivirano tipično tlo na lesu	140,0	20,17
2	Lesivirano tipično tlo na lesu, oglejeno	35,1	5,06
3	Lesivirano pseudoglejno tlo na lesu, oglejeno	518,8	74,77
	Ukupno	693,9	100,0

Lesivirano pseudoglejno tlo pripada klasi eluvijalno-iluvijalnih tala koju karakterizira građa profila s A-E-Bg-C horizontima. Ukupna površina ovoga tipa tla iznosi 518,8 ha (74,77%) te je najzastupljeniji tip tla na istraživanom području, a predstavljeno je profilima P3 i P4.

U oraničnom horizontu tlo je praškasto ilovaste do praškasto glinaste ilovaste teksture sa sadržajem čestica gline od 19,79 % na profilu P3 do 23,87 % na profilu P4 (Tablica 3.). To je malo porozno tlo u oraničnom i podoraničnom horizontu, osrednjeg kapaciteta tla za vodu te jake zbijenosti. Ova tla su sklona zbijanju i stvaranju pokorice, što ih čini nepovoljnima za nicanje osjetljivih kultura.

Reakcija tla u oraničnom horizontu je jako kisela do alkalna s rasponom vrijednosti od 4,15 do 7,65. Sadržaj organske tvari je u rasponu od 1,28 % do 2,37 % što ova tla svrstava u klasu slabo humoznih tala. Opskrbljenost tla biljci u oraničnom sloju pristupačnim P_2O_5 je umjerena na profilu P4 (19,09 mg/100g tla) do bogata na profilu P3 (30,67 mg/100g tla). Opskrbljenost tla biljci pristupačnim K_2O je bogata u oraničnom a umjerena do siromašna u podoraničnom horizontu. (Tablica 5.).

2.4. Metode proračuna potreba za vodom

Referentna evapotranspiracija (ETo) izračunata je prema metodi Penman–Monteith pomoću računalnog programa „Cropwat“. Program zahtijeva unošenje relevantnih klimatskih podataka, te geografske koordinate i nadmorsku visinu reprezentativne meteorološke postaje na istraživanom području. Potrebni relevantni meteorološki podaci (količina oborina, srednje temperature zraka, relativna vlažnost zraka, brzina vjetra) u izračunu potreba za vodom korišteni su s klimatološke meteorološke postaje Ilok (najbliže naznačenom području SN Tovarnik). Korišteni su podaci i to za razdoblje: oborine (1981. do 2010.godine), srednja temperatura zraka (1971.-2001.), relativna vlažnost zraka (1971.-2000.) i brzina vjetra (1981.-1999.). Podaci o insolaciji su preuzeti sa glavne meteorološke postaje Gradište za razdoblje od 1992. do 2010.godine.

Vrijednosti prosječnih oborina i 75 %-tne vjerojatnosti oborina za naznačeno područje (Gradište i Ilok) izračunate su USBR (United States Bureau of Reclamation) metodom (Smith, 1992.).

Da bi se tijekom vegetacije što točnije izrazila konzumna potreba biljaka, odnosno različitost potreba za vodom pojedinih kultura, uvode se odgovarajući koeficijenti kultura (kc) u pojedinim stadijima razvoja. Koeficijenti pojedinih kultura iz planirane strukture proizvodnje se temelje na podacima Doorenbrosa i Pruitta (1977.) prikazani u FAO publikaciji broj 24.

Izračunavanje potrebe biljaka za vodom (evapotranspiracije kultura - ETk) slijedi iz referentne evapotranspiracije (ETo) i koeficijenata kulture (kc) za šećernu repu u pojedinim stadijima razvoja:

$$ETk = ETo \times kc.$$

Potrebe za vodom u planiranoj proizvodnji SN Ervenica i SN Tovarnik određene su pomoću računalnog programa „Hidrokalk“ (Izvorna metoda Palmer W.C., 1965, korigirana i

kalibrirana prema Vidačeku, 1981.) izračunavanjem vodne bilance tla. Računalni program zahtijeva sljedeće ulazne podatke: vodne konstante površinskog i pod površinskog sloja tla, vrijednosti efektivnih oborina, referentnu evapotranspiraciju (prosječnu i 75% vjerojatnosti pojave) i koeficijente usjeva za pojedine razvojne stadije uzgajanih kultura.

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA I RASPRAVA

3.1. Pedomorfološka svojstva

Provedenim terenskim i laboratorijskim istraživanjem od 5 profila na istraživanom području prema važećoj klasifikaciji tala na 2 profila (P3 i P4) utvrđeno je lesivirano pseudoglejno tlo na lesu, oglejeno (518,8 ha). Lesivirana tla nastaju na područjima na kojima je omogućeno ispiranje gline i nakupljanje u pod površinsku zonu tla“ (Alduk, 2017.). Takva tla nastaju i razvijaju se najvećim dijelom na području humidne klime, odnosno u uvjetima u kojima je omogućeno descedentno kretanje oborinske vode. Takvu klimu obilježavajju i česta te kratkotrajna sušna razdoblja u kojima se stvaraju duboke pukotine u tlu kroz koje se može ispirati glina. Mogu nastati i na perhumidnoj klimi, na terenima s nešto izraženijim nagibom. Husnjak, 2014. napominje da je sadržaj čestica gline u iluvijalnom horizontu znatno veći od sadržaja gline u eluvijalnom horizontu. Kod lesiviranog pseudoglejnog tla na lesu, oglejenog, dominantan način vlaženje je na automorfan način tj. isključivo oborinskom vodom koja može i kratkotrajno stagnirati zbog slabije vodopropusnosti iluvijalnog horizonta.

