

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Zala ZORENČ

**VPLIV RELIEFA NASADA NA RAZPOREDITEV
HRANIL V TLEH, RAST DREVES IN KAKOVOST
PLODOV JABLANE (*Malus domestica* Borkh.) SORTE
'SIRIUS'**

MAGISTRSKO DELO

Magistrski študij i 2. stopnja

Ljubljana, 2014

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Zala ZORENČ

**VPLIV RELIEFA NASADA NA RAZPOREDITEV HRANIL V TLEH,
RAST DREVES IN KAKOVOST PLODOV JABLANE (*Malus domestica*
Borkh.) SORTE 'SIRIUS'**

MAGISTRSKO DELO
Magistrski študij 2. stopnja

**THE EFFECT OF ORCHARD RELIEF ON THE DISTRIBUTION OF
SOIL NUTRIENTS, GROWTH OF TREES AND FRUIT QUALITY IN
APPLE (*Malus domestica* Borkh.) CULTIVAR 'SIRIUS'**

M. SC. THESIS
Master Study Programmes

Ljubljana, 2014

Magistrsko delo je zaključek Magistrskega študijskega programa 2. stopnje Hortikultura. Delo je bilo opravljeno na Katedri za sadjarstvo, vinogradništvo in vrtnarstvo.

Študijska komisija Oddelka za agronomijo je za mentorico magistrskega dela imenovala doc. dr. Vesno ZUPANC in za somentorja izr. prof. dr. Roberta VEBERILJA.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: izr. prof. dr. Marijana JAKOČ
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, oddelek za agronomijo

Član: doc. dr. Vesna ZUPANC
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, oddelek za agronomijo

Član: izr. prof. dr. Robert VEBERILJ
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, oddelek za agronomijo

Član: izr. prof. dr. Helena GRILMAN
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, oddelek za agronomijo

Datum zagovora:

Magistrsko delo je rezultat lastnega dela. Podpisana se strinjam z objavo svojega magistrskega dela na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je delo, ki sem ga oddala v elektronski obliki, identično tiskani verziji.

Zala Zorenj

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

GD	Du2
DK	UDK 634.11.047:551.43:631.41:631.811:543.6(043.2)
KG	relief/naklon/nasad/hranila/tla/rast dreves/enoletni prirast/kakovost plodov/jablana
AV	ZORENĹ, Zala
SA	ZUPANC, Vesna (mentorica)/VEBERIĹ, Robert (somentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
LI	2014
IN	VPLIV RELIEFA NASADA NA RAZPOREDITEV HRANIL V TLEH, RAST DREVES IN KAKOVOST PLODOV JABLANE (<i>Malus domestica</i> Borkh.) SORTE 'SIRIUS'
TD	Magistrsko delo (Magistrski študij i 2. stopnja)
OP	XI, 42, [2] str., 10 pregl., 19 sl., 1 pril., 49 vir.
IJ	sl
JJ	sl/en
AI	Leta 2013 smo v ekološkem nasadu v BraslovĹah izbrano vrsto jablan sorte 'Sirius' vzdolĹ nagiba razdelili na ġiri preseke z uniformnim padcem terena. Ćeleli smo ugotoviti razporeditev hranil v tleh, rast dreves in kakovost plodov posameznega preseka. Naredili smo analizo tal na dveh globinah, in sicer tekture, volumnske gostote in poroznosti, pH vrednosti, organske snovi, nitratne oblike duĹika ter lahko dostopnega fosforja in kalija. Meritve kakovosti plodov smo izvedli v dveh terminih, prviĹ po obiranju in drugiĹ po skladiĹenju. Plodovom smo izmerili maso, osnovno barvo, trdoto, topno suho snov ter ocenili ġkrobno vrednost. Izmerili smo enoletni prirast in obseg debla dreves. Na sploĹno je bilo najveĹ hranil na zgornjem preseku in na zgornji globini tal, le vsebnost nitratov je bila najveĹja na spodnji globini zgornjega preseka. Najmanjġa zaloĹenost s hranili je bila v srednjih dveh presekih ter vmesne vrednosti zaloĹenosti so bile na spodnjem delu. Razlike v rasti so bile opazne, Ĺeprav se niso statistiĹno razlikovale. NajveĹja rast je bila spodaj in najmanjġa na vrhu nagiba. Plodovi so bili na vrhu statistiĹno znaĹilno bolj kakovostni, saj so bili trġi, bolj obarvani, vsebovali so veĹ suhe snovi in ġkroba, vendar so imeli manjġo maso. Ugotovili smo, da je pomanjkanje vode v tleh najbolj vplivalo na koriġenje hranil ter s tem na rast dreves in kakovost plodov.

KEY WORDS DOCUMENTATION

ND Du2

DC UDC 634.11.047:551.43:631.41:631.811:543.6(043.2)

CX relief/slope/orchards/nutrients/soil/tree growth/one-year shoot growth/fruit quality/apples

AU ZORENČ, Zala

AA ZUPANC, Vesna (supervisor)/VEBERIČ, Robert (co-supervisor)

PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101

PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy

PY 2014

TY THE EFFECT OF ORCHARD RELIEF ON THE DISTRIBUTION OF SOIL NUTRIENTS, GROWTH OF TREES AND FRUIT QUALITY IN APPLE (*Malus domestica* Borkh.) VARIETY 'SIRIUS'

DT M. Sc. Thesis (Master Study Programmes)

NO XI, 42, [2] p., 10 tab., 19 fig., 1 ann., 49 ref.

LA sl

Al sl/en

AB In 2013, we selected a tree-row along the slope of apple cultivar 'Sirius' in organic orchard in Braslovče and divided it into four sections with uniform gradient. We determined the distribution of nutrients in the soil, tree growth and fruit quality of each section. We sampled and analyzed soil at two depths for, texture, soil bulk density and porosity, pH, organic matter, nitrate form of nitrogen, phosphorus and potassium. On fruit we measured weight, skin color, hardness, soluble solids and estimated value of the starch. We measured a one-year shoot growth and circumference of the tree trunk. There were more nutrients on the top section and on the upper soil depth, only the nitrate content was the highest on the lower depth of the top section. The lowest nutrient content was in two middle sections and the intermediate content at the bottom section. Differences in growth were noticed, although not statistically different. The highest growth was on lower section and the lowest at the top of the slope. Fruit at the top section showed significantly better quality, higher hardness, better coloration, contained more soluble solids and starch, but had a lower weight. We found that the water shortage influenced the use of nutrients, and thus the growth of trees and fruit quality.

KAZALO VSEBINE

Ključna dokumentacijska informacija	Str.
Key words documentation	III
Kazalo vsebine	IV
Kazalo preglednic	V
Kazalo slik	VII
Kazalo prilog	X
Seznam okrajšav	XI
1 UVOD	1
1.1 VZROK ZA RAZISKAVO	1
1.2 DELOVNA HIPOTEZA	1
1.3 NAMEN RAZISKAVE	2
2 PREGLED OBJAV	3
2.1 JABLANA (<i>Malus domestica</i> Borkh.)	3
2.1.1 Ekološke zahteve jablane	3
2.2 TLA	3
2.2.1 Tekstura	4
2.2.2 Poroznost in volumska gostota tal	5
2.2.3 Kislost (pH) tal	6
2.2.4 Organska snov	6
2.2.5 Duĝik v tleh	7
2.2.6 Lahko dostopna fosfor in kalij v tleh	7
2.3 VODA V TLEH	8
2.4 VPLIV RELIEFA NASADA NA RAST DREVES IN PRIDELEK	9
2.5 KAKOVOST PLODOV	10
3 MATERIAL IN METODE DELA	12
3.1 OPIS LOKACIJE	12
3.2 KLIMATSKE RAZMERE	13
3.3 RASTLINSKI MATERIAL	14
3.3.1 Sorta 'Sirius'	14
3.4 METODE DELA	15

3.4.1 Zasnova poskusa	15
3.4.2 Analiza tal	16
3.4.3 Enoletni prirast dreves	18
3.4.6 Analiza plodov	18
3.4.7 Statistična obdelava podatkov	19
4 REZULTATI	20
4.1 ANALIZA TAL	20
4.1.1 Fizikalne lastnosti tal	20
4.1.2 Kemijske lastnosti tal	21
4.2 ENOLETNI PRIRAST DREVES	23
4.3 ANALIZA PLODOV	25
4.3.1 Masa ploda	25
4.3.2 Osnovna barva ploda	26
4.3.3 Trdota ploda	28
4.3.4 Topna suha snov	29
4.3.5 Ćkrob	30
5 RAZPRAVA	31
5.1 ANALIZA TAL	31
5.1.1 Fizikalne lastnosti tal	31
5.1.2 Kemijske lastnosti tal	31
5.2 ENOLETNI PRIRAST DREVES	33
5.3 ANALIZA PLODOV	33
5.3.1 Masa ploda	33
5.3.2 Osnovna barva ploda	34
5.3.3 Trdota ploda	34
5.3.4 Topna suha snov	35
5.3.5 Ćkrob	35
6 SKLEPI	36
7 POVZETEK	38
8 VIRI	39
ZAHVALA	
PRILOGA A	

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Dekadna povprečja na temperatura zraka (°C), količina padavin (mm) in povprečja dnevna referenčna evapotranspiracija (ET ₀ , mm) po mesecih za leto 2013. Vrednosti v oklepajih pomenijo odstopanja od dolgoletnega povprečja (1961i 1990) za meteorološko postajo Celje - Medlog (ARSO, 2013)	14
Preglednica 2: Dolžina (m), naklon (%) in infrastruktura nasada (namakalni sistem, protitočna mreža) različnih presekov znotraj obravnavane vrste	15
Preglednica 3: Teksturni razred, pesek (%), melj-grobi (%), melj-fini (%), melj-skupni (%), glina (%) ter povprečja volumska gostota (ρ_v) in poroznost (P) (%) obravnavanih tal na dveh globinah vzorčenja	20
Preglednica 4: pH (CaCl ₂), vsebnost organske snovi (Org. snov) in organskega C (%), povprečja vsebnost NO ₃ (mg/100g) ter vsebnost P ₂ O ₅ in K ₂ O (mg/100g) obravnavanih tal na dveh globinah vzorčenja	21
Preglednica 5: Povprečja masa ploda (g) glede na obravnavanje ob obiranju in po skladiščenju ± standardna napaka (n = 15).	25
Preglednica 6: Povprečja vrednost parametra L* za barvo kožice sončne strani ploda glede na obravnavanja ob obiranju in po skladiščenju ± standardna napaka (n = 15).	26
Preglednica 7: Povprečja vrednost parametra h° za barvo kožice sončne strani ploda glede na obravnavanja ob obiranju in po skladiščenju ± standardna napaka (n = 15).	27
Preglednica 8: Povprečja trdota ploda (kg/cm ²) glede na obravnavanja ob obiranju in po skladiščenju ± standardna napaka (n = 15).	28
Preglednica 9: Povprečja topna suha snov (°Brix) glede na obravnavanja ob obiranju in po skladiščenju ± standardna napaka (n = 15).	29
Preglednica 10: Povprečja škrobne vrednosti glede na obravnavanja ob obiranju in po skladiščenju ± standardna napaka (n = 15).	30

KAZALO SLIK

Slika 1: Teksturni trikotnik ameriške teksturne klasifikacije in razdelitev po Plasterju (cit. po Prus in sod., 2004)	5
Slika 2: Shema topografije poboja, z naklonom in globino tal ter rastjo dreves (Wanshnong in sod., 2013)	9
Slika 3: Topografska karta obmoja, kjer se nahaja obravnavani nasad jablan (modre lste prikazujejo drenažne cevi) (GURS, 2014)	13
Slika 4: Plod sorte 'Sirius' (foto: Zala Zorenj)	14
Slika 5: Ortofoto posnetek nasada in obravnavana vrsta, razdeljena na štiri preseke (GURS, 2014)	15
Slika 6: Prečni prerez poboja, razdeljen na štiri preseke	15
Slika 7: Slika vzorjenja tal s Kopeckijevim cilindrom (foto: Zala Zorenj)	16
Slika 8: Povprečna vsebnost N (kg/ha) glede na obravnavanje v dveh globinah vzorjenja (0i 10 cm in 20i 30 cm)	22
Slika 9: Vsebnost P ₂ O ₅ (mg/100g) glede na obravnavanje na dveh globinah vzorjenja (0i 10 cm in 20i 30 cm)	22
Slika 10: Vsebnost K ₂ O (mg/100g) glede na obravnavanje na dveh globinah vzorjenja (0i 10 cm in 20i 30 cm)	23
Slika 11: Povprečni enoletni skupni prirast (cm) dreves jablane glede na različna obravnavanja ± standardna napaka (n = 3). Enaka l rka (a, b, c) pomeni, da pri pripadajoih obravnavanjih ni statistilno značilnih razlik (p<0,05) med povpreji	23
Slika 12: Povprečni enoletni prirast podan na povprečno plošino preseka debla (cm/cm ²) dreves jablane glede na različna obravnavanja ± standardna napaka (n = 3). Enaka l rka (a, b, c) pomeni, da pri pripadajoih obravnavanjih ni statistilno značilnih razlik (p<0,05) med povpreji	24
Slika 13: Povprečno število enoletnih poganjkov dreves jablane glede na različna obravnavanja razvršeni v šest velikostnih razredov	24
Slika 14: Povprečna masa ploda (g) ob obiranju in po skladienju glede na obravnavanje	25
Slika 15: Povprečna vrednost parametra L* sonlne strani ploda ob obiranju in po skladienju glede na obravnavanje	26

Slika 16: Povprežna vrednost parametra h° sonžne strani ploda ob obiranju in po skladiženju glede na obravnavanje	27
Slika 17: Povprežna trdota ploda (kg/cm^2) ob obiranju in po skladiženju glede na obravnavanje	28
Slika 18: Povprežna vsebnost topne suhe snovi ploda ($^\circ\text{Brix}$) ob obiranju in po skladiženju glede na obravnavanje	29
Slika 19: Povprežne škrobne vrednosti ob obiranju in po skladiženju glede na obravnavanje	30

KAZALO PRILOG

Priloga A: Povprejna temperatura zraka ($^{\circ}\text{C}$) in količina padavin (mm) za obdobja 1961i 1990, 1991i 2006 in 2013, povprejna skupna referenčna evapotranspiracija (ET_0 , mm) po mesecih za obdobje 1971i 2000 in leto 2013 ter povprejna dnevna referenčna evapotranspiracija (ET_0 , mm) za leto 2013 za meteorološko postajo Celje - Medlog (ARSO, 2013)

SEZNAM OKRAJČAV

Okrajčava	Pomen
CaCO_3	kalcijev karbonat
ET_0	evapotranspiracija
f	poroznost tal
h°	parameter, ki določa bravo
ISO	Mednarodna organizacija za standardizacijo (International Organization for Standardization)
K_2O	dikalijev oksid
L^*	parameter, ki določa svetlost
NH_4^+	amonijev ion
NO_3^-	nitratni ion
$\text{NO}_3\text{-N}$	nitratni dušik
NPP	neto primarna produkcija
PAR	fotosintetsko aktivno sevanje
P_2O_5	difosforjev pentoksid
J_b	volumska gostota tal
TDM	travno deteljna mešanica

1 UVOD

1.1 VZROK ZA RAZISKAVO

Pred postavitvijo trajnega nasada se sadjarji srečujejo s številnimi agromelioracijskimi deli, s katerimi izboljšujejo fizikalne, kemijske in biološke lastnosti tal, da bi zagotovili optimalne in homogene pogoje za rast dreves. Naravno variabilnost lastnosti tal povezujemo z matično podlago in talnim tipom, vendar lahko z obdelavo tal na lastnosti letih močno vplivamo. Priprava zemljišča za postavitev nasada se začne s čiščenjem in ravnanjem površine ter z ureditvijo odvodnje z drenažo. Pred sajenjem se na podlagi analize tal zemljišče založno pognoji, globoko preorje ter podrahlja, poseje podorino in po zelenem gnojenju medvrstni prostor trajno zatravi. Z vsemi omenjenimi deli se skuša ustvariti kar se da optimalne pogoje za rast in razvoj izbrane sadne vrste. Vendar, ker se večina nasadov dela na območjih topografsko raznolikih zemljišč, na nagnjenih terenih, prihaja v praksi že vedno do razlik v rastnih razmerah. Kakovost in vodni režim tal vplivata na rast in razvoj dreves ter posledično na velikost in kakovost pridelka.