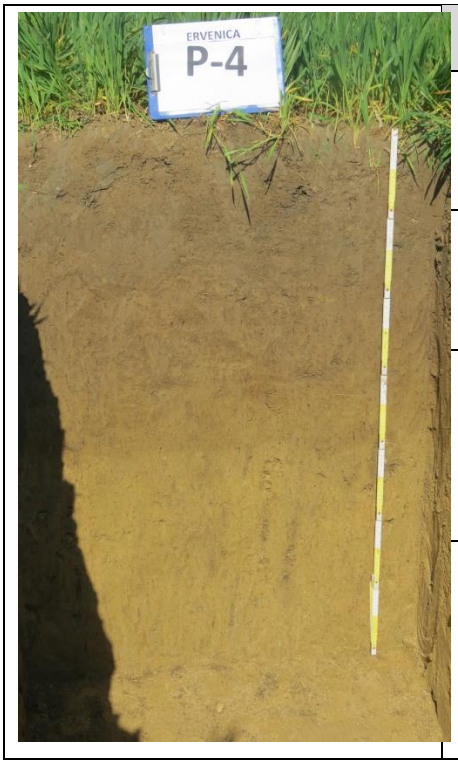
Na istraživačkom području za potrebe završnog rada na SN Tovarnik, močvarno glejno hipoglejno, mineralno, karbonatno, drenirano tlo se javlja na površini od 1420,4 ha što predstavlja 81,3 % istraživanog područja SN Tovarnik, te je predstavljeno za potrebe završnog rada sa 2 profila (P8 i P10). Ovu sistematsku jedinicu tla karakterizira prekomjerno vlaženje hipoglejnog karaktera. Tipičan profil ima slijedeću građu: A – Gso - Gr.

Ritska crnica, karbonatna, drenirana (283,4) ha zastupljena je na istraživanom području te zauzima 283,4 ha što čini 16,2 % istraživane površine. Ovu pedosistematsku jedinicu karakterizira specifični hipoglejni način vlaženja odnosno vlaženje podzemnom vodom te humusno akumulativni horizont dubine više od 50cm

Tablica 8. Pedomorfološke značajke profila P3: Lesivirano pseudoglejno tlo na lesu, oglejeno

Dubina	Horizont	Endomorfologija
0-36	P	Boja tla: maslinasto smeđa Tekstura: Praškasta ilovača Struktura: mrvičasta $CaCO_3$: -
36-75	Btg	Boja tla: mramorirano smeđe siva Tekstura: Praškasto glinasta ilovača Struktura: krupno mrvičasta $CaCO_3$: -
75-91	BtgC	Boja tla: smeđe žuta Tekstura: Praškasto glinasta ilovača Struktura: sitno mrvičasta $CaCO_3$: +
91-130	CGso	Boja tla: mramorirano žuta Tekstura: Praškasta ilovača Struktura: praškasta $CaCO_3$:+++

Tablica 9. Pedomorfološke značajke profila P4: Lesivirano pseudoglejno tlo na lesu, oglejeno



Dubina	Horizont	Endomorfologija
0-35	P	Boja tla: maslinasto siva Tekstura: Praškasta ilovača Struktura: mrvičasta $CaCO_3$: -
35-83	Btg	Boja tla: mramorirano smeđa Tekstura: Praškasto glinasta ilovača Struktura: krupno mrvičasta $CaCO_3$: +
83-130	C	Boja tla: mramorirano žuta Tekstura: Praškasta ilovača Struktura: praškasta $CaCO_3$:+++
130-142	CGso	Boja tla: mramorirano žuta Tekstura: Praškasta ilovača Struktura: praškasta $CaCO_3$:+++

Tablica 10. Pedomorfološke značajke profila P8: Močvarno glejno hipoglejno, mineralno, karbonatno, drenirano

	Dubina	Horizont	Endomorfologija
	0-47	Ap	Boja tla: crna Tekstura: praškasto glinasta ilovača Struktura: mrvičasta $CaCO_3$: ++
	47-60	A/Gso	Boja tla: sivo-žuta Tekstura: praškasto glinasta ilovača Struktura: mrvičasta $CaCO_3$: +++
	60-150	Gso	Boja tla: mramorirano žuto-siva Tekstura: praškasta ilovača Struktura: $CaCO_3$: +++

Tablica 11. Pedomorfološke značajke profila P10: Močvarno glejno hipoglejno, mineralno, karbonatno, drenirano

	Dubina	Horizont	Endomorfologija
	0-44	Ap	Boja tla: tamno siva Tekstura: praškasto glinasta ilovača Struktura: krupno mrvičasta $CaCO_3$: +++
	44-89	I Gso	Boja tla: žuta Tekstura: praškasta ilovača Struktura: mrvičasta $CaCO_3$: +++
	89-117	II Gso	Boja tla: sivo-žuta Tekstura: praškasta ilovača Struktura: $CaCO_3$: +++

Tablica 12. Pedomorfološke značajke profila P3: Ritska crnica, karbonatna, drenirana

	Dubina	Horizont	Endomorfologija
	0-40	Ap	Boja tla: crna Tekstura: praškasto glinasta ilovača Struktura: mrvičasta $CaCO_3$: +++
	40-73	A	Boja tla: crna Tekstura: praškasto glinasta ilovača Struktura: krupno mrvičasta $CaCO_3$: +++
	73-115	Gso	Boja tla: mramorirano sivo-žuta Tekstura: praškasto glinasta ilovača Struktura: $CaCO_3$: +++

3.2. Pedofizikalna svojstva

Oranični horizonti profila močvarno glejnog hipoglejnog, mineralnog, karbonatnog, dreniranog tla su praškasto glinasto ilovaste teksture sa sadržajem čestica gline od 30,78 % na profilu P10 do 34,61% na profilu P8 (Tablica 2.) Stabilnost mikroagregata površinskih horizonata ocijenjena je kao stabilna uz utvrđeni raspon od 74,55na profilu P10 do 88,22 na profilu P10 (Tablica 2.).

Ritska crnica, karbonatna, drenirana zastupljena je na 283,4 ha što čini 16,2 % istraživane površine. U oraničnom i podoraničnom horizontu ovo tlo je praškasto glinaste ilovaste teksture sa sadržajem čestica gline od 29,86% u oraničnom horizontu, odnosno 33,12% u podoraničnom horizontu.

Lesivirano pseudoglejno tlo na lesu oglejeno, pripada klasi eluvijalno-iluvijalnih tala koju karakterizira građa profila s A-E-Bg-C horizontima. Ukupna površina ovoga tipa tla iznosi 518,8 ha (70,3%) te je najzastupljeniji tip tla na istraživanom području, a predstavljeno je profilima P3 i P4. Udio gline u oraničnom horizontu iznosi 19,79 - 23,87%, dok se sadržaj gline u podoraničnom horizontu nalazi između 16,94 – 34,01% (Tablica 3.)