Številne raziskave poročajo o pomembnosti topografije oziroma njenem vplivu na variabilnost lastnosti tal. Prostorska variabilnost lastnosti tal ima velik, vendar pogosto neprepoznaven vpliv na ekonomski in okoljski vidik kmetijske pridelave, saj vpliva na zmoglost kmetovanja, na razporejanje hranil in na trajnostni razvoj. Različne lastnosti tal in njihova prostorska razporeditev so lahko posledica razlik v topografiji (Umali in sod., 2012). Relief zemljišča vpliva na vodni režim tal (površinski in podpovršinski tok vode) in erozijske procese. Erozijski procesi so posledica delovanja erozivnih sil vetra in vode, ki vodi v izgubo hranil in vrhnje plasti tal. Pri vodni eroziji je močan dejavnik naklon, saj je z večjim naklonom hitrost odtekanja vode večja in s tem močnejše tudi spiranje in odnašanje talnih delcev (Zhang in sod., 2012). Na te procese vplivajo dolžina in oblika reliefa, saj konveksna (izbočena) oblika profila terena zadrži manj vode kot konkavna (vbočena) oblika. Infiltracijska sposobnost tal konveksne oblike profila je zato manjša, zaradi česar odteče po površini več vode in posledično je lahko erozija močnejša.

Z erozijo se izgublja najbolj kakovosten, s humusom in hranili bogat del tal. Na tak način izgubljammo dragocena hranila, vezana na talne delce, ki se sicer ne izpirajo ali le v majhni meri (Mihelič in sod., 2010). Na kakovost tal ne vplivajo le naravni dejavniki, kot so geološka podlaga, relief in klima, ampak tudi obdelava tal in tehnologija pridelave.

1.2 DELOVNA HIPOTEZA

Relief nasada v kombinaciji s tehnologijo pridelave (gnojenje, namakanje) vpliva na migracijo talnih delcev in hranil. S tem prihaja do vpliva na rast dreves (enoletni prirast) in kakovost pridelka ob obiranju ter v času skladiščenja.

1.3 NAMEN RAZISKAVE

Namen magistrskega dela je bil ugotoviti razporeditev in količino hranil v tleh vzdolž nagiba. Zanimalo nas je tudi ali lahko na podlagi enoletnega prirasta dreves in kakovosti plodov ob obiranju in po skladiščenju ugotovimo vpliv reliefa na rast in razvoj dreves. Na podlagi rezultatov bomo skušali svetovati prilagoditev tehnologije pridelave vzdolž nagiba nasada.

2 PREGLED OBJAV

2.1 JABLANA (*Malus domestica* Borkh.)

2.1.1 Ekološke zahteve jablane

Za uspešno pridelavo jabolk je zelo pomembna izbira lege, saj slednja vpliva na izpostavljenost nizkim temperaturam in spomladanski pozebi, količini padavin, vetru, osvetlitvi in nagnjenosti k nevihtam s tolo. Pomembna je tudi pravilna izbira tal (Gvozdenovič in sod., 1988). Jablana potrebuje globoka, dobro drenirana in zračna tla. Prilagojena je na različna tla, kljub temu ji najbolj ustrezajo peščeno ilovnata tla. Najbolje uspeva na zmerno kislih (pH 5,5–6,5) in zmerno vlažnih ter s hranili in humusom (2–4 %) bogatih tleh. Drevesa oziroma njihov koreninski sistem ne prenesejo previsoke podtalnice, posebno ne stojele. Na lahkih tleh uspeva le s pomočjo namakanja, še posebno na plitvih tleh. Dobro rodi tudi na težjih glinastih ali ilovnato-glinastih tleh, če so spodnji sloji prepustni za vodo. Preveč apnena tla jablani ne ustrezajo (Čampar in sod., 2009).

Jablano lahko uspešno gojimo tam, kjer se v poletnem času giblje temperatura do 35 °C in v zimskih mesecih do -25 °C (Gvozdenovič in sod., 1988). Visoke temperature blizu 40 °C zavirajo rast plodov (Nemeskéri, 2007). Zelo dobro uspeva tam, kjer je 600 mm ali več padavin, vendar morajo biti enakomerno razporejene čez rastno dobo (Gvozdenovič in sod., 1988). Dnevna poraba vode na drevo je največja v mesecu juliju (35–40 l), pod določeni klimatski razmerami lahko tudi do 70 l. V tem času je listna masa največja, plodovi se intenzivno razvijajo. Optimalni pogoji za lepo obarvanje plodov jeseni so jasni dnevi in temperature med 20–25 °C ter nočne temperature, ki morajo biti hladnejše oziroma pod 18 °C (Nemeskéri, 2007).

Glede na način pridelave sadja (konvencionalen, integriran in ekološki) so razlike v obdelavi tal, kar med drugim vpliva na kakovost tal ter posledično na rast in razvoj dreves. Način pridelave so bolj podrobno opisani v poglavju o tleh.

2.2 TLA

Tla so eden izmed najpomembnejših dejavnikov, ki s svojimi lastnostmi vplivajo na rast in razvoj rastlin ter posledično na količino in kakovost pridelka. Predstavljajo oporo rastlinskim koreninam ter zadržujejo vodo in hranilne snovi (Kodrič in sod., 2013). So trifazni sistem, sestavljen iz trdne, tekoče in plinaste faze. Med trdno fazo tal se nahajajo prazni prostori oziroma talne pore, ki jih zasedata voda in zrak (Brady in Weil, 2002). Vodno zračni režim v veliki meri pogojuje rodovitnost tal (Prus in sod., 2004).

Na nastajanje tal vplivajo predvsem podnebje, matična podlaga, topografija in biotski dejavniki ter čas (Jenny, 1994). Topografija vpliva na proces in intenziteto erozije ter odlaganje oziroma akumulacijo talnih delcev, organske snovi in hranil na pobočjih (Zhu in sod., 2014). S tem močno zaznamuje prostorsko razporejanje tal in spreminja njene lastnosti (Umali in sod., 2012). Spremenijo se predvsem lastnosti zgornje plasti tal (Florinsky in sod., 2002) ter tudi njena globina. Za fizikalno kemijske lastnosti, kot so

tekstura, organska snov in gostota tal, je znano, da odražajo lastnosti lege (Pachepsky in sod., 2001), prav tako tudi pH, CaCO_3 , lahko dostopen K, izmenljivi Ca ter malo manj lahko dostopen P, $\text{NO}_3\text{-N}$ in izmenljivi Mg (Brubaker in sod., 1993). Topografija vpliva tudi na vodno zadrževalne lastnosti tal (Pachepsky in sod., 2001).

Podatki o reliefu se tako pogosto uporabljajo v raziskavah o tleh, vključno z modeliranjem in napovedovanjem lastnosti tal (Florinsky in sod., 2002). Do danes sta bila predlagana dva pristopa, ki se nanašata na odvisnost med lastnostmi tal in lego na poboju. Prvi temelji na ločevanju poboja v posamezne preseke, kot so vrh, zgornji, srednji, spodnji del in vznožje poboja ipd. Tla znotraj preseka imajo bolj uniformne lastnosti in se zato manj razlikujejo, kot med posameznimi preseki. Različne vrednosti lastnosti tal na poboju torej pripisemo vsakemu posameznemu preseku. Drugi pristop je uporaba topografskih spremenljivk ali lastnosti terena, tj. matematičnih lastnosti oblike zemeljskega površja, kot sta naklon in ukrivljenost površja. Te spremenljivke so lahko izračunane iz izbrane pozicije na koordinatni mreži in se jih uporabi za statistične korelacije z lastnostmi tal na pripadajoči poziciji (Pachepsky in sod., 2001).

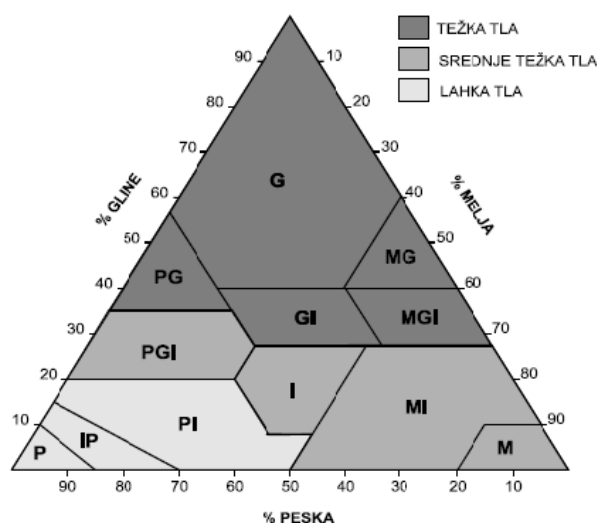
Kakovost tal je med drugim odvisna tudi od načina kmetijske pridelave oziroma načina obdelave površine. Ekološki način kmetijstva temelji na ohranjanju in izboljševanju rodovitnosti tal. Z rednim plitvim vnosom organske snovi v tla in globokim rahljanjem tal se skrbi, da so tla bolj porozna oziroma zračna, izboljša se kapaciteta tal za vodo ter struktura tal. Tla se zastirajo z različnimi organskimi materiali, kar preprečuje evapotranspiracijo vode iz tal, še posebno v poletnem času. Izvaja se zeleno gnojenje, v katerem se kolobari s skupinami rastlin iz drugih metuljnic in križnic. Setev metuljnic obogati tla z dušikom iz zraka. Križnice imajo še dodatno biocidno delovanje, s katerim razkužujejo tla ob mulčenju in zaoravanju organske mase (Božič, 2012). Integrirana pridelava je nekoliko manj zahtevna kot ekološka. Tla se podobno plitvo obdeluje (kultiviranje, plitvo oranje) in v njih vnaša organsko snov (pleveli, podorine, hlevski gnoj). Prav tako se v medvrstnem prostoru vzdržuje negovana ledina z mulčenjem. Medtem ko je pri ekološkem načinu pridelave zatiranje plevelov dovoljeno le na mehanski način, je v integrirani pridelavi dovoljena tudi uporaba herbicidov. Prav tako so za gnojenje tal dovoljena mineralna gnojila (Tehnološka navodila..., 2014). Glover in sod. (2000) navajajo, da prihaja do bistvenih razlik med lastnostmi tal v sadovnjaku, ki so obdelana na ekološki, integriran ali konvencionalen način. Tla, obdelana na integriran način imajo večjo obstojnost strukturnih agregatov, mikrobnomo biomaso in učinkovitost deževnikov v primerjavi z konvencionalno obdelanimi tlemi. Ekološki način pridelave prav tako vpliva na boljšo kakovost tal v primerjavi s konvencionalnim, saj imajo tla nižjo volumsko gostoto (večjo zračnost) in na splošno boljše biološke lastnosti. Med integriranim ter ekološkim načinom so razlike v lastnostih tal manjše.

2.2.1 Tekstura

Tekstura tal je sestava tal glede na delež oziroma odstotek mineralnih delcev različnih velikostnih skupin. Delci, ki jih upoštevamo pri določanju teksture tal so grobi in fini pesek, grobi in fini melj ter glina (na sliki 1 označeno s črko P, M in G). Omenjeni delci ključno vplivajo na fizikalne in kemijske lastnosti tal, kot so zračnost, prepustnost tal za vodo in kapaciteto tal za zadrževanje vode (Prus in sod., 2004). Glede na deleže

velikostnih skupin delimo tla na teška, srednje teška in lahka (slika 1) (Mihelič in sod., 2010). Najugodnejša so tista tla, ki vsebujejo vse velikostne skupine v dovolj velikem deležu, neugodna pa so glinasta, pegljena ter predvsem meljasta tla (Prus in sod., 2004). Glede na teksturne značilnosti tal se prilagodijo tehnološki ukrepi, kot so obdelava, namakanje in gnojenje nasada.

Razlike v teksturi oziroma deležu peska, melja in gline so lahko odvisne od matične podlage in erozijskih procesov, ki so posledica naklona in oblike reliefa. Na razlike vpliva tudi stopnja pedogeneze, kjer je poleg deluvijalno koluvijalne migracije delcev pomembna tudi eluvijalno iluvijalna migracija. Tekstura tal je bolj groba na območju, kjer relief in z njim povezana erozija, omogoča spiranje finih delcev (Pachepsky in sod., 2001).



Slika 1: Teksturini trikotnik ameriške teksturne klasifikacije in razdelitev po Plaster-ju (cit. po Prus in sod., 2004)

2.2.2 Poroznost in volumska gostota tal

Poroznost tal pove, kakšno je razmerje med volumnom por glede na skupni volumen tal. V porah se v različnem razmerju nahajata voda oziroma talna raztopina in zrak, več kot je zraka, manj je vode in obratno. Pore delimo na makro (večje) in mikro (manjše) pore. Rastlinam najbolj odgovarja, ko makropore zapolnjuje zrak in mikropore voda. Velikost in oblika por pomembno vplivata tudi na sposobnost tal za zadrževanje vode. Poroznost tal je odvisna je od teksture, strukture in deleža organske snovi v tleh (Prus in sod., 2004).

Volumska gostota tal je definirana kot razmerje med maso trdne faze tal in volumnom celotnega neporugenelega vzorca tal. Določajo jo enake lastnosti kot poroznost tal, in sicer, tekstura, struktura in delež organske snovi. Volumska gostota tal je dinamična lastnost tal, ki se spreminja z obdelovanjem tal, uporabo kmetijske mehanizacije in pod vplivom specifičnih vremenskih pogojev (Prus in sod., 2004). Odvisnost gostote tal od lege na pobočju je bila ugotovljena pri tleh s finejšo teksturo (Pachepsky in sod., 2001). Pri bolj

zbitih tleh, kjer je manjši volumen por, je večja volumska gostota tal, kar vpliva na gibanje vode v tleh in rast korenin (Prus in sod., 2004).

2.2.3 Kislost (pH) tal

Kislost talne raztopine določa koncentracija disociiranih vodikovih ionov, izražamo jo s pH vrednostjo. Kislost tal je ena bistvenih lastnosti tal, ki vpliva na fizikalno kemijske procese v tleh in na fiziološke procese v rastlinah. Od kislosti oziroma bazilnosti tal je namreč v precejšnji meri odvisna dostopnost hranil za rastline. Največja dostopnost večine hranil je v splošnem v območju pH med 6 in 7 (Prus in sod., 2004). Optimalen pH je hkrati pomemben za vzdrževanje stabilne strukture tal, tvorbo humusa in biološko aktivnost. Optimalen pH je odvisen predvsem od teksture tal in vsebnosti humusa, zato ni enak za vse tipe tal. V lahkih in humoznih tleh je optimalna vrednost pH nižja ter v težjih tleh z več gline in manj humusa višja (Mihelič in sod. 2010). Najpomembnejši dejavnik, ki določa pH v tleh je vsebnost bazilnih kationov v matični podlagi (Prus in sod., 2004). Brubaker in sod. (1993) na podlagi poskusa v Nebraski navajajo, da se pH tal vzdolž nagiba poboja na katerem je njiva, zvičuje, prav tako kot z naraščajočo globino. Razlike v globini so bile skladne s formacijo tal, na nižji pH v zgornjem sloju je vplivala tehnologija pridelave, predvsem gnojenje. Nasprotno Wanshiong in sod. (2013) poročajo o nekoliko višjem pH-ju na vrhu poboja v primerjavi z nižjimi deli v nasadu mandarin v Indiji, na kar naj bi vplivale višje vsebnosti fosforja.

2.2.4 Organska snov

Med organsko snov v tleh štejemo žive organizme ter odmrle rastlinske in živalske ostanke. Letno se okoli 70 do 90 % organskih ostankov razkroji oziroma mineralizira do osnovnih rastlinskih hranil, ostalih 10 do 30 % organskih ostankov v tleh se po delnem razkroju sintetizira v humus. Organska snov je ključna za rodovitnost tal, saj predstavlja pomemben vir hranil, zraven tega pa ima v tleh še druge ključne vloge. Vpliva na nastanek in obstojnost strukturnih agregatov, povečuje sposobnost tal za zadrževanje vode, povečuje zračnost in poroznost tal ter pozitivno vpliva na vezavo rastlinskih hranil in njihovo manjše izpiranje (Prus in sod., 2004). V trajnih nasadih se organska snov stalno obnavlja, saj se z mullanjem trave, listja in vej nadomešča razgrajeni humus (Kodrič in sod., 2013). Na vsebnost organske snovi v tleh vplivajo klimatski dejavniki, predvsem temperatura in vlaga. Od talnih dejavnikov vplivajo hranila, talni pH in tekstura tal (Prus in sod., 2004). Vsebnost organske snovi je prav tako odvisna od topografije oziroma lastnosti terena (Ritchie in sod., 2007, Zhu in sod., 2014), globine vzorčenja (Brubaker in sod., 1993) in rabe tal (Zhu in sod., 2014). Vsebnost organskega C se zmanjša ob povečanju naklona, tla s konkavno obliko profila terena imajo večjo vsebnost kot tista z konveksno (Ritchie in sod., 2007). Da prihaja do zmanjšanja vsebnosti organskega C vzdolž nagiba so ugotovili tudi Wanshiong in sod. (2013), saj so bile vsebnosti največje na vrhu, srednje na konveksnem delu ter najmanjše na najstrmejšem delu poboja nasada. Do nekoliko drugačnih rezultatov sta prišla Pierson in Mulla (1990), saj sta na pšeničnem polju v okolici Washingtona ugotovila, da je bila vsebnost organskega C najmanjša na vrhu ter največja na vznožju in ravnini ob vznožju poboja.

2.2.5 Duĝik v tleh

Glavni vir duĝika v tleh predstavlja organsko vezan duĝik (97i 98 %), ki se v raztopino sproĝa z mineralizacijo. Humus v tleh je trajna zaloga duĝika (Prus in sod., 2004). Duĝik se v topni obliki nahaja kot nitratni ion (NO_3^-), ki ga lahko sprejemajo rastline in amonijev ion (NH_4^+), katerega rastline sprejemajo v manjĝi meri le tam, kjer je nitrifikacija oteĝena (Vodnik, 2012). Duĝik je makrohranilo, ki ga rastlina potrebuje v zelo velikih koliĝinah in je najpogostejĝi omejitveni dejavnik rasti (Zhu in sod., 2014). Njegovo pomanjkanje v rastlinah je pogosto in se kaĝe v slabĝi rasti, majhnih svetlo zelenih listih in drobnih, moĝno obarvanih plodovih. Prav tako kot pomanjkanje, tudi prevelike koliĝine duĝika za rastlino niso dobre. Rast je preveĝ bujna in se konĝa prepozno, rastline so bolj obĝutljive na bolezni in ĝkodljivce ter slabĝa je tudi kakovost plodov (Ĝampar in sod., 2009).

Duĝikove spojine so zelo mobilne, tako v okolju, kot tudi v rastlinah, zato prihaja do velikih izgub, predvsem z izpiranjem, denitrifikacijo in izhlapevanjem. Koliĝina mineralnega duĝika v talni raztopini se hitro spreminja in je odvisna od vsebnosti organske snovi, zraĝnosti tal, temperature, vlage oziroma padavin (Kodriĝ in sod., 2013) ter prav tako od rabe tal in topografskega poloĝaja (erozije in odlaganja) (Zhu in sod., 2014). Brubaker in sod. (1993) navajajo, da se vsebnost $\text{NO}_3\text{-N}$ v tleh z globino navadno zmanjĝuje in odraĝa gnojenje ter razporejanje vode. Ugotovili so, da se v njihovem primeru vsebnost zmanjĝuje tudi navzdol poboĝja, ĝeprav razlike niso bile statistiĝno znaĝilne. Veĝja vsebnost duĝika zgoraj je bila posledica veĝ organske snovi na vrhu, ki je vplivala na veĝjo maso korenin in na veĝje ostanke pridelka. Wanshnong in sod. (2013) so potrdili trend zmanjĝevanja dostopnega N v tleh vzdolĝ nagiba.

2.2.6 Lahko dostopna fosfor in kalij v tleh

Koliĝina vsega fosforja v tleh je velika (600i 4.500 kg/ha do globine 20 cm) (Prus in sod., 2004), vendar je slabo mobilen in pogosto prisoten v nedostopnih oblikah. Nahaja se v obliki anorganskega fosfata in organskih spojin. V talni raztopini ga je zelo malo, njegova oblika je odvisna od kislosti tal (Schachtman in sod., 1998). Rastlina sprejema fosfor v obliki enovalentnega aniona H_2PO_4^- kadar je pH tal < 7 oziroma divalentnega aniona HPO_4^{2-} pri $\text{pH} > 7$ (Vodnik, 2012). Fosfor naj bi se v tleh razporejal bolj uniformno, vendar kljub temu lahko prihaja do razlik. Wanshnong in sod. (2013) ter Brubaker in sod. (1993) navajajo, da se je vsebnost lahko dostopnega fosforja vzdolĝ poboĝja zmanjĝevala, ĝeprav razlike pri raziskavi Brubaker in sod. (1993) niso bile statistiĝno znaĝilne.

Fosfor je, tako kot kalcij, pomemben pri oblikovanju in stabilnosti celij nih sten v plodovih (Nielsen D. in Nielsen G., 2009). Pomanjkanje fosforja ima velik vpliv na rast rastlin, kar se vidi predvsem v omejenem razvoju listov, ki so majhni in temno zeleni. Pogosto se pojavlja tudi ĝkrlatna barva zaradi poveĝane sinteze antocianov (Vodnik, 2012). Poveĝano gnojenje s fosforjem poveĝa pridelek in zmanjĝa steklavost in porjavitev plodov (Nielsen D. in Nielsen G., 2009). Ob preseĝku tega elementa lahko prihaja do antagonizma z mikroelementi, posebej z ĝelezom in cinkom (Miheliĝ in sod., 2010).

Kalija je v tleh več kot fosforja, in sicer do globine 20 cm 20.000i 50.000 kg/ha (Prus in sod., 2004). Vendar je večina kalija (90i 98 %) vezanega v primarne minerale in nekaj v sekundarne glinene minerale kot strukturni element ter kot tak ni neposredno na voljo rastlinam za sprejem. Razpoložljivost kalija se močno razlikuje od vrste tal in od njenih fizikalno kemijskih lastnosti. Glede na razpoložljivost kalija rastlinam ga delimo v štiri skupine: kalij v talni raztopini (vodotopni K), izmenljivi K, neizmenljivi (fiksirani K) in kalij v strukturnih oblikah. Delež vodotopnega kalija, ki je neposredno na voljo za prehrano rastlin je zelo majhen, lahko dostopen je tudi izmenljivi kalij, ki je vezan na površino glinenih mineralov in huminsko snov. Neizmenljivi in kalij v strukturnih oblikah veljata za polasi dostopna ali nedostopna rastlinam, vendar bistveno prispevata k oskrbi rastlin na dolgi rok (Zörb in sod., 2014). Brubaker in sod. (1993) navajajo, da se je vsebnost lahko dostopnega kalija v njihovi raziskavi vzdolž pobočja na splošno zmanjševala, kljub temu, da je bila najvišja vsebnost na vrhu, malo manjša na vznožju ter najmanjša na sredinskem delu pobočja.

Koncentracija kalija je pomembna predvsem za preživetje rastlin v času sušnega stresa, saj z regulacijo transpiracije vpliva na vodni status v rastlini (Zörb in sod., 2014). Ob pomanjkanju so vidne nekroze na listnih robovih, rastline so pogosto občutljivejše na pozebo, zaradi sprememb encimske aktivnosti ter organske snovi se lahko spremeni kakovost plodov. V primeru pretirane založenosti tal so lahko prisotne motnje v sprejemanju ter fiziološki dostopnosti magnezija in kalcija (Čampar in sod., 2009).

2.3 VODA V TLEH

Količina vode v tleh ima jasno viden vpliv na rast rastlin. Je zelo hitro spremenljiv fizikalni dejavnik, če posebej v tleh, ki omogočajo hitro absorpcijo vode na dobro odcednih tleh in na območjih z občasnimi padavinami. Zaloge vode v tleh je odvisna od pritoka vode, ki je sestavljen iz infiltriranih padavin oziroma z namakanjem dodane vode in kapilarnega dviga ter od izgube vode, ki jo sestavljajo evapotranspiracija, površinski odtok, lateralni podpovršinski odtok in globinsko pronicanje (Zupanc in sod., 2012). Na proces vpijanja vode v tla vplivajo dolžina in oblika nagiba, tekstura in struktura tal, intenziteta padavin ter vlažnost tal. Površinski odtok vode pomeni večjo nevarnost za pojav erozije in s tem odnašanje talnih delcev (Hillel, 1998). Evapotranspiracija je seštevek dveh procesov, in sicer transpiracije rastlin ter evaporacije iz površine tal. Neposredno pove, kolikšne so bile izgube vode iz rastlinskega pokrova (Zupanc in sod., 2012).

Vodo v tleh najdemo v vseh treh agregatnih stanjih: tekočem, plinastem in trdnem. V tleh je različno vezana, in sicer gravitacijsko odcedna voda, kapilarno vezana voda, adsorptivno vezana voda, kristalna voda ter vodna para v talnem zraku. Količina in stanje vode v tleh podamo z masnim ali volumskim odstotkom vode v tleh in z njenim matričnim potencialom, tenzijo. Značilnosti vodnega režima v tleh navadno definiramo z vodno zadrževalnimi lastnostmi tal in hidravlično prevodnostjo tal (Prus in sod., 2004).

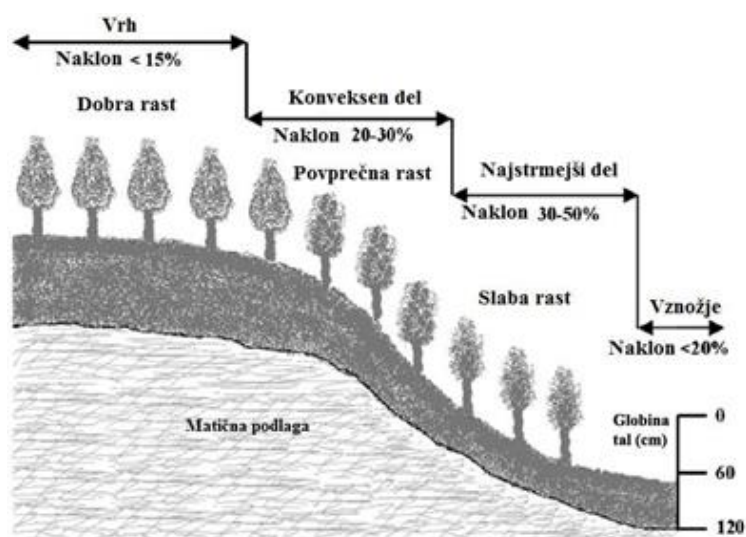
Raziskave kažejo na močno povezavo med hidravličnimi lastnostmi tal in topografijo, vendar je kljub temu veliko več znanega o vplivu teksture, vsebnosti organske snovi in gostote tal na vodno zadrževalne lastnosti (Pachepsky in sod., 2001). Hanna in sod. (1982) navajajo, da imajo tla ob vznožju več rastlinam dostopne vode kot tla na vrhu nagiba

poboľja. Razlog je v tem, da se z veljim naklonom poboľja poveľa hitrost vodnega toka, s tem se zmanjga infiltracija, kar vpliva na velji odtok vode in evapotranspiracijo, zaradi tega se zmanjga vlažnost tal. To vodi do negativne korelacije med vlažnostjo tal in naklonom poboľja (Florinsky in sod., 2002).