3.3. Pedokemijska svojstva

Tla na području SN Tovarnik gdje je reakcija tla (pH_{KCl}) svih horizonata na istraživanom području močvarno glejno hipoglejno mineralno, karbonatno dreniranog tla je alkalna i u svezi je s visokim sadržajem CaCO3 koji variraju od 12,56% u oraničnom horizontu na profilu P10 do 38,52% u podoraničnom horizontu profila P8.

Utvrđeni sadržaj humusa u oraničnom horizontu kretao se u rasponu od 2,57% do 4,11 % što ova tla svrstava u klasu slabo do dosta humoznih tala. Podoranični horizonti imaju smanjen sadržaj humusa te se mogu klasificirati kao slabo i vrlo slabo humozni. Opskrbljenost tla biljci pristupačnim P_2O_5 u oraničnom i podoraničnom horizontu kretala se u širokom rasponu od izrazito siromašne u profilima (P8 i P10) u horizontima ispod 40 cm (0,43 mg/100g tla) do dobre opskrbljenosti u profilu (P10) u horizontu 0-44cm (22,77 mg/100g tla), dok se opskrbljenost tla biljci pristupačnim K_2O u oraničnim i podoraničnim horizontima kretala od siromašne u (P8) u horizontu 60-150cm (8,68 mg/100g tla) do bogate opskrbljenost u (P10) u horizontu 0-44cm (46,31 mg/100g tla), (Slika 6.)

Reakcija tla na ritskoj crnici bila je alkalna (pH_{KCl}=7,2). Opskrbljenost tla biljci pristupačnim P_2O_5 je umjereno siromašna (10,78 mg/100g tla) u oraničnom horizontu te izrazito siromašna (1,45 mg/100g tla) u podoraničnom horizontu. Opskrbljenost oraničnog horizonta biljci pristupačnim K_2O kretala se od 24,95 mg/100g što ova tla svrstava u dobro opskrbljena tla, dok se opskrbljenost podoraničnog horizonta može svrstati u klasu umjereno do dobro opskrbljenih tala. Sadržaj humusa u oraničnom horizontu kretao se od 4,11 % što ova tla svrstava u dosta humozna tla.

U SN Ervenica reakcija tla u oraničnom horizontu je jako kisela do alkalna s rasponom vrijednosti od 4,15 do 7,65. Sadržaj organske tvari je u rasponu od 1,28 % do 2,37 % što ova tla svrstava u klasu slabo humoznih tala. Opskrbljenost tla biljci u oraničnom sloju pristupačnim P_2O_5 je umjerena na profilu P4 (19,09 mg/100g tla) do bogata na profilu P3 (30,67 mg/100g tla). Opskrbljenost tla biljci pristupačnim K_2O je bogata u oraničnom a umjerena do siromašna u podoraničnom horizontu. (Tablica 5.).

3.4. Hidropedološka svojstva

Važnost i razumijevanje problematike navodnjavanja, nemoguće je kvalitetno poznavati i razumjeti bez hidropedoloških konstanti koje svojim vrijednostima direktno utječu na cjelokupni projekt navodnjavanja. Retencija vode u tlu nam razlikom vrijednosti kapaciteta tla za vodu i nepristupačne vode, pokazuje koliko je biljci pristupačno vode te je uz

infiltraciju i retenciju vode glavni parametar za izračunavanje količine potrebne vode za navodnjavanje, hidromodula i sl.

Tablica 13. Retencija vode na području SN Ervenica i SN Tovarnik

	Profil	Dubina (cm)	Kv (0,33) % mas	Lkv (6,25) % mas	Tv (15) % mas
SN Ervenica	P3	0-36	29	15	9
		36-75	31	16	13
	P4	0-35	30	15	10
		35-83	32	15	12
SN Tovarnik	P3	0-40	35	25	20
		40-73	31	22	18
	P8	0-47	34	25	19
		47-60	33	23	18
	P10	0-44	34	22	14
		44-89	34	23	14

Tablica 14. Hidropedološke konstante SN Ervenica

Profil	Pedosistematska jedinica	Dubina (cm)	Kapacitet tla za vodu (PKv) mm	Nepristupačna voda u tlu (Nv) mm	Fiziološki aktivna voda (FAv) mm	Zalihe vode u tlu (0-10cm) (Z1)mm	Zalihe vode u tlu (10-x cm) (Z2) mm
P3	Lesivirano pseudoglejno tlo na lesu, oglejeno	30	108,1	42,4	65,7	21,9	43,8
		40	143,7	59,3	84,5	21,9	62,6
		50	178,9	80,4	98,6	21,9	76,7
		60	214,1	101,4	112,7	21,9	90,8
P4	Lesivirano pseudoglejno tlo na lesu, oglejeno	30	112,0	47,4	64,6	21,5	43,1
		40	148,4	64,9	83,5	21,5	61,9
		50	183,7	84,1	99,6	21,5	78,1
		60	219,1	103,3	115,8	21,5	94,2

Tablica 15. Hidropedološke konstante SN Tovarnik

Profil	Pedosistematska jedinica	Dubina (cm)	Kapacitet tla za vodu (PKv) mm	Nepristupačna voda u tlu (Nv) mm	Fiziološki aktivna voda (FAv) mm	Zaliha vode u tlu (0-10cm)	Zaliha vode u tlu (10-x cm)
P3	Ritska crnica, karbonatna, drenirana	30	130,1	82,7	47,4	15,8	31,6
		40	173,4	110,2	63,2	15,8	47,4
		50	213,2	136,7	76,5	15,8	60,7
		60	252,9	163,2	89,7	15,8	73,9
P8	Močvarno glejno hipoglejno, mineralno, karbonatno, drenirano	30	120,1	86,1	34,0	11,3	22,7
		40	160,1	114,8	45,3	11,3	34,0
		50	200,3	142,6	57,7	11,3	46,4
		60	240,7	168,2	72,5	11,3	61,2
P10	Močvarno glejno hipoglejno, mineralno, karbonatno, drenirano	30	129,3	56,9	72,4	24,1	48,2
		40	172,4	75,9	96,5	24,1	72,4
		50	216,5	94,6	121,9	24,1	97,8
		60	261,3	113,2	148,2	24,1	124,1

3.5. Pogodnost tala za uzgoj i navodnjavanje šećerne repe

U prethodnom dijelu prikazane su osnovne značajke tla na istraživanom području, dok se u ovome dijelu prikazuju rezultati procjene pogodnosti sistematskih/kartiranih jedinica tla za navodnjavanje.