Zraven prostorske variabilnosti je v nasadih pomembna tudi ľasovna variabilnost vlažnosti tal, saj lahko tudi ta vpliva na produktivnost (rodnost) rastlin. Za vlažnost tal je znano, da vpliva na neto primarno produkcijo (NPP) in na sestavo mikrobnih zdruŕb v tleh, kar pozneje vpliva na nastanek organske snovi, ki predstavlja velike zaloge ogljika, duĕika in fosforja. Prav tako ima vlažnost tal zelo pomembno vlogo pri dostopnosti teh hranil (Wanshnong in sod., 2013). Pomanjkanje vode in posledilno hranil sta dva glavna omejitvena dejavnika v kmetijski pridelavi, ki vplivata na manjši pridelek (Yang in sod., 2011).

2.4 VPLIV RELIEFA NASADA NA RAST DREVES IN PRIDELEK

Sadovnjaki, ki leĕijo na poboľjih, so zaradi razliĕnih naklonov ĕe posebej odvisni od prostorske spremenljivosti v rodovitnosti tal (Wanshnong in sod., 2013). Razliĕen povrĕinski odtok vpliva na izgubo in prerazporeditev vrhnje plasti ter vlažnosti tal iz zgornjega na spodnji del nagiba, kar se odraĕa v moľni variabilnosti pridelka (Chi in sod., 2009). Wanshnong in sod. (2013) navajajo, da se je povpreĕni pridelek bistveno razlikoval glede na poloĕaj na poboľju, saj je bil opazen trend zmanjĕevanja vzdolĕ poboľja. Najvelja globina tal na vrhu je vplivala na dobro rast dreves, zato je bilo tu najveľ pridelka. Malo manj pridelka je bilo na konveksnem (izboľenem) delu, kjer je bila rast dreves povpreĕna. Najmanjga globina tal pred vznoĕjem poboľja je bila posledica najstrmejĕega naklona, kar je vplivalo na slabo rast dreves ter najmanjši pridelek (slika 2). Do poveľanja pridelka bi najbrĕ spet priĕlo na vznoĕju poboľja, saj Spomer in Piest (1982) navajata, da se je pridelek koruze poveľal na vznoĕju nagiba, kjer so se zaradi erozije odlagali talni delci, organska snov ter hranila iz viĕjih delov poboľja.



Slika 2: Shema topografije poboľja, z naklonom in globino tal ter rastjo dreves (Wanshnong in sod., 2013)

Vpliv topografije na pridelek je pogosto odvisen od vremenskih razmer, predvsem od padavin. Razporejenost padavin je obilajno neskladna s potrebami rastlin po vodi, zato prihaja do pomanjkanja vode (Chi in sod., 2009). Pomanjkanje vode zmanjša vegetativno rast dreves, poganjki in internodiji so krajši ter listi manjši (Ėampar, 2006). Chi in sod. (2009), ki so delali poskus na pšenici, so ugotovili, da ima topografija v povezavi z lastnostmi tal veljji vpliv na pridelek v sušnih, kot v mokrih letih.

2.5 KAKOVOST PLODOV

Kakovost plodov delimo na zunanjo in notranjo. Zunanji parametri so tisti, ki vplivajo na videz plodov, in sicer velikost, oblika in barva ploda. Notranja kakovost plodov je bolj pomembna in je določena s trdoto, okusom oziroma deležem sladkorjev in organskih kislin, aromo in hranilno vrednostjo (minerali) (Vega in sod., 2013).

Dobra kakovost in skladišna sposobnost jabolk sta pogojeni z uravnoteženo mineralno prehrano drevesa, na katero vplivajo različni dejavniki: talne in klimatske razmere, genetski potencial, aktivnost koreninskega sistema, obremenjenost drevesa, razmerje med količino listov in plodov, čas obiranja, agrotehnični ukrepi itd. Zaradi različnih sposobnosti sprejema in transporta posameznih elementov, prihaja pri jablanah pogosto do motenj mineralnega ravnovesja, kar lahko vodi do pojava različnih fizioloških bolezni plodov (MurĖec in sod., 2004). Glavna hranila, ki pomembno vplivajo na kakovost plodov, so dušik, fosfor, kalij in kalcij (Neilsen D. in Neilsen G., 2009). Pomembnost dušika, fosforja in kalija smo že opisali v poglavju o tleh, medtem ko kalcija nismo. Veljje količine tega elementa v plodovih povečujejo trdoto plodov in zavirajo zorenje, kar je pomembno za jabolka, ki jih dolgo skladiščimo. Plodovi z nezadostno koncentracijo kalcija so bolj dovzetni za fiziološke bolezni (grenka pegavost, notranji zlom, itd.).

V mnogih proizvodnih območjih na svetu je potrebno namakanje za čim veljji pridelek in optimalno kakovost plodov (Lopez in sod., 2012). Plodovi dreves, ki so rastle v sušnih razmerah sicer dosegajo dobro kakovost, vendar je njihova velikost manjša v primerjavi s tistimi drevesi, ki so imela dovolj razpoložljive vode (Nemeskéri, 2007). Velikost plodov je eden izmed pomembnejših trĖnih kriterijev za sveže sadje na trgu (Lopez in sod., 2012). Namakanje lahko poveča pridelek največ do 25 %, predvsem na račun nekoliko veljje debeline plodov (Ėampar, 2006). Veljja debelina plodov je predvsem posledica povečanja velikosti in ne veljje ga ġevila celic v teh plodovih (Nemeskéri, 2007). Ėevilo celic in njihova velikost sta izjemno pomembni, saj vplivata na teksturo, trdoto in skladišno sposobnost plodov (Ėampar, 2006).

Barva kořice ploda se deli na osnovno in krovno barvo. Prav tako kot velikost je tudi barva pomembna, saj določa zunanji videz plodov. Sortno značilna barva se razvija, ko plodovi zorijo in je lahko odvisna tudi od sušnega stresa. Ugotovili so, da naj bi nizka količina razpoložljive vode vplivala na boljšo rdečo obarvanost plodov jablane sorte 'Braeburn'. Veljja obarvanost bi lahko bila posledica višjih izmerjenih sladkorjev v teh plodovih, saj imajo sladkorji pomembno vlogo pri razvoju antocianinov (Lopez in sod., 2012).

Trdota plodov je eden izmed najpomembnejših kriterijev kakovosti jabolk in se uporablja kot merilo zrelosti. Med dozorevanjem in staranjem plodov se spreminja trdota mesa in

odpornost tkiva, ki je neposredno odvisna od vrstosti celij njih sten in od kemijske oblike pektina. Na vrstost vplivajo velikost, oblika in turgor celic (Germšek in Unuk, 2014). Na splošno velja, da so manjši plodovi bolj trdni, saj imajo večje število manjših celic (Lopez in sod., 2012). Zato imajo plodovi dreves, ki imajo v času rastne dobe zadostno ali izjemno preskrbljenost z vodo, manjšo trdoto (Nemeskéri, 2007). Skupna vsebnost glukoze najbolj zastopanih topnih sladkorjev v jabolku (saharoza, glukoza, fruktoza in sorbitol) se navadno poveča, če vode primanjkuje (Lopez in sod., 2012). Manjši plodovi dreves, ki jim vode primanjkuje, imajo torej večjo vsebnost topne suhe snovi. Prav tako ima pomanjkanje vode vpliv na organske kisline, saj imajo plodovi, ki so trpeli sušni stres, navadno večjo vsebnost titrabilnih kislin (Nemeskéri, 2007). Večja škrobna vrednost je v plodovih, ki so trpeli kasnejše pomanjkanje vode (Lopez in sod., 2012).

Pri napravi novega ali posodobitvi starega nasada je pri pridelavi jabolk prav tako kot namakalni sistem tudi postavitve protitočne mreže postal običajen ukrep. Med letoma 2007 in 2008 so v Sadjarskem centru Maribor - Galanik prouževali razvoj parametrov kakovosti in zrelosti jabolk sort 'Gala Brookfield' in 'Fuji Kiku 8' kot posledico vpliva protitočne mreže. Rezultati so pokazali, da so plodovi pod rno protitočno mrežo pri obeh sortah dosegali večjo povprečno maso, manjšo vsebnost topne suhe snovi (od 0,6 do 1 °Brix), manjši škrobni indeks, medtem ko vpliva protitočne mreže na trdoto mesa plodov in večji pridelek niso zaznali (Germšek in Unuk, 2014). Jakopič in sod. (2010) so ugotavljali vpliv protitočne mreže na obarvanost plodov jabolk sorte 'Fuji'. Rdeča barva je namreč odvisna od intenzivnosti osvetlitve plodov. Pod rno mrežo je bilo fotosintetsko aktivno sevanje (PAR) od 10 do 30 % manjše kot brez mreže. Posledično so bili plodovi pod mrežo nekoliko slabše obarvani in so vsebovali manj 3-galaktozida.

3 MATERIAL IN METODE DELA

3.1 OPIS LOKACIJE

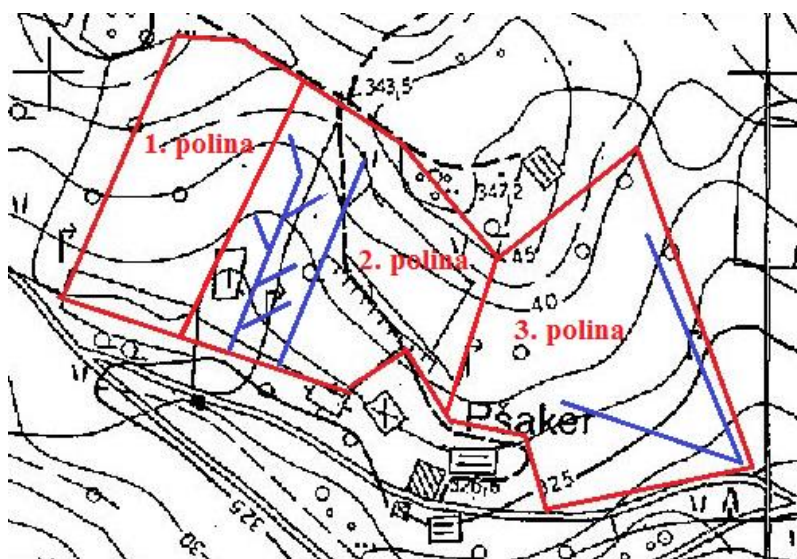
Poskus je potekal leta 2013 v ekološkem nasadu jablan v Braslovčah. Nasad se nahaja na spodnjem delu poboja hriba, ki se dviga nad ozko dolino in obsega 2,63 ha. Vrh nasada leži na nadmorski višini 345 m, spodnji del na 320 m. Povprečna nadmorska višina nasada je 332 m. Polodprta lega je obrnjena proti jugu, nagib terena je med 18 % na zahodni in 24 % na vzhodni polovici sadovnjaka. Smer nagiba terena je 135°, profil terena je konveksen oziroma izbojen. Glede na zmerno strmi nagib ima zemljišče omejeno rabo kmetijske tehnike. Na doloenih predelih je osnovna obdelava (oranje) zaradi strmega nagiba nemogoča ali močno omejena. Zemljišče je gladko do razgibano, z nagibom do 24 % in z dobro nosilnostjo tal (slika 3).

Pedokartografsko enoto obmoja nasada sestavljajo štiri pedosistematske enote, prevladujoči talni tip so evtri na rjava tla, na laporju, tipična (50 %). Sledi jim talni tip evtri na rjava tla, na laporju, psevdoglejena (30 %) in talni tip psevdoglej, pobojni, evtri en, srednje globok, slabo izražen (20 %) ter inkluzije, ki so distri na rjava tla, na piroklastih nih kamninah, tipična (CPVO, 2014).

Sadovnjak je bil postavljen po odstranitvi starega nasada, ki ga je uniila toča. Priprava zemljiša za ponovno sajenje se je začela s planiranjem oziroma ravnanjem terena. Zaradi tega s površinskim in podpovršinskim odtokom so bile na 1,2 m globine nameene drenalne cevi, in sicer na drugi polini v obliki ribje kosti, dodatna cev po poti ter na tretji polini dve cevi, ena vzdolž nagiba in ena prečno lezolino (slika 3). Po delih s težko mehanizacijo je bilo izvedeno podrahljavanje zemljiša. Spomladi 2009 je bilo zemljišče pognojeno s hlevskim gnojem in zasejano z belo gorjuico za zeleni podor. V poletnem lasu je sledilo muljenje podora in ponovno gnojenje s hlevskim gnojem ter oranje in priprava zemljiša na sajenje. V septembru je bil medvrstni prostor zasejan s TDM (trstikasta bilnica, trpečna ljujka, bela detelja) ter v novembru izvedeno stojno sajenje jablan. Ko se je kmetija preusmerila v ekološko kmetovanje, je bil sadovnjak v celoti zasajen z novimi sortami jablan, odpornimi na škrlup ('Ametist', 'Topaz', 'Opal', 'Sirius' in 'Rdeči boskop'). Od skupno 6.900 sadik jablane, je s sorto 'Sirius' posajeno 1.000 dreves. Drevesa so v vrstah posajena vzdolž nagiba in na zahodni polovici nasada potekajo v smeri severovzhod-jugozahod ter na vzhodni polovici severozahod-jugovzhod. Daljše vrste nasada so dolge 120 m, krajše 90 m. V spomladanskem lasu je v nasadu izvedeno strojno in ročno okopavanje pasu v vrsti in gnojenje z organskim gnojilom. Lez leto se medvrstni prostor dvakrat do trikrat muli. V letu 2013 so izvedli okopavanje pasu v vrsti in rahlo obsipavanje zemlje nazaj k drevesom v zaetku junija.

Postavitev mreže proti toči je bila izvedena maja ter izgradnja kapljičnega namakalnega sistema julija 2010. Zaradi nagiba so bili vgrajeni kompenzacijski kapljiči na uniformni razdalji 40 cm in prav tako dvignjeni 40 cm. Ob vznogju kmetije se nahaja manjše zajetje vode, ki ima dotok vode v deževnem obdobju, v poletnih mesecih vodo po potrebi lrpajo iz Braslovškega jezera. Za kontrolo stanja vode v tleh imajo nameene tenziometre, in sicer na dveh globinah 20 in 40 cm. V letu 2013 so tenziometre postavili 29. 6. z

namakanjem so zaléeli 17. 6., in konéali 22. 8. Skupno so v tem íasu dodali 166 mm vode. Obrok namakanja je bil 3 mm, v vroíem 9 mm.