Temeljni kriteriji vrednovanja su prema FAO, 1976., a modifikacija prema Vidačeku (1981.). Redovi određuju pogodnost (P) ili nepogodnost (N) tla za navodnjavanje, klase stupanj pogodnosti odnosno P-1 pogodna tla, P-2 umjereno pogodna ili umjereno ograničeno pogodna tla, P-3 ograničeno pogodna tla za navodnjavanje, te klase N-1 privremenu i klase N-2 trajnu nepogodnost tla odnosno zemljišta za navodnjavanje.

Potklase pogodnosti i nepogodnosti određuju vrstu i intenzitet ograničenja tla za navodnjavanje, uvažavajući kriterije i zahtjeve intenzivne poljoprivredne proizvodnje u uvjetima navodnjavanja. Osim u užem smislu pedoloških i hidropedoloških značajki, uvažavaju se ograničenja – značajke terena odnosno poljoprivrednog zemljišta i za vrednovanje potencijalne pogodnosti mogući troškovi održavanja sustava navodnjavanja.

Vrste ograničenja koje određuju potklase pogodnosti i nepogodnosti tla za navodnjavanje u konkretnom slučaju uključuju: k -kiselost tla, h – slaba opskrbljenost biljnim hranivima, dr – dreniranost ili ocjeditost tla, z – zbijenost, v – sporo procijedne i/ili stagnirajuće površinske vode, n – nagib, t – troškovi održavanja plodnosti tla u uvjetima navodnjavanja.

Na temelju spomenutih kriterija, te detaljnih značajki i svojstava pojedinih sistematskih jedinica tla SN Ervenice, izvršena je procjena njihove sadašnje i potencijalne pogodnosti za navodnjavanje. Naime, sadašnja pogodnost utvrđena je na temelju dominantnih ograničenja, sukladno kojima su preporučene mjere popravke tla u vidu agro ili/i hidromelioracija. Uz pretpostavku otklanjanja navedenih ograničenja utvrđena je i potencijalna pogodnost tla za navodnjavanje. Na istraživanom području utvrđene su klase umjereno pogodnih P-2, ograničeno pogodnih P-3. (Tablica 16.)

Tablica 16. Klase i potklase pogodnosti tala za navodnjavanje SN Ervenica

Kartirana/sistematska jedinica	Sadašnja pogodnost		Mjere uređenja	Potencijalna pogodnost	Površina (ha)
	Klasa	Potklase			
Lesivirano pseudoglejno tlo na lesu, oglejeno	P-2	v, dr, z, k	Agromelioracije	P-1	518,8

U umjereno pogodna tla P-2 klase pogodnosti svrstano je lesivirano pseudoglejno tlo na lesu, oglejeno. Za lesivirano, pseudoglejno tlo na lesu, oglejeno, vrijede ista ograničenja, koja se prije svega očituju u teksturnoj diferencijaciji po dubini profila i zbijenost podoraničnog horizonta što značajno smanjuje propusnost tla za vodu te povremeno stagniranje vode na površini, pogotovo nakon oborina jačeg intenziteta. Većina ovih tala je kisele reakcije što implicira dodavanje vapnenih materijala u svrhu poboljšanja nepovoljnih kemijskih značajki tla. Opskrbljenost humusom je također mala što ih svrstava u klasu slabo humoznih tala.

Tablica 17. Klase i potklase pogodnosti tala za navodnjavanje SN Tovarnik

Sistematska jedinica	Sadašnja pogodnost		Mjere uređenja	Potencijalna pogodnost	Površina (ha)
	Klasa	Potklase			
Močvarno glejno hipoglejno, mineralno, karbonatno, drenirano	P-2	dr, V, z, v	Agromelioracije	P-2	1420,4
Ritska crnica, karbonatna, drenirana (1)	P-2	dr, V, v, z, vt	Agromelioracije	P-2	283,4

Obje pedosistematske jedinice na području Tovarnika pripadaju klasi umjereno pogodnih tla (P-2). Glavna ograničenja močvarno glejnog hipoglejnog, karbonatnog, dreniranog tla su, povremeno stagnirajuća površinske ili procjedne vode, zbijenost i slaba vodopropusnost podoraničnog horizonta, te povremeno visoka razina podzemne vode. Kod ritske crnice glavna ograničenja povećani sadržaj čestica gline, povremeno stagnirajuća površinske ili procjedne vode, zbijenost i slaba vodopropusnost podoraničnog horizonta, te povremeno visoka razina podzemne vode.

3.6. Potrebe i manjak vode pri uzgoju šećerne repe

3.6.1.Evapotranspiracije šećerne repe

Evapotranspiracija predstavlja zajednički proces isparavanja vlage iz tla i biljaka kroz otvorene puči (stome). Evaporacija tj. isparavanje vlage iz tla može predstavljati i poželjan proces uslijed preobilne vlažnosti tla koja će se evaporacijom dovesti u stanje povoljnije vlažnosti za biljku (šećernu repu). Transpiracija je vrlo bitan, koristan i nezamjenjiv proces kojim se regulira izmjena plinova nastalih fotosintezom i potrebnih za isto i hladi biljka uslijed visoke temperature zraka.

Prosječne vrijednosti referentne evapotranspiracije (ETo) i prosječno korisne (efektivne) oborine u tablici 10. i tablici 11. ukazuju na manjak vode. Upravo su nedostatci vlage u tlu u prosječnoj godini iz izračuna razlike Etk, zaliha vode u tlu i količini padalina najveće u srpnju. Na području SN Tovarnik oduzimanjem korisnih oborina od efektivne

evapotranspiracije prikazan je mogući deficit vlage od (89,9- 116 l/m^2) u srpnju, te u kolovozu (65- 84,4 l/m^2). Na području SN Ervenica također oduzimanjem korisnih oborina od efektivne evapotranspiracije prikazan je deficit vlage od (82,1- 105,6 l/m^2) Upravo je ovaj nedostatak vlage u tlu jedna od dva najznačajnija faktora na prinos i kvalitetu korijena šećerne repe.

3.6.2. Bilanca oborinske vode u tlu

Bilanca vode u tlu prikazuje pozitivno ili negativno kretanje vrijednosti zaliha vlage u tlu. Pozitivne vrijedosti su obično za vrijeme zimskih i jesenskih mjeseci gdje niže temperature, niža relativna vlažnost zraka, manja zračna strujanja, odsustvo veće brojnosti životno aktivnog biljnog pokrova pomažu često pozitivno kretanje bilance vode u tlu. Negativne vrijednosti se pojavljuju uglavnom u vrijeme aktivnog porasta biljne mase šećerne repe, razvoja korijena šećerne repe, što se također događa u istodobno s visokim dnevnim temperaturama, dugotrajnoj insolaciji, niskoj relativnoj vlažnosti zraka, jačim ili slabijim zračnim strujanjima, prekrivenosti tla lisnom rozetom šećerne repe, fiziološkim potrebema usjeva i sl.

Tablica 18. Prosječna vrijednosti referentne evapotranspiracije prema metodi Penman-Monteith i prosječne vrijednosti naznačenih klimatskih elemenata meteorološke postaje Ilok (1981.-2010.)

Referentna evapotranspiracija ETo prema Penman-Monteith						
Država: Hrvatska		Meteorološka postaja: Ilok				(30godina)
Nadmorska visina: 133 m		Geografske koordinate: širina 45,13 N.L. – duljina 19,22 E.L.				
Mjesec	Srednja temp. zraka (°C)	Relativna vlaga zraka (%)	Brzina vjetra (m/s)	Insolacija (sati/dan)	Solarna radijacija (MJ/m^2/dan)	ETo (mm)
1.	0,4	79	1,8	2,1	4,4	15,81
2.	2,3	75	1,9	3,8	7,6	22,12
3.	6,7	71	2,0	5,2	11,8	45,57
4.	11,3	69	2,1	6,4	16,3	72,00
5.	16,6	67	2,0	8,2	20,7	110,67
6.	19,4	69	1,9	9,0	22,6	124,80
7.	21,3	67	2,0	9,7	23,1	140,43
8.	21,0	68	1,6	9,0	20,3	122,14
9.	16,8	72	1,7	6,3	14,0	77,70
10.	11,6	76	1,9	4,8	9,2	47,12
11.	5,8	79	1,8	3,0	5,4	23,70
12.	2,1	81	1,7	1,6	3,6	15,81
Prosječno godišnje	**11,3**	**73**	**1,9**	**5,8**	**13,3**	**68,16**

Tablica 19. Prosječna vrijednosti referentne evapotranspiracije prema metodi Penman-Monteith i prosječne vrijednosti naznačenih klimatskih elemenata meteorološke postaje Gradište (1981.-2010.)

Referentna evapotranspiracija Eto prema Penman-Monteith							
Država: Hrvatska Glavna meteorološka postaja: Gradište (30 godina) Nadmorska visina: 97 m Geografske koordinate: širina 45,15^0 N.L. – duljina 18,7^0 E.L.							
Mjesec	Srednja temp. zraka (°C)	Relativna vlaga zraka (%)	Brzina vjetra (km/dan)	Insolacija (sati/dan)	Solarna radijacija (MJ/m^2/dan)	ETo	
						(mm/dan)	(mm/mj.)
1.	0,5	83	154	3,2	5,2	0,41	12,6
2.	2,3	76	175	4,3	8,0	0,78	21,9
3.	7,1	69	188	5,3	11,9	1,55	48,1
4.	12,1	67	178	6,9	16,8	2,56	76,8
5.	17,2	67	166	8,0	20,4	3,55	109,9
6.	20,1	70	158	8,9	22,6	4,16	124,9
7.	21,9	69	150	9,3	22,6	4,39	136,1
8.	21,4	70	141	8,9	20,1	3,84	119,1
9.	16,8	75	142	6,7	14,4	2,50	75,1
10.	11,8	78	140	5,1	9,5	1,38	42,9
11.	6,2	82	152	3,3	5,6	0,72	21,7
12.	1,7	85	157	2,1	3,9	0,44	13,7
Godišnje	**11,6**	**74**	**158**	**6,0**	**13,4**	**2,22**	**66,9**

Vjerojatnost količine i rasporeda oborina za glavnu meteorološku postaju Gradište (za potrebe SN Ervenica) i Ilok (za potrebe SN Tovarnik) razdoblje od 30 godina (1981.-2000.) izračunata je prema formuli Hazen-a. Izračunate korisne oborine podrazumijevaju veličinu od stvarno registriranih oborina koji koristi biljkama tijekom njihove vegetacije. Nadalje, to je i vrijednost koja se uvažava i direktno utječe na izračun potreba za vodom i navodnjavanjem.

Tablica 20. Mjesečne količine oborina i referentne evapotranspiracije SN Tovarnik prema podacima meteorološke postaje Ilok (1981.-2010.)

Mjesec	Prosječene oborine (mm)		Oborine75%-tne vjerojatnosti (mm)		ETo (mm)
	stvarno	korisno	stvarno	korisno	
1.	44,1	41,0	25,6	24,6	15,81
2.	35,6	33,6	18,6	18,0	22,12
3.	47,7	44,1	29,9	28,5	45,57
4.	53,4	48,8	35,7	33,7	72,0
5.	57,5	52,2	34,1	32,2	110,67
6.	92,5	78,8	53,4	48,8	124,80
7.	54,9	50,1	25,4	24,4	140,43
8.	63,4	57,0	39,8	37,3	122,14
9.	63,6	57,1	27,3	26,1	77,70
10.	63,6	57,1	22,9	22,1	47,12
11.	56,7	51,6	29,0	27,7	23,70
12.	47,6	44,0	28,0	26,7	15,81
Godišnje	**680,6**	**615,4**	**369,7**	**350,1**	**Prosječno ETo 68,16**
U vegetaciji	**385,2**	**344,0**	**215,7**	**202,5**	

Tablica 21. Prosječna vrijednosti referentne evapotranspiracije prema metodi Penman-Monteith i prosječnim vrijednostima glavne meteorološke postaje Gradište (1981.-2010.)