Slika 3: Topografska karta obmoíja, kjer se nahaja obravnavani nasad jablan (modre írte prikazujejo drenaéne cevi) (GURS, 2014)

3.2 KLIMATSKE RAZMERE

Za predstavitev klimatskih razmer v Braslovíah, kjer se nahaja nasad, smo uporabili podatke z meteorološke postaje Celje - Medlog. Postaja je od nasada oddaljena približno 19 km in légi na nadmorski viíini 244 m. V preglednici 1 so za vegetacijsko obdobje (od 1. aprila do 30. septembra 2013) po meseínih dekadah prikazane povpreíne temperature zraka ($^{\circ}\text{C}$), koliíina padavin (mm) in povpreína dnevna referenína evapotranspiracija (mm). Meseíne vrednosti koliíine padavin, ki so prikazane v prilogi A, kaéajo na to, da je bilo leto 2013 v zimskih mesecih (februar, marec) precej mokro, prav tako je bil nadpovpreíno moker maj. Koliíina padavin v poletnih mesecih (junij, julij in avgust) je bila moíno pod dolgoletnim povpreíjem (1961í 1990, 1991í 2006). Vodna bilanca teh mesecev je bila zato negativna (-220,4 mm), kar pomeni, da je bila koliíina izhlapele vode precej veíja od koliíine padavin. V íasu namakanja nasada je bila skupna koliíina padavin 157,4 mm in skupna potencialna evapotranspiracija 321,8 mm (ARSO, 2013).

Preglednica 1: Meselna povprečna temperatura zraka (°C), količina padavin (mm) in povprečna dnevna referenčna evapotranspiracija (ET_0 , mm) po dekadah za leto 2013. Vrednosti v oklepajih pomenijo odstopanja od dolgoletnega povprečja (1961i 1990) za meteorološko postajo Celje - Medlog (ARSO, 2013)

Meselne dekade	Temperatura (°C)			Količina padavin (mm)			Dnevna referenčna ET_0 (mm)*		
	I.	II.	III.	I.	II.	III.	I.	II.	III.
April	5,5 (-3,1)	13,7 (4,8)	15,7 (5,4)	33,4 (121)	23,5 (96)	10,0 (29)	1,6	3,2	3,9
Maj	16,2 (3,5)	14,6 (0,1)	12,8 (-2,2)	49,0 (192)	34,1 (102)	34,1 (90)	3,1	3,6	3,3
Junij	16,2 (-0,2)	22,4 (5,0)	17,6 (-1,1)	38,1 (83)	2,0 (4)	22,7 (50)	3,6	5,3	4,3
Julij	20,5 (1,8)	20,6 (1,1)	23,8 (2,6)	47,9 (106)	3,4 (7)	6,0 (15)	4,6	4,6	5,4
Avgust	25,3 (5,9)	19,4 (0,8)	17,4 (0,8)	5,7 (15)	14,4 (35)	50,2 (100)	5,3	4,3	2,9
September	17,5 (1,5)	14,0 (-0,6)	13,0 (-0,3)	25,3 (73)	70,6 (239)	36,9 (97)	2,7	2,3	1,7

* za izračun referenčne evapotranspiracije je uporabljena Penman-Monteithova metoda, ki upošteva meritve, opravljene na meteorološki postaji Celje - Medlog

3.3 RASTLINSKI MATERIAL

V poskusu smo obravnavali jablano sorte 'Sirius'. Drevesa so bila posajena leta 2009, na razdalji 1 x 3,4 m. Podlaga je M9, gojitvena oblika sončna os.

3.3.1 Sorta 'Sirius'

'Sirius' je novejša sorta, vzgojena na poskusni postaji za glahtnjenje v Stišzovicah na Lègkem. Je na gklrup odporna sorta, ki je bila vzgojena s križanjem sort 'Zlati delièes' in 'Topaz'. Gre za triploidno in bujno rastočo sorto. Plodovi so precej veliki in so ob zrelosti zeleno rumene barve, pogosto je na njih prisotna rahla rjavost. Vsebnost kisline in sladkorja je precejšnja, kar daje plodovom polnost okusa. Meso je rumeno, l vrsto ter zelo sočno. Las obiranja je nekaj dni pred sorto 'Zlati delièes'. V lasu skladièenja plodovi dokaj hitro izgubijo trdoto, vendar jih kljub temu brez teèav skladièimo do aprila (Godec in sod., 2011). Plodovi so prikazani na sliki 4.



Slika 4: Plod sorte 'Sirius' (foto: Zala Zorenj)

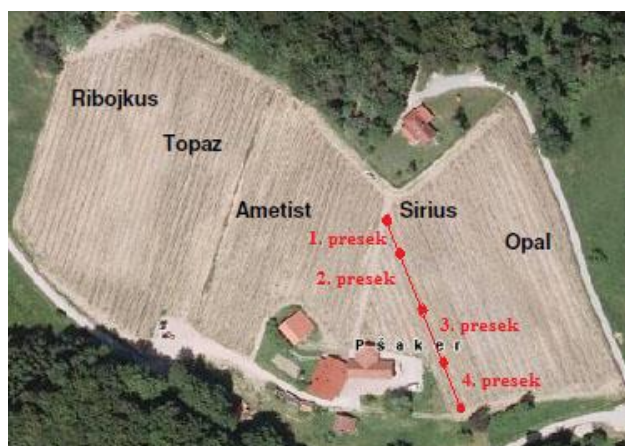
3.4 METODE DELA

3.4.1 Zasnova poskusa

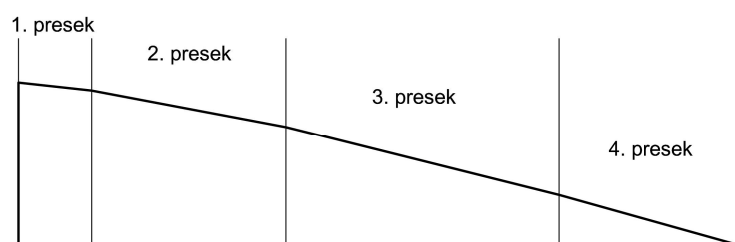
V delu nasada s sorto 'Sirius', kjer so drevesa posajena v vrstah vzdolž nagiba, smo izbrali reprezentativno vrsto. V izbrani vrsti dreves smo izmerili padec terena ter vrsto razdelili po enotah z uniformnim padcem (preglednica 2). Za merjenje padca smo uporabili merski trak in klinomer. Obravnavana vrsta je bila razdeljena na štiri preseke (slika 5 in 6).

Preglednica 2: Dolžina (m), naklon (%) in infrastruktura nasada (namakalni sistem, protitočna mreža) različnih presekov znotraj obravnavane vrste

Obravnavanje	Dolžina (m)	Naklon (%)	Namakanje	Protitočna mreža
1. presek	10,0	11	ĩ	ĩ
2. presek	26,8	19	+	+
3. presek	38,2	25	+	+
4. presek	26,7	28	+	+



Slika 5: Ortofotoposnetek nasada in obravnavana vrsta, razdeljena na štiri preseke (GURS, 2014)



Slika 6: Prečni prerez poboja, razdeljen na štiri preseke

Na posameznem preseku smo naključno izbrali 30 plodov iz različnih dreves. Plodove smo obirali 23. septembra 2013 iz vzhodne smeri vrste. Meritve kakovosti plodov smo izvedli v dveh terminih, in sicer prvič neposredno po obiranju in drugič po 10. tednih skladiščenja.

Pri plodovih smo analizirali maso plodov, barvo, trdoto, topno suho snov ter ocenili škrobno vrednost.

Vzorjenje tal smo opravili na dveh globinah (0i 10 cm in 20i 30 cm) znotraj posameznega preseka. Prvič smo tla vzorčili 2. 10. 2013, in sicer na globini 0i 10 cm in 20i 30 cm. Vzorjenje je potekalo ob drevesih vzdolž nagiba vrste. Znotraj vsakega obravnavanja smo naredili po tri ponovitve na vsaki globini. Za vzorjenje smo uporabili nabijalno sondo, ki smo jo im bolj enakomerno in navpično potisnili 30 cm globoko v zemljo. Zgornji in spodnji sloj zemlje smo ločili in dobili poružene vzorce tal ter nato vsakega posebej dali v papirno vrečko in označili. Za meritve volumske gostote in poroznosti tal smo 27. 4. 2014 tla vzorčili drugič (slika 7). S pomočjo Kopeckijevih cilindrov z volumnom 100 cm³ in sondo za nabijanje smo enako kot pri prvem vzorjenju na dveh globinah (0i 10 cm in 20i 30 cm) pazljivo vzeli neporužene vzorce tal. Na obeh globinah smo za vsako obravnavanje vzeli tri vzorce tal.



Slika 7: Slika vzorjenja tal s Kopeckijevim cilindrom (foto: Zala Zorenj)

V času mirovanja dreves (25. januarja 2014) smo pred zimsko rezjo opravili meritve enoletnega prirasta na treh drevesih znotraj vsakega preseka. Izmerili smo enoletne poganjke vsakega obravnavanega drevesa, ki so bili vsaj tri ali več centimetrov dolgi. Za tem smo izmerili še obseg debla obravnavanih dreves dvajset centimetrov nad cepljenim mestom.

3.4.2 Analiza tal

Meritve smo naredili v laboratoriju Katedre za pedologijo in varstvo okolja na Oddelku za agronomijo Biotehniške fakultete. Analizirali smo izbrane fizikalno kemijske lastnosti tal, in sicer: teksturo, volumsko gostoto in poroznost tal, kislost (pH) tal, organsko snov, nitratno obliko talnega dužika ter vsebnost rastlinam dostopnega fosforja in kalija.

3.4.2.1 Tekstura tal

Mehansko analizo teksture tal smo naredili s pomočjo sedimentacijske pipetne metode z ameriško teksturno klasifikacijo. Sedimentacijska metoda temelji na hitrosti usedanja delcev različnih velikosti v stojeli vodi. Teoretična osnova je STOKES-ov zakon, ki podaja zvezo med hitrostjo usedanja delcev in njihovo velikostjo. Za pravilno izveden postopek je potrebno doseči popolno disperzijo delcev in preprečiti koagulacijo. To dosežemo z dodatkom natrijevega pirofosfata in dolgotrajnim stresanjem (ISO 11277, 1998).

3.4.2.2 Volumska gostota in poroznost tal

Po odvzemu neporuženega vzorca tal s Kopeckijevimi cilindri, smo vzorce pri 105 °C (48 h) posušili do konstantne mase ter stehali (ISO 11272, 1998). Na podlagi meritev smo s pomočjo spodnjih formul izračunali volumsko gostoto ter poroznost tal.

Formula za izračun volumske gostote tal:

$$\rho_b = M_s / V_t, \quad (1)$$

kjer so ρ_b gostota tal (g/cm³), M_s masa suhih tal (g) in V_t celoten volumen neporuženega vzorca tal (cm³).

Formula za izračun poroznosti tal:

$$f = \left(1 - \frac{\rho_b}{\rho_s} \right) 100\%, \quad (2)$$

kjer so f poroznost (%), ρ_s gostota trdnega dela tal (privzeta vrednost 2,65 g/cm³) in ρ_b gostota tal (g/cm³).

3.4.2.3 Kislost (pH) tal

Kislost tal smo določili s pomočjo elektrometrične meritve aktivnosti H⁺ ionov (izraženo kot negativni dekadilni logaritem) v suspenziji tal z raztopino 0,01 mol/l kalcijevega klorida v volumskem razmerju 1 : 5 (ISO 10390, 2005).

3.4.2.3 Določitev organske snovi

Organsko snov v tleh smo določili po Walkey - Blacku (ISO 14235, 1999). Metoda temelji na spontani oksidaciji organske snovi v raztopini kromove in žveplove kisline. Za razliko od drugih metod z zunanjim segrevanjem je oksidacija po tej metodi nepopolna, kar predstavlja prednost, saj ne določimo manj aktivnih organskih snovi. Elementarni ogljik se po tej metodi ne zajame, temveč le humus in slabše razkrojeni organski ostanki.

3.4.2.4 Nitrati v tleh

Vsebnost nitratov v zemlji smo določili s hitrim talnim nitratnim testom (N-min analizo). Metoda temelji na izmenjavi mineralnih oblik dušika iz sorptivnega dela tal ter talne raztopine v ekstrakcijsko raztopino, v kateri s pomočjo RQ-flexa izmerimo N-min ($\text{N-min} = \text{NO}_3\text{-N} + \text{NH}_4\text{-N}$) v tleh. Kot ekstrakcijska raztopina se uporablja kalcijev klorid dihidrat ($\text{CaCl}_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$; 0,01 M).

3.4.2.5 Določitev lahko dostopnega fosforja in kalija

Izmenljivi fosfor in kalij smo določili po modificirani metodi avstrijskega standarda (ÖNORM L 1087, 1993)¹. Določitev smo izvedli v dveh delih, in sicer v prvem delu smo ekstrahirali fosfor in kalij s pomočjo amon-laktatne raztopine. V drugem delu smo v ekstraktu fosfor določili s kolorimetrijo ter kalij plamensko fotometrijo.

3.4.3 Enoletni prirast dreves

Rezultati dolžin enoletnih poganjkov so bili podlaga za izračun enoletnega skupnega prirasta obravnavanih dreves. Enoletni skupni prirast smo s pomočjo izmerjenega obsega debla preračunali glede na ploščino preseka debla.

3.4.6 Analiza plodov

Prav tako smo na Biotehniški fakulteti dva dni po obiranju plodov 25. septembra 2013 na Katedri za sadjarstvo, vinogradništvo in vrtnarstvo v laboratoriju za sadjarstvo izvedli meritve na obravnavanih plodovih. Izmerili smo maso plodov (g), osnovno barvo povrhnjice kožice plodov (L^* in h°), trdoto plodov (kg/cm^2), topno suho snov ($^\circ\text{Brix}$) in ocenili glikozno vrednost. Nato smo 3. decembra 2013 izvedli drugo meritev plodov po 10. tednih skladičenja (temperatura skladičenja okoli 2°C).

3.4.6.1 Masa ploda

Plodove smo v laboratoriju natančno tehtali z elektronsko tehtnico (g).

3.4.6.2 Določanje barve ploda

Barvo kožice plodov delimo na osnovno in krovno barvo. Barvo plodov smo določali s kolorimetrom. Parameter L^* določa svetlost plodov. Vrednosti se gibljejo od 0 do 100, kjer velja vrednost pomeni, da je plod svetlejši (vrednost 0 predstavlja črna barvo, vrednost 100 belo barvo). Vrednosti parametra h° se gibljejo med 0° in 360° . Vrednost 0° predstavlja rdečo barvo, 90° rumeno, 180° zeleno in 270° modro.

¹ Sprememba: amon-laktatna ekstrakcija (Vajnberger, 1966; Hoffman, 1991)

3.4.6.3 Trdota ploda

Trdoto ploda smo izmerili z namiznim penetrometrom, s premerom bata 11 mm. Na vsakem plodu smo na dveh mestih odstranili kožico ter merilno konico penetrometra potisnili v plod do globine, ki je označena na batu. Odčitali smo izmerjeno vrednost (kg/cm^2).

3.4.6.4 Topna suha snov

Vsebnost topne suhe snovi smo določali z digitalnim refraktometrom. Iz dveh mest vsakega ploda smo direktno na meritveno stekelce refraktometra iztisnili nekaj soka in odčitali vrednost ($^{\circ}\text{Brix}$).

3.4.6.5 Določanje škroba

V procesu dozorevanja plodov se škrob pretvarja v sladkor. Ta proces lahko spremljamo s škrobnim testom. Prečno prerezan plod smo pomolili v 0,01 M raztopino jodovice (raztopina joda in kalijevega jodida). Škrob se v stiku z jodovico obarva temno modro do rno, sladkorji se ne obarvajo. Zato se meso jabolka na prerezani površini različno obarva, odvisno od stopnje pretvorbe škroba v sladkor. Uporabili smo 5-stopenjsko lestvico določanja škroba.

3.4.7 Statistična obdelava podatkov

Podatke vseh analiz smo tabelarno uredili in za izbrane parametre pripravili grafični prikaz v programu MS Excel 2007. Podatke smo statistično obdelali v programu R Commander, kjer smo naredili analizo z enosmerno analizo variance (Anova) ter nato razlike med obravnavanji primerjali z Duncanovim preizkusom mnogoterih primerjav ($p < 0,05$). Enaka črka (a, b, c) pri obravnavanju pomeni, da med rezultati ni bilo statistično značilnih razlik.

4 REZULTATI

4.1 ANALIZA TAL

Morfološke lastnosti, ugotovljene na osnovi profilov, ki so bili izkopani ob vzorjenju tal, kažejo, da imajo tla homogeno pedosistematsko enoto poglobnega psevdogleja, kljub inkluzijam, ugotovljenih ob kartiranju.

4.1.1 Fizikalne lastnosti tal

Obravnavane fizikalne lastnosti tal so predstavljene v preglednici 3. Teksturni razred in posamezni velikostni deleži so izmerjeni za spodnjo globino tal ter volumska gostota in poroznost tal za zgornjo in spodnjo globino vzorjenja za obravnavane preseke.

Rezultati kažejo, da je tekstura priakovano bolj ali manj uniformna. Delež peska v obravnavanih tleh je bil od 8,4 % do 11,9 %, delež skupnega melja od 51,2 % do 56,4 % ter delež gline od 33,4 % do 37,5 % (preglednica 3). Na podlagi deležev mineralnih delcev uvrstimo tla vseh obravnavanj v teksturni razred meljasto glinasta ilovica. Glede na razvrstitev tal trajnih nasadov po teksturi (po Mihelič in sod., 2010), spadajo vzorjena tla med težka tla, saj je vsebnost gline v vseh obravnavanjih nad 30 %.

Na zgornji globini (0–10 cm) je bila povprečno največja volumska gostota tal pri 1. preseku ($1,39 \text{ g/cm}^3$) in na spodnji globini vzorjenja (20–30 cm) pri 2. preseku ($1,49 \text{ g/cm}^3$). Povprečno najmanjša volumska gostota tal je bila na obeh globinah vzorjenja izmerjena pri obravnavanju 3. preseka ($1,25 \text{ g/cm}^3$ in $1,26 \text{ g/cm}^3$) (preglednica 3).

Iz preglednice 3 lahko vidimo, da je bila povprečno največja poroznost tal na obeh globinah vzorjenja približno enaka, in sicer pri 3. preseku (52,8 % in 52,4 %). Povprečno najmanjša poroznost je bila na zgornji globini pri 1. preseku (47,7 %) ter na spodnji globini tal pri 2. preseku (43,6 %).

Preglednica 3: Teksturni razred, pesek (%), melj-grobi (%), melj-fini (%), melj-skupni (%), glina (%) ter povprečna volumska gostota (ρ_b) in poroznost (f) (%) obravnavanih tal na dveh globinah vzorjenja

	Obravnavanje							
	1. presek		2. presek		3. presek		4. presek	
Globina (cm)	0–10	20–30	0–10	20–30	0–10	20–30	0–10	20–30
Teksturni razred	/	MGI	/	MGI	/	MGI	/	MGI
Pesek (%)	/	8,5	/	10,2	/	8,4	/	11,9
Melj-grobi (%)	/	15,4	/	17,2	/	18,8	/	14,6
Melj-fini (%)	/	38,6	/	39,2	/	35,4	/	36,6
Melj-skupni (%)	/	54,0	/	56,4	/	54,2	/	51,2
Glina (%)	/	37,5	/	33,4	/	37,4	/	36,9
$\rho_b (\text{g/cm}^3)$	1,39	1,35	1,29	1,49	1,25	1,26	1,34	1,44
f (%)	47,7	49,1	51,4	43,6	52,8	52,4	49,5	45,7

4.1.2 Kemijske lastnosti tal

Obravnavane kemijske lastnosti tal so predstavljene v preglednici 4. Prikazani so pH, organska snov in organski C, nitratna oblika duĝika ter lahko dostopna fosfor in kalij na dveh globinah tal za obravnavane preseke. Rezultate smo komentirali v podpoglavjih.

Preglednica 4: pH (CaCl₂), vsebnost organske snovi (Org. snov) in organskega C (%), povpreĝna vsebnost NO₃ (mg/100g) ter vsebnost P₂O₅ in K₂O (mg/100g) obravnavanih tal na dveh globinah vzorĝenja

	Obravnavanje							
	1. presek		2. presek		3. presek		4. presek	
Globina (cm)	0i 10	20i 30	0i 10	20i 30	0i 10	20i -30	0i 10	20i 30
pH (CaCl ₂)	7,1	7,3	7,2	7,2	7,1	7,2	7,2	7,3
Org. snov (%)	6,2	2,0	4,5	2,0	4,9	1,0	4,2	1,8
C (%)	3,6	1,2	2,6	1,2	2,8	0,6	2,4	1,0
NO ₃ (mg/100g)	1,65	4,00	2,02	1,68*	1,57	1,0*	3,04*	1,34*
P ₂ O ₅ (mg/100g)	94,3	11,5	37,6	13,5	55,2	20,2	77,7	19,5
K ₂ O (mg/100g)	50,9	28,3	36,4	19,7	34,7	18,7	32,4	21,6

†organska snov = % C x 1,724

*: pri nekaterih vzorcih vrednosti pod mejo detekcije

4.1.2.1 Kislost (pH) tal

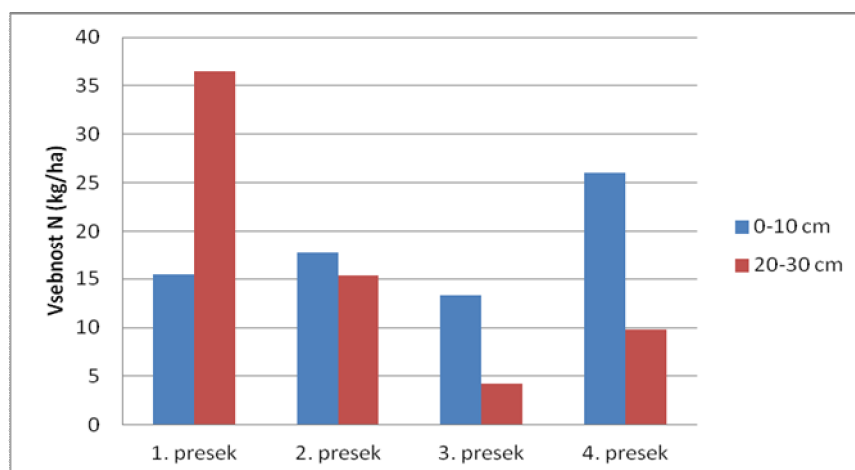
Podatki iz preglednice 4 kaĝejo na minimalne razlike, saj so bila tla na zgornji globini vzorĝenja (0i 10 cm) vseh ĝirih obravnavanj glede na pH vrednost (po Miheliĝ in sod., 2010) nevtralna. Na spodnji globini tal (20i 30 cm) je priĝlo do manjĝih razlik.

4.1.2.2 Organska snov

Na podlagi rezultatov iz preglednice 4 lahko reĝemo, da so tla na zgornji globini vzorĝenja (0i 10 cm) glede na vsebnost organske snovi (po Miheliĝ in sod., 2010) moĝno humozna. V spodnji globini je vsebnost organske snovi manjĝa, v razponu od 1 do 2 %, kar pomeni, da so tla zmerno humozna.

4.1.2.3 Duĝik v tleh

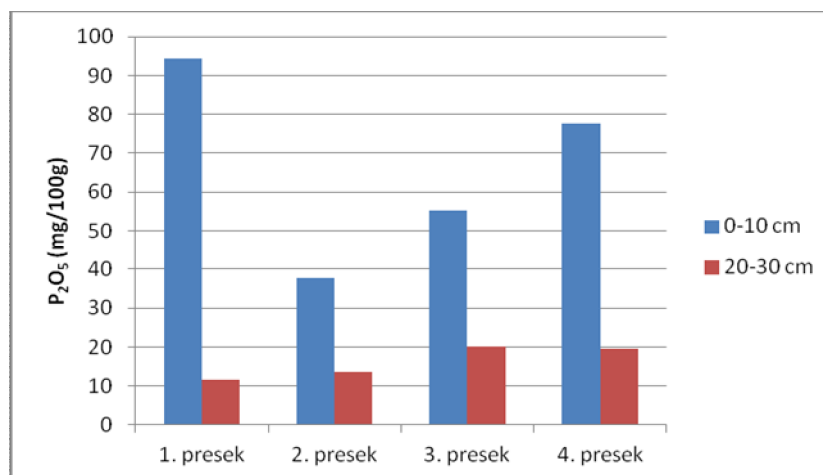
Povpreĝne vsebnosti nitratov, prikazane v preglednici 4, so bile na zgornji globini tal od 1,57 mg/100g do <3,04 mg/100g. To pomeni, da je v tleh na zgornji globini od 13,3 kg do <26,0 kg N/ha. Na spodnji globini vzorĝenja je bilo od <1,00 do 4,00 mg NO₃/100g oziroma od <4,28 do 36,5 kg N/ha (slika 8). Opazno najveĝje so bile povpreĝne vsebnosti nitratov 1. preseka (4,00 mg/100g) na spodnji globini (20i 30 cm) in 4. preseka (<3,04 mg/100g) na zgornji globini tal (0i 10 cm). Razen 1. preseka so imela ostala obravnavanja na spodnji globini tal povpreĝno manjĝo vsebnost nitratov. Na obeh globinah vzorĝenja je bila povpreĝno najmanjĝa vsebnost nitratov pri 3. preseku (1,57 mg/100g in <1,00 mg/100g) (preglednica 4).



Slika 8: Preračunana povprečna vsebnost N (kg/ha) glede na obravnavanje v dveh globinah vzorčenja (0i 10 cm in 20i 30 cm)

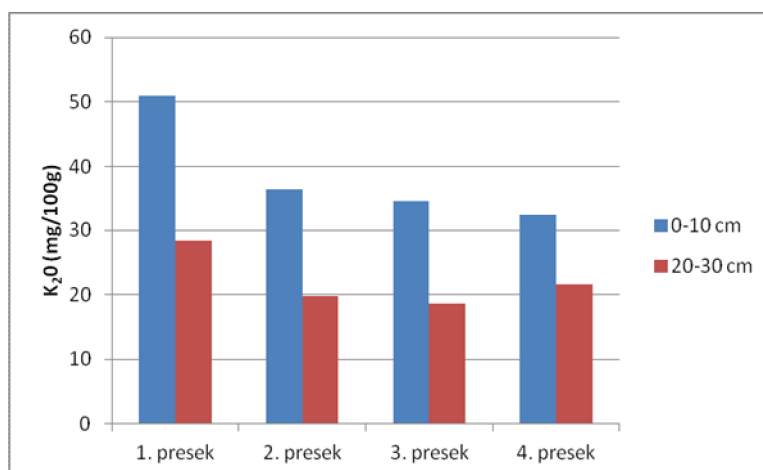
4.1.2.4 Lahko dostopna fosfor in kalij v tleh

Iz preglednice 4 in slike 9 vidimo, da je založenost zgornjega sloja tal s fosforjem (0i 10 cm) večja. Glede na stopnjo preskrbljenosti tal s fosforjem (po Mihelič in sod., 2010) je bila zgornja globina tal ekstremno preskrbljena, razen 2. preseka, ki je bil izjemno preskrbljen s fosforjem. Spodnja globina tal (20i 30 cm) je kljub manjši vsebnosti fosforja še vedno dobro preskrbljena, izjema je le 1. presek, ki je bil srednje preskrbljen.



Slika 9: Vsebnost P_2O_5 (mg/100g) glede na obravnavanje na dveh globinah vzorčenja (0i 10 cm in 20i 30 cm)

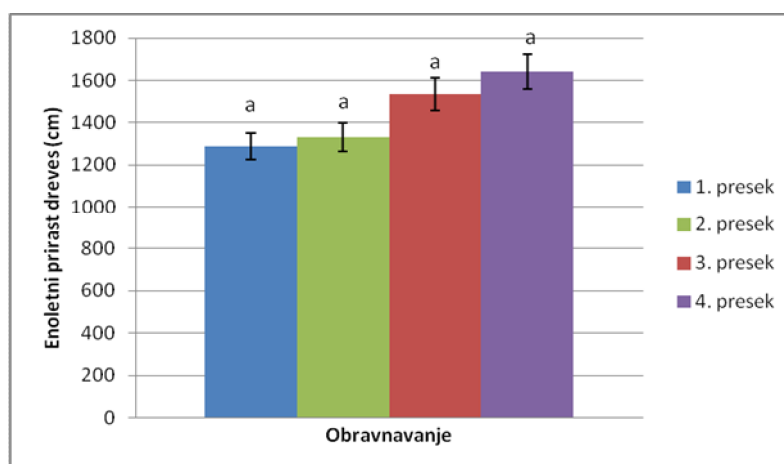
Glede na stopnjo preskrbljenosti tal s kalijem (po Mihelič in sod., 2010) so bila tla na zgornji globini vzorčenja (0i 10 cm) ekstremno preskrbljena le pri 1. preseku. Obravnavanja 2. presek in 3. presek sta bila izjemno preskrbljena, medtem ko je bil 4. presek dobro preskrbljen s kalijem. Založenost spodnjega sloja tal (20i 30 cm) je nekoliko slabša, saj so bila tla srednje preskrbljena s kalijem, le 1. presek je bil dobro preskrbljen. Rezultati so prikazani v preglednici 4 in na sliki 10.