Mjesec	Prosječne oborine (mm)		Oborine 75%-tne vjerojatnosti (mm)		ETo
	stvarno	korisno	stvarno	korisno	
1.	44,3	41,2	24,4	24,4	12,6
2.	35,5	33,4	14,8	14,4	21,9
3.	48,3	44,6	28,9	27,6	48,1
4.	54,1	49,4	35,1	33,1	76,8
5.	61,3	55,3	34,5	32,6	109,9
6.	83,3	72,2	51,6	47,3	124,9
7.	59,7	54,0	32,1	30,5	136,1
8.	58,2	52,8	30,6	29,1	119,1
9.	62,6	56,4	30,0	28,6	75,1
10.	58,9	53,4	29,5	28,1	42,9
11.	60,8	54,9	27,0	25,8	21,7
12.	52,4	48,0	28,4	27,1	13,7
Godišnje	**679,5**	**615,5**	**367,9**	**348,6**	**Prosječno ETo 67,9**
U vegetaciji	**379,2**	**340,0**	**213,9**	**201,2**	

Prosječne vrijednosti referentne evapotranspiracije (ETo) i prosječno korisne (efektivne) oborine u (Tablici 20. i Tablici 21.), ukazuju na manjak vode. Upravo su nedostatci vlage u tlu u prosječnoj godini iz izračuna razlike ETo i količini padalina najveće u srpnju (82- 90 l/m^2) u srpnju, te u kolovozu (65- 66,3 l/m^2). Upravo je ovaj nedostatak vlage u tlu jedna od dva najznačajnija faktora (uz) na prinos i kvalitetu korijena šećerne repe. Prosječne vrijednosti ETo veće su tijekom cijelog vegetacijskog razdoblja od korisnih oborina, a posebno od V do VIII mjeseca, s negativnim maksimumom od 2,52- 2,8 puta u srpnju u prosječnoj godini, te negativnim maksimumom 4,46-5,75.

Iz navedenih koeficijenata nedostatka vode, djelomično je pouzdano za zaključiti (ukoliko izuzmemo *Cercospora beticola* i razinu fiziološki aktivne vode) da bi na tlima SN Ervenica proizvodnja korijena šećerne repe trebala biti kvalitativno i kvantitativno uspješnije u odnosu na SN Tovarnik.

Izračunom vodne bilance tla u planiranoj proizvodnji projektiranog sustava navodnjavanja rezultirat će potrebama za vodom. Bilanca vode u tlu urađena je temeljem utvrđenih vrijednosti vodnih značajki tla u površinskom (0 - 10 cm) i pod površinskom sloju tla (10 - 30 cm), vrijednosti korisnih prosječnih i oborina sušne godine, te referentne evapotranspiracije.

Bilance vode u tlu za SN Ervenica izračunate su na temelju unesenih slijedećih prosječne vrijednosti vodnih konstanti u sloju tla od 0 do 30 cm:

PKv = 111 mm

Z1 = 21 mm (zaliha vode u površinskom sloju tla 0 - 10 cm)

Z2 = 40 mm (zaliha vode u donjem sloju tla 10 - 30 cm)

Tv = 50 mm i

FAv = PKv – Tv = 111 – 50 = 61 mm.

Bilance vode u tlu za SN Tovarnik izračunate su na temelju unesenih slijedećih prosječne vrijednosti vodnih konstanti u sloju tla od 0 do 30 cm:

PKv = 129 mm

Z1 = 16 mm (zaliha vode u površinskom sloju tla 0 - 10 cm)

Z2 = 32 mm (zaliha vode u donjem sloju tla 10 - 30 cm)

Tv = 81 mm i

FAv = PKv – Tv = 129 – 81 = 48 mm.

U nastavku slijede rezultati izračuna potrebe za vodom (norme navodnjavanja) na temelju tablica bilance vode u tlu u uvjetima korisnih prosječnih i oborina 75 % vjerojatnosti pojave u primjeru „sušne“ godine. Dane vrijednosti su u izrazu mjesečnih vrijednosti (mm) u pojedinim razvojnim stadijima vegetacije svih preporučenih kultura na cjelokupnom području obuhvata SN Ervenica i SN Tovarnik.

Potreba za vodom u uvjetima navodnjavanja slijedi temeljem provedenih izračuna bilance vode u tlu. Dakle, norma navodnjavanja je količina vode koju je potrebno dodati navodnjavanjem ili negativni iskaz izračuna bilance vode u tlu čiji se iznos potrebne vode dodaje navodnjavanjem. Zbog velikog broja tablica bilanci i lakoće praćenja rezultata izračuna u daljem tijeku projekta, navode se nedostaci vode u SN Ervenica i SN Tovarnik pri višegodišnjim prosječnim i oborinama 75 % vjerojatnosti pojave (Tablica 22.).

Zbroj svih potrebnih količina vode u razdoblju navodnjavanja pojedine kulture predstavlja vrijednost neto norme navodnjavanja i pokazuje ukupnu vodu koju je potrebno navodnjavanjem dodati uzgajanoj kulturi u vegetacijskom razdoblju. Bruto vrijednost norme navodnjavanja predstavljaju uvećane neto iznose za gubitke vode koja se gubi u dovodu do polja, na uređajima i pri eksploataciji sustava navodnjavanja. U okviru istraživanog područja SN Ervenicu i SN Tovarnik usvojeni su gubitci od 20% vode.