Slika 10: Vsebnost K_2O (mg/100g) glede na obravnavanje na dveh globinah vzorjenja (0i 10 cm in 20i 30 cm)

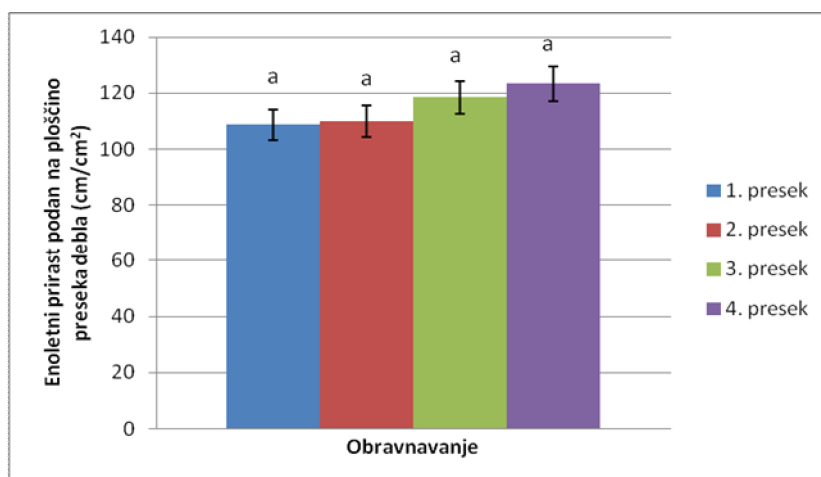
4.2 ENOLETNI PRIRAST DREVES

Najvejši enoletni skupni prirast so imela drevesa 4. preseka (1643 cm) ter najmanjši drevesa 1. preseka (1288 cm). Vrednosti preostalih dveh obravnavanj (2. presek in 3. presek) so bile nekje vmes (1332 cm in 1536 cm). Na sliki 11 lahko med obravnavanji vidimo razlike pri povprečnem enoletnem skupnem prirastu dreves, vendar niso bile statistično značilne.



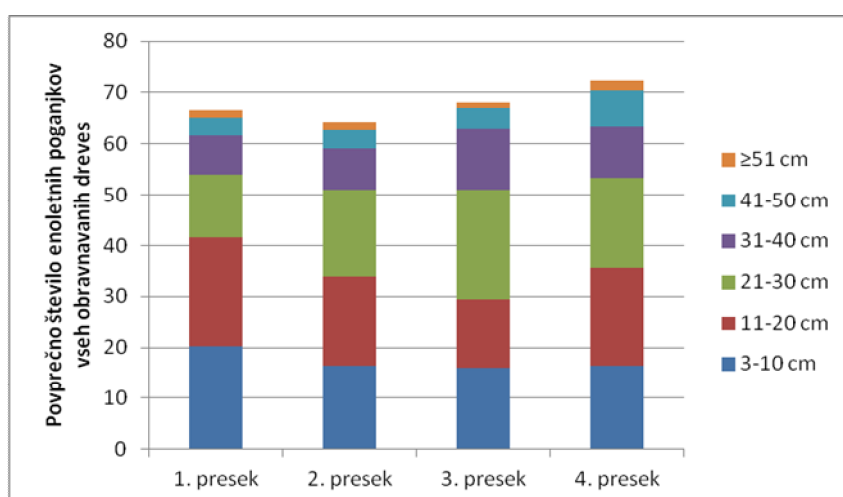
Slika 11: Povprečni enoletni skupni prirast (cm) dreves jablane glede na različna obravnavanja $\pm$ standardna napaka ($n = 3$). Enaka črka (a, b, c) pomeni, da pri pripadajočih obravnavanjih ni statistično značilnih razlik ($p < 0,05$) med povprečji

Iz slike 12 vidimo, da se je tudi povprečni enoletni prirast podan na povprečno ploščino preseka debla razlikoval med obravnavanji, vendar razlike prav tako niso bile statistično značilne. Najvejši povprečni enoletni prirast podan na povprečno ploščino preseka debla je bil pri 4. preseku (123 cm/cm^2) ter najmanjši pri drevesih 1. preseka (109 cm/cm^2). Vrednosti 2. in 3. preseka sta bili 110 cm/cm^2 in 119 cm/cm^2 .



Slika 12: Povprečni enoletni prirast podan na povprečno ploščino preseka debla (cm/cm^2) dreves jablane glede na različna obravnavanja $\pm$ standardna napaka ($n = 3$). Enaka črka (a, b, c) pomeni, da pri pripadajočih obravnavanjih ni statistično značilnih razlik ($p < 0,05$) med povprečji.

Na podlagi slike 13 lahko rečemo, da so imela drevesa 4. preseka največje skupno število poganjkov (72) in najmanjše 2. presek (64). Podobno majhno skupno število poganjkov je opaziti tudi pri drevesih 1. preseka (67). Drevesa iz 1. preseka so imela povprečno največje število kratkih poganjkov (31-10 cm) in sicer 20, medtem ko so imela ostala obravnavanja takih poganjkov 16. Tudi pri dolžini 11-20 cm so imela drevesa 1. preseka povprečno število poganjkov največje (21) in najmanjše 3. preseka (14). Pri dolžini 21-30 cm je prišlo do spremembe, saj so imela drevesa 1. preseka povprečno najmanjše število poganjkov (12) ter največje število 3. preseka (22). 3. presek je imel tudi pri dolžini 31-40 cm največje število poganjkov (12) ter najmanj 1. in 2. presek (8). V največjih velikostnih razredih 41-50 cm in nad 51 cm je imel 4. presek povprečno največje število poganjkov (7 in 2). V razredu 41-50 cm je imel povprečno najmanjše število poganjkov 1. presek (3) in v razredu nad 51 cm 3. presek (1).



Slika 13: Povprečno število enoletnih poganjkov dreves jablane glede na različna obravnavanja razvrščenih v šest velikostnih razredov.

4.3 ANALIZA PLODOV

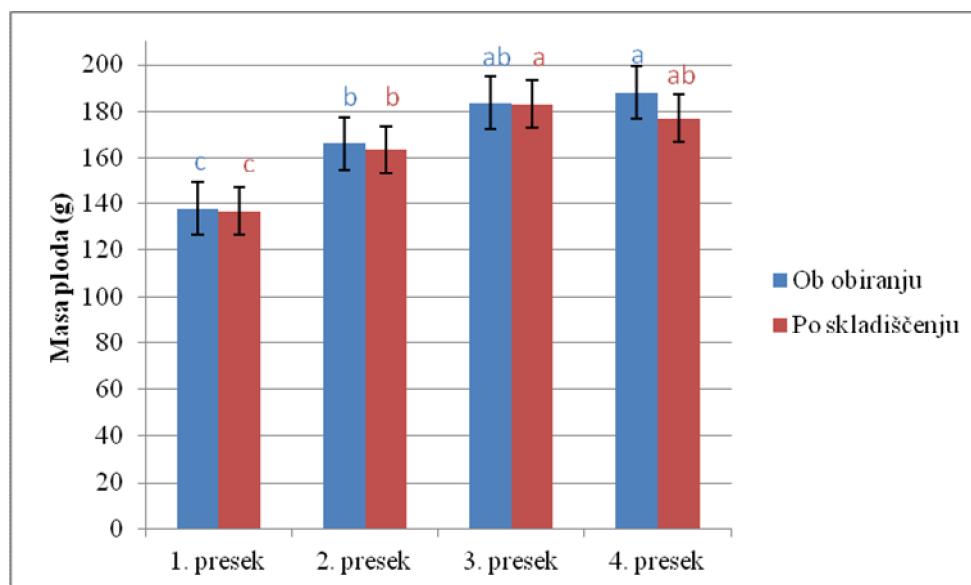
4.3.1 Masa ploda

Iz preglednice 5 in slike 14 lahko vidimo, da so bili plodovi 1. preseka pri obeh meritvah statistično značilno najlažji (137,9 g in 136,7 g). Ob obiranju sta se statistično značilno razlikovala še 2. in 4. presek (166,1 g in 187,9 g). Plodovi 4. preseka so imeli ob obiranju največjo povprečno maso. Po skladiščenju so se statistično značilno med sabo razlikovali še plodovi 2. in 3. preseka (163,5 g in 183,0 g). 3. presek je imel tudi največjo povprečno maso plodov.

Preglednica 5: Povprečna masa ploda (g) glede na obravnavanje ob obiranju in po skladiščenju ± standardna napaka (n = 15)

Obravnavanje	Masa ploda (g)	
	Ob obiranju	Po skladiščenju
1. presek	137,9 ± 7,76 c	136,7 ± 5,92 c
2. presek	166,1 ± 5,91 b	163,5 ± 6,62 b
3. presek	183,5 ± 6,86 ab	183,0 ± 4,30 a
4. presek	187,9 ± 7,07 a	176,9 ± 5,30 ab

Enaka črka v stolpcu (a, b, c) pomeni, da pri pripadajočih obravnavanjih ni statistično značilnih razlik (p > 0,05) med povprečji. Modra barva črk prikazuje razlike med preseki ob obiranju in rdeča po skladiščenju.



Slika 14: Povprečna masa ploda (g) ob obiranju in po skladiščenju glede na obravnavanje

4.3.2 Osnovna barva ploda

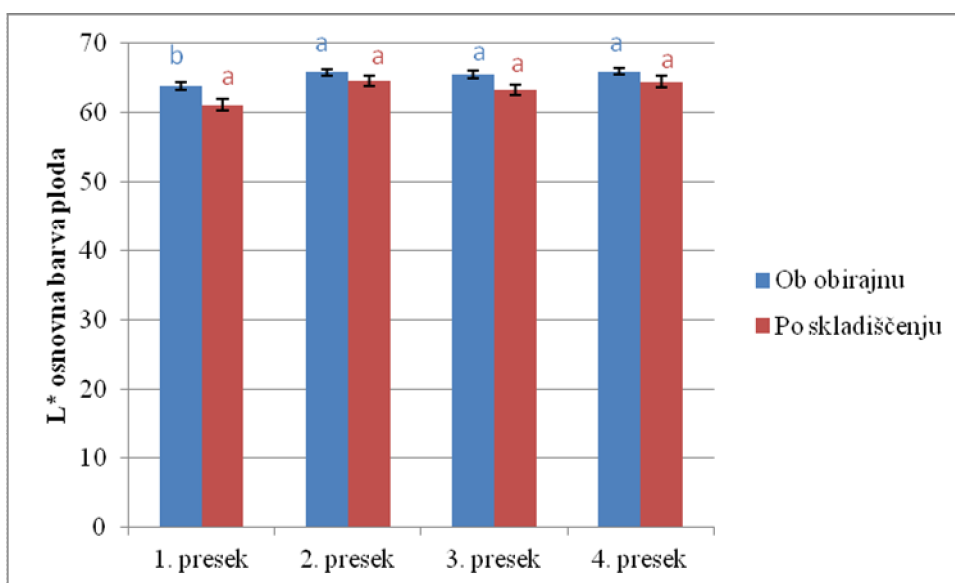
4.3.2.1 Parameter L*

Pri parametru L* ploda je bila statistično značilna razlika ob obiranju le pri plodovih 1. preseka. Pri tem obravnavanju je bila izmerjena najmanjša vrednost (61,1) in največja pri plodovih 2. preseka (64,6). Po skladiščenju ni bilo statistično značilnih razlik med obravnavanji. Največjo vrednost so imeli plodovi 2. in 4. preseka (65,9) ter najmanjšo 1. preseka (63,8) (preglednica 6 in slika 15).

Preglednica 6: Povprečna vrednost parametra L* za barvo kožice ploda glede na obravnavanja ob obiranju in po skladiščenju ± standardna napaka (n = 15)

Obravnavanje	Parameter L*	
	Ob obiranju	Po skladiščenju
1. presek	61,1 ± 0,87 b	63,8 ± 0,89 a
2. presek	64,6 ± 0,50 a	65,9 ± 0,83 a
3. presek	63,3 ± 0,84 a	65,5 ± 0,64 a
4. presek	64,5 ± 0,46 a	65,9 ± 0,72 a

Enaka črka v stolpcu (a, b, c) pomeni, da pri pripadajočih obravnavanjih ni statistično značilnih razlik ($p \geq 0,05$) med povprečji. Modra barva črk prikazuje razlike med preseki ob obiranju in rdeča po skladiščenju.



Slika 15: Povprečna vrednost parametra L* ploda ob obiranju in po skladiščenju glede na obravnavanje

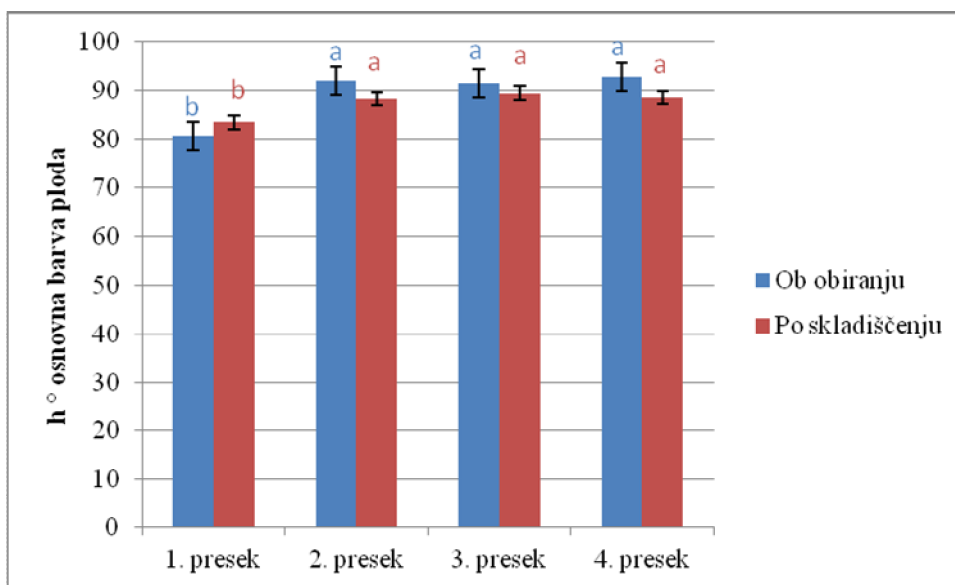
4.3.2.2. Parameter h°

Pri obeh meritvah, prvi ob obiranju in drugi po skladiščenju se je povprečna vrednost parametra h° ploda statistično značilno razlikovala le pri 1. preseku. Vrednosti obravnavanja so bile najmanjše in so se gibale okoli 80° . Barva teh plodov je torej bila rumeno rdeča. Pri ostalih treh obravnavanjih ni bilo statistično značilnih razlik. Vrednosti so se gibale okoli 90° , kar pomeni, da so bili plodovi rumene barve (preglednica 7 in slika 16).