Tablica 22. Potrebe šećerne repe za vodom u prosječnoj (50%) i sušnoj (75%) na području SN Ervenica i SN Tovarnik

	SN Ervenica		SN Tovarnik	
Mjesec	Potrebe za vodom u prosječnoj godini (50%)	Potrebe za vodom u sušnoj godini (75%)	Potrebe za vodom u prosječnoj godini (50%)	Potrebe za vodom u sušnoj godini (75%)
1.				
2.				
3.	0,0	0,0	0,0	0,0
4.	0,0	0,0	0,0	0,0
5.	0,0	19,4	10,5	28,1
6.	40,1	72,3	32,0	66,0
7.	79,3	131,5	81,0	116,5
8.	75,7	111,3	44,7	70,0
9.	0,0	16,5	0,0	0,0
10.	0,0	0,0		
11.				
12.				
Neto norma (mm)	**195,1**	**351,0**	**168,1**	**280,6**
Bruto norma (mm)	**243,9**	**438,7**	**201,7**	**336,7**

- neto norma- zbroj potreba za vodom u razdoblju vegetacije
- bruto norma – uvećane neto vrijednosti za iznos gubitaka (20%)

Doziranje vode obuhvaća dva bitna elementa navodnjavanja. To je, prije svega, obrok navodnjavanja koji se određuje na temelju vodnih konstanti tla i određenog kapaciteta tla da primi i zadrži lako pristupačnu vodu u sloju do dubine vlaženja. Drugi bitan element u doziranju vode je pravilno određen trenutak početka navodnjavanja. U praksi se određuje na više načina, a u projektiranju sustava navodnjavanja određivanje vremena zalijevanja računa se preko turnusa navodnjavanja.

Količina vode koja se dodaje biljci jednim navodnjavanjem predstavlja obrok navodnjavanja, a predstavlja dio ukupnog nedostatka vode (norme navodnjavanja) tijekom vegetacijskog razdoblja. Obrokom navodnjavanja potrebno je navlažiti određenu dubinu tla u ovisnosti od karakteristika tla i dubine razvijenosti glavne mase sustava korijena

navodnjavane biljke, odnosno količinom aplicirane vode i turnusa navodnjavanja, održati optimalan iznos fiziološki aktivne vlage u području korijena biljaka.

Dodanim obrokom navodnjavanja tlo se vlaži do sadržaja poljskog kapaciteta tla za vodu (PKv). Optimalnu vlažnost navodnjavanog tla pri uzgoju kultura održavamo između navedene vrijednosti PKv (0,33 bara) i lentokapilarne vlažnosti tla (LKv-6,25 bara), odnosno u granicama lakopristupačne vode za biljku. Kad se trenutačna vlažnost tla spusti do vrijednosti lentokapilarne vlažnosti, pristupa se navodnjavanju.

Obrok navodnjavanja izračunat je prema izrazu:

$$On = 10 \times d \times (PKv - LKv)\ (mm),$$ gdje je:

Gdje je :

On - obrok navodnjavanja u (mm),

d - dubina vlaženja tla u (m),

PKv - poljski vodni kapacitet tla (do dubine vlaženja) u vol. %,

LKv - lentokapilarna vlažnost tla (do dubine vlaženja) u vol.%

U nastavku slijedi izračun obroka u naznačenim stadijima navodnjavanih planiranih kultura u SN Ervenica (Tablica 23.) i SN Tovarnik (Tablica 24.).

Tablica 23. Obrok navodnjavanja u sustavu navodnjavanja Ervenica

Vodne konstante tla		Obrok navodnjavanja (mm) prema stadiju razvoja i dubini vlaženja			
PKv (% vol.)	LKv (% vol.)	Početni stadij 0,15 m	Razvojni - razno povrće 0,25 m	Razvojni - žitarice, ind. i krmno bilje 0,30 m	Drvenaste kulture 0,40 m
37,0	23,0	21,0	35,0	42,0	56,0

Tablica 24. Obrok navodnjavanja u sustavu navodnjavanja Tovarnik

Vodne konstante tla		Obrok navodnjavanja (mm) prema stadiju razvoja i dubini vlaženja			
PKv (% vol.)	LKv (% vol.)	Početni stadij 0,15 m	Razvojni - razno povrće 0,25 m	Razvojni - žitarice, ind. i krmno bilje 0,30 m	Drvenaste kulture 0,40 m
43,0	31,8	16,8	28,0	33,5	43,0

Hidromodul navodnjavanja značajan je element u projektiranju sustava navodnjavanja. Razlikujemo neto, radni i stvarni radni hidromodul. Obrok i turnus navodnjavanja i usvojeno radno vrijeme navodnjavanja definiraju stvarni radni hidromodul navodnjavanja. Neto hidromodul podrazumijeva 24-satno kontinuirano navodnjavanje.

U navodnjavanju poljoprivrednog zemljišta na području SN Ervenica i SN Tovarnik, radni hidromodul se izračunava za usvojeno radno vrijeme navodnjavanja od 16 sati i računa količina vode koja se tijekom 16 sati dnevno dovodi na jedinicu površine.

Izračun radnog hidromodula temelji se na bilancama iskazanom manjku vode kultura redovne i postrne sjetve. U izračun se uzimaju vrijednosti 7 mjeseca kao najzahtjevnijeg mjeseca u vegetacijskom razdoblju. Navedenom metodikom i na temelju vrijednosti u VII mjesecu (mjesecu vršnih potreba za vodom) i to: najvećih mjesečnih potreba kultura iz redovne sjetve i iskazanih potreba vode u srpnju (početni stadij) postrnih usjeva, površinske zastupljenosti kultura, izračunat je neto (24 h), radni (16 h) i projektni bruto hidromodul.

Uvažavajući strukturu proizvodnje i udjel pojedine kulture na SN Ervenici (šećerna repa 45 ha i ostale kulture 693 ha), zatim SN Tovarnik (šećerna repa 270 ha i ostale kulture 1477 ha) dodavanje neizostavnih gubitaka vode (na vodozahvatu, u dovođenju do polja, načinu rada) bruto hidromodul uvećan je za 20 %. U sedmom mjesecu redovna sjetva nalazi se na 622 ha SN Ervenica, a postrna sjetva na 76 ha, dakle ukupno 698 ha što je 95 % ukupne neto površine SN Ervenica (738 ha). U sedmom mjesecu redovna sjetva nalazi se na SN Tovarnik iznosi 1.177 ha, a postrna sjetva na 330 ha, dakle ukupno 1.507 ha što je 86 % ukupne neto površine SN Tovarnik (1.747 ha).

Iz navedenog proizlazi da pripadajući projektni bruto hidromodul SN Ervenica iznosi **0,759 l/s/ha**, dok je bruto hidromodul SN Tovarnik iznosi **0,537 l/s/ha**

4. ZAKLJUČAK

Prema provedenim istraživanja i utvrđenim rezultatima na području SN Ervenica i SN Tovarnik, može se zaključiti kako lesivirano pseudoglejno tlo, oglejeno ima kiselu reakciju dok močvarno glejno, hipoglejno, mineralno, karbonatno, drenirano te ritska crnica su alkalne reakcije tla. Tla na istraživanom području su vrlo slabo do dosta humozna. Prilično značajne oscilacije u vrijednostima: teksture tla, pH rekcije, humusa, pristupačnog P_2O_5 i K_2O, zbijenosti tla, slabilnosti stukture tla, retenciji tla za vodu, infiltracijske sposobnosti, fiziološki aktivne vode koje pročavana tla svrstavaju u P-2 klase pogodnosti tala za navodnjavanje. Na istraživanom području je potrebno provesti agromelioracijsko uređenje kako bi povećali proizvodni kapacitet tla. Ostvarivanje potrebnog agromelioracijsko uređenje tala, podrazumijeva niz agrotehničkih zahvata i mjera koje je potrebno provesti sa svrhom popravka fizikalnih, kemijskih i bioloških svojstava na istraživačkom području. Popravak spomenutih svojstava tala moguće je postići melioracijskim zahvatima, podrivanje čime se razbije taban pluga, razbija Btg horizont koji onemogućava ili usporava descedentno kretanje vode. Također potrebno je provesti i humizaciju, kalcizaciju na kiselim tlima te meliorativnu gnojidbu tj. gnojidbu na zalihu s P_2O_5 i K_2O. Navedenim melioracijskim zahvatima i agrotehničkim mjerama ćemo poboljšati ograničavajuće faktore i trenutne vrijednosti podignuti na višu razinu za uspiješnije i kvalitetnije navodnjavanje šećerne repe.

Šećerna repa kao kultura sa visokim potrebama za vodom, na istraživanom području u sušnim (75%) vrijednostima oborina, čiji je nedostatak vode 280- 350 l/m^2/ godišnje, koju je potrebno dodati navodnjavanjem. Šećerna repa nakon "zatvaranja" redova tj. zasjenjivanje tla lisnom rozetom, intenzivno akumulira šećer u korijenu te je to vrijeme također period intenzivnog rasta korijena šećerne repe i vrijeme intenzivnog navodnjavanja. Navedni period negativne bilance vode u tlu proizašao iz nedovoljno oborina, u srpnju i kolovozu ograničava intenzitet i kvalitetu navednih procesa, što ima za posljedicu niže proizvodne rezultate (prinos korijena i digestije) šećerne repe. Upravo je iz ovoga problema proizašla važnost teme navodnjavanja ali i tema ovog završnog rada, te u daljnjim godinama pred nama se postavlja kao sve neophodnije riješenje kojem će se u proizvodnji šećerne repe na području istočne Hrvatske morati sve više pristupiti.

5. POPIS LITERATURE

1. Alduk, A. Pogodnost lesiviranih tala za navodnjavanje na području Istočne Hrvatske, Završni rad, Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Zavod za Agroekologiju, Osijek, 2017.

2. Belić, M., Nešić, Lj., Čirić, V., (2014.): Praktikum iz Pedologije, Univerzitet u Novom Sadu Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 91 str.

3. Husnjak, S., (2014.): Sistematika tala Hrvatske, Hrvatska sveučilišna naklada, Zagreb, 373 str.

4. Jug, D., Birkas, M., Kisić, Ivica., (2015): Obrada tla u agroekološkim okvirima, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek, 275 str.

5. Korunović, R., (1975.): Praktikum iz pedologije, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Beograd, 126 str.

6. Mađar, S., (1986.): Odvodnja i navodnjavanje u poljoprivredi, Niro Zadrugar Sarajevo, Sarajevo, 123 str.

7. Mutavdžić-Pavlović, D., (2010.): Fizikalna i kemijska svojstva tla i njihovo određivanje Interna skripta, Fakultet kemijskog inžinjerstva i tehnologije, Zagreb, 31.

8. Perković, i., Pernar, N., Bakšić, D., (2013): Usporedba dvije metode prosijavanja i sedimentacije za određivanje granulometrijskog sastava tla – mogućnosti i ograničenja interpretacije, Šumarski list, 11–12 (2013): 567–574

9. Rastija, D., Dadić, M., Rastija, M., Zebec, V., (2014.): Procjena pogodnosti za navodnjavanje i poljoprivredna osnova sustava navodnjavanja Ervenica, Poljoprivredni fakultet u Osijeku.

10. Rastija, D., Dadić, M., Rastija, M., Zebec, V., (2016.): Podloge za idejni projekt sustava navodnjavanja Tovarnik, Poljoprivredni fakultet u Osijeku.

11. Lončarić, Z., Rastija, D., Popović, B., Karalić, K., Ivezić, V., Zebec, V. (2014.): Uzorkovanje tla i biljke za agrokemijske i pedološke analize, Poljoprivredni fakultet, Osijek.

12. Resulović, H., (1969.): Pedološki praktikum, Univerzitet u Sarajevu, Sarajevo,145.

13. Škorić, A. (1991.): Sastav i svojstva tla, Zagreb

14. Škorić, A., (1982.): Priručnik za pedološka istraživanja, Fakultet poljoprivrednih znanosti

15. Vukadinović, V., Vukadinović, Vesna., (2011.): Ishrana bilja, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek, 442.

16. Žugaj, R., (2015.): Hidrologija, Sveučilište u Zagrebu , Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Zagreb.

17. Sofilić, T., (2014): Onečišćenje i zaštita tla, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zagreb.