Preglednica 7: Povprečna vrednost parametra h° za barvo kožice ploda glede na obravnavanje ob obiranju in po skladiščenju $\pm$ standardna napaka ($n = 15$)

Obravnavanje	Parameter h°	
	Ob obiranju	Po skladiščenju
1. presek	$80,6 \pm 3,07$ b	$83,5 \pm 2,04$ b
2. presek	$92,0 \pm 2,08$ a	$88,4 \pm 1,34$ a
3. presek	$91,5 \pm 2,05$ a	$89,5 \pm 1,15$ a
4. presek	$92,9 \pm 2,02$ a	$88,6 \pm 1,20$ a

Enaka črka v stolpcu (a, b, c) pomeni, da pri pripadajočih obravnavanjih ni statistično značilnih razlik ($p < 0,05$) med povprečji. Modra barva črk prikazuje razlike med preseki ob obiranju in rdeča po skladiščenju.



Slika 16: Povprečna vrednost parametra h° ploda ob obiranju in po skladiščenju glede na obravnavanje

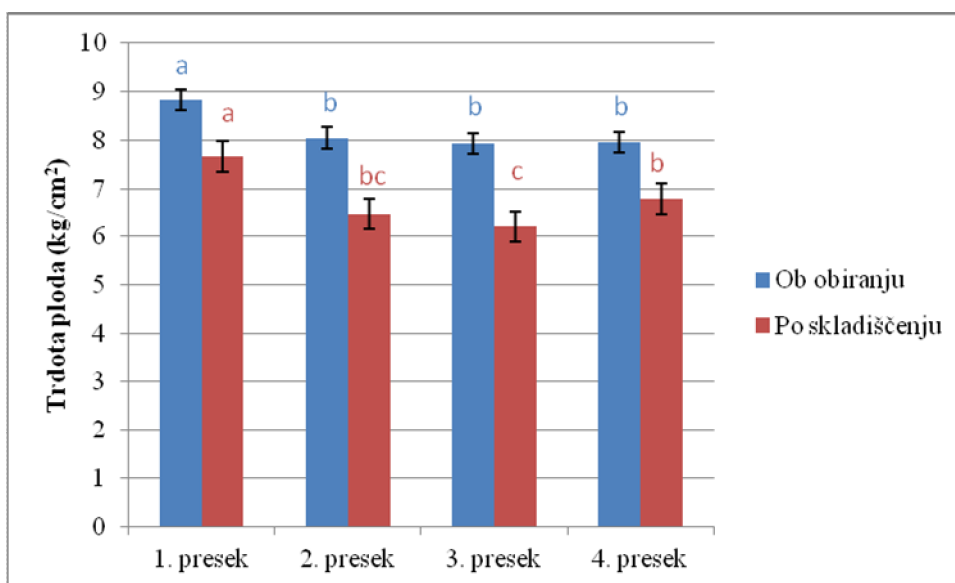
4.3.3 Trdota ploda

Povprež na trdota plodov je bila ob obiranju in po skladiženju statistiēno znaēilno najveēja pri plodovih 1. preseka ($8,84 \text{ kg/cm}^2$ in $7,66 \text{ kg/cm}^2$). To obravnavanje je bilo ob obiranju edino statistiēno znaēilno. Najmanjša povprež na izmerjena trdota je bila prav tako pri obeh meritvah pri enakem obravnavanju, in sicer pri plodovih 3. preseka ($7,92 \text{ kg/cm}^2$ in $6,20 \text{ kg/cm}^2$). Obravnavanje se je statistiēno razlikovalo le pri drugi meritvi, kjer so bile statistiēne razlike ēe pri plodovih 4. preseka (preglednica 8 in slika 17).

Preglednica 8: Povprežna trdota ploda (kg/cm^2) glede na obravnavanja ob obiranju in po skladiženju $\pm$ standardna napaka ($n = 15$)

Obravnavanje	Trdota ploda (kg/cm^2)	
	Ob obiranju	Po skladiženju
1. presek	$8,84 \pm 0,11 \text{ a}$	$7,66 \pm 0,14 \text{ a}$
2. presek	$8,05 \pm 0,14 \text{ b}$	$6,47 \pm 0,12 \text{ bc}$
3. presek	$7,92 \pm 0,13 \text{ b}$	$6,20 \pm 0,11 \text{ c}$
4. presek	$7,96 \pm 0,12 \text{ b}$	$6,78 \pm 0,13 \text{ b}$

Enaka ērka v stolpcu (a, b, c) pomeni, da pri pripadajoēih obravnavanjih ni statistiēno znaēilnih razlik ($p < 0,05$) med povpreēji. Modra barva ērk prikazuje razlike med preseki ob obiranju in rdeēa po skladiženju.



Slika 17: Povprežna trdota ploda (kg/cm^2) ob obiranju in po skladiženju glede na obravnavanje

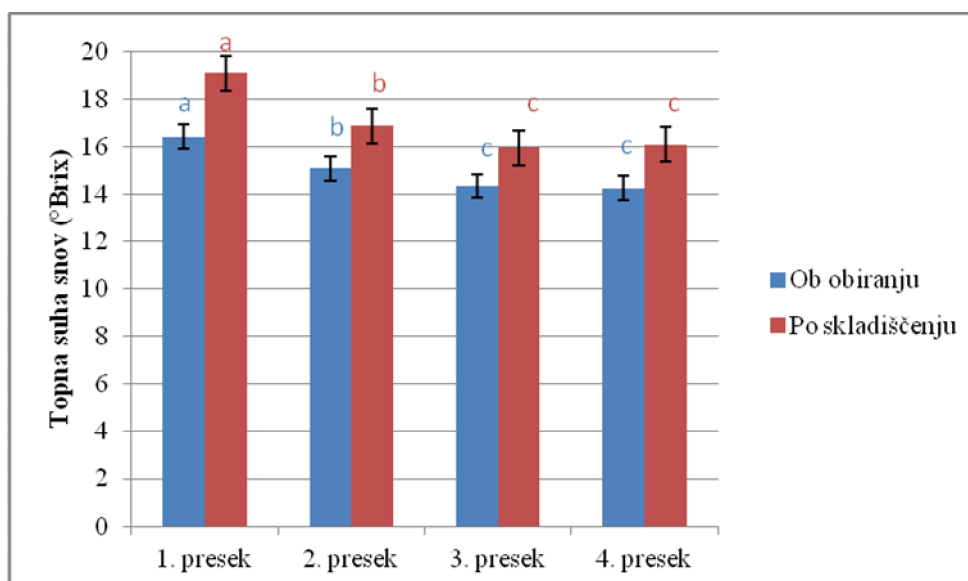
4.3.4 Topna suha snov

Statistično značilno največjo povprečno vsebnost topne suhe snovi ob obiranju in po skladiščenju so imeli plodovi 1. preseka ($16,4 \text{ }^{\circ}\text{Brix}$ in $19,1 \text{ }^{\circ}\text{Brix}$). Pri obeh meritvah so statistično značilno najmanjšo povprečno vsebnost topne suhe snovi imeli plodovi 3. preseka ($14,3 \text{ }^{\circ}\text{Brix}$ in $15,9 \text{ }^{\circ}\text{Brix}$) oziroma ob obiranju še 4. preseka. Statistično značilne razlike so bile pri obeh meritvah tudi pri plodovih 2. preseka (preglednica 9 in slika 18).

Preglednica 9: Povprečna topna suha snov ($^{\circ}\text{Brix}$) glede na obravnavanja ob obiranju in po skladiščenju $\pm$ standardna napaka ($n = 15$)

Obravnavanje	Topna suha snov ($^{\circ}\text{Brix}$)	
	Ob obiranju	Po skladiščenju
1. presek	$16,4 \pm 0,12 \text{ a}$	$19,1 \pm 0,22 \text{ a}$
2. presek	$15,1 \pm 0,18 \text{ b}$	$16,9 \pm 0,25 \text{ b}$
3. presek	$14,3 \pm 0,16 \text{ c}$	$15,9 \pm 0,22 \text{ c}$
4. presek	$14,3 \pm 0,19 \text{ c}$	$16,1 \pm 0,33 \text{ c}$

Enaka črka v stolpcu (a, b, c) pomeni, da pri pripadajočih obravnavanjih ni statistično značilnih razlik ($p < 0,05$) med povprečji. Modra barva črk prikazuje razlike med preseki ob obiranju in rdeča po skladiščenju.



Slika 18: Povprečna vsebnost topne suhe snovi ploda ($^{\circ}\text{Brix}$) ob obiranju in po skladiščenju glede na obravnavanje

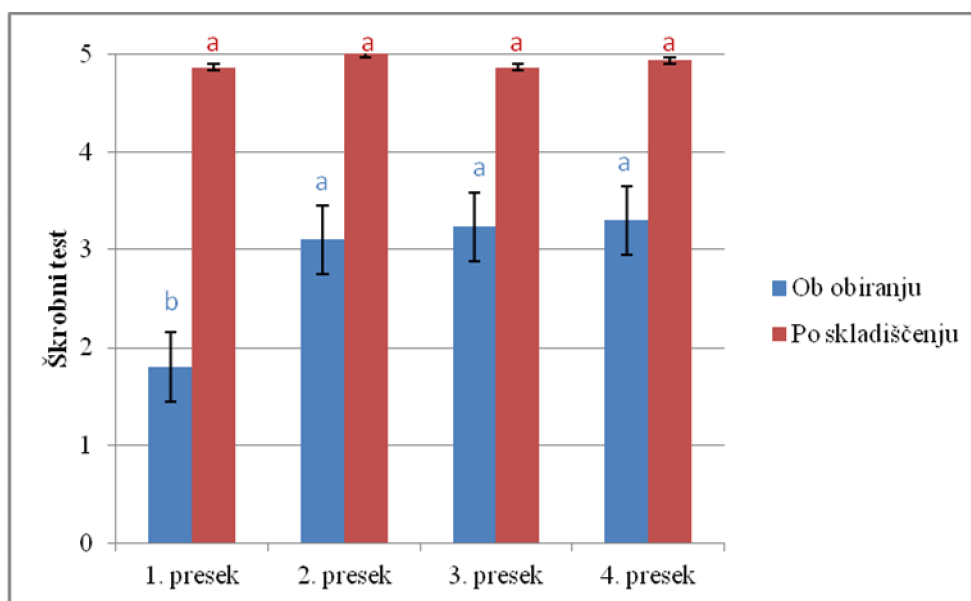
4.3.5 Ėkrob

PovpreĖne ġkrobne vrednosti plodov so se ob obiranju od ostalih obravnavanj statistiĖno znaĖilno razlikovale le pri 1. preseku, kjer je bila vrednost najmanjġa (1,83). PovpreĖno najveĖja ġkrobna vrednost je bila pri 4. preseku (3,30). Po skladiġenju med povpreĖnimi ġkrobnimi vrednostmi plodov ni bilo razlik, saj so bile skoraj vse vrednosti okoli 5,00 (preglednica 10 in slika 19).

Preglednica 10: PovpreĖne ġkrobne vrednosti glede na obravnavanja ob obiranju in po skladiġenju $\pm$ standardna napaka (n = 15)

Obravnavanje	Ėkrobna vrednost (1-5)	
	Ob obiranju	Po skladiġenju
1. presek	1,83 $\pm$ 0,14 b	4,87 $\pm$ 0,06 a
2. presek	3,10 $\pm$ 0,16 a	5,00 $\pm$ 0,00 a
3. presek	3,23 $\pm$ 0,23 a	4,87 $\pm$ 0,06 a
4. presek	3,30 $\pm$ 0,19 a	4,93 $\pm$ 0,05 a

Enaka ġrka v stolpcu (a, b, c) pomeni, da pri pripadajoĖih obravnavanjih ni statistiĖno znaĖilnih razlik ($p \geq 0,05$) med povpreĖji. Modra barva ġrk prikazuje razlike med preseki ob obiranju in rdeĖa po skladiġenju.



Slika 19: PovpreĖne ġkrobne vrednosti ob obiranju in po skladiġenju glede na obravnavanje

5 RAZPRAVA

5.1 ANALIZA TAL

5.1.1 Fizikalne lastnosti tal

Tekstura tal se v obravnavani vrsti vzdolž nagiba med obravnavanji ni bistveno razlikovala, saj so bila tla na globini 20 i 30 cm precej homogene in uvržena v teksturni razred meljasto glinasta ilovica. Zaradi velje vsebnosti glinenih delcev in finega melja spadajo tla med težka tla. Tekstura je izmed vseh lastnosti najbolj odvisna od matilne podlage (tipa tal) in jo z agrotehničnimi ukrepi skoraj ne moremo spreminjati. Do sprememb v teksturi bi prišlo v primeru nanosa tujega materiala v procesu melioracijskih del pri postavitvi nasada ali le meliorirane površine pred erozijo ne bi zavarovali s takojšnjo ozelenitvijo. Velje razlike v teksturi bi verjetno dobili, le bi bila izvorno matilna podlaga vzdolž hriba heterogena (kar se pogosto dogaja na fliu, kjer imamo menjavanje laporja in pečenjaka). Slednje so ugotovili v raziskavi Brubakerja in sod. (1993), ki so, glede talnih tipov, na bolj heterogenem območju ugotovili precejšen vpliv nagiba (2 i 10 %) na teksturo tal, predvsem na povečano gibanje peska in melja ter na zmanjšanje vsebnosti glin vzdolž nagiba pobilja. V našem primeru je matilna podlaga lapor. Homogenost teksture dokazuje tudi homogenost matilne podlage.

Volumska gostota tal je z globino praviloma velja, kar smo ugotovili tudi v naših meritvah, kjer je bila, razen pri 1. preseku, velja gostota tal na spodnji globini vzorjenja. Opazno najbolj zbita so bila tla na spodnji globini 2. preseka, saj so imela največjo povprečno volumsko gostoto tal ($1,49 \text{ g/cm}^3$). Omenjena gostota tal je tako velika, da lahko ovira pronicanje vode v globlje plasti. Na zgornji globini so bila tla najbolj zbita pri 1. preseku ($1,39 \text{ g/cm}^3$), leprav je bilo to obravnavanje najbolj zaloeno z organsko snovjo, ki naj bi sicer zmanjšala zbitost tal. Med vsemi obravnavanji je imel 3. presek na obeh globinah najbolj izenaeno volumsko gostoto, ki je bila tudi najmanjša ($1,25 \text{ g/cm}^3$ in $1,26 \text{ g/cm}^3$).

Obilajne vrednosti za poroznost tal so med 30 i 55 % za ilovnata tla in 40 i 70 % za glinasta tla (Prus s sod., 2004). Poroznost je bila med 47,7 % in 52,8 % na zgornji globini, ter med 43,6 % in 52,4 % na spodnji globini tal, kar ustreza teksturnemu razredu meljasto glinasta ilovica.

5.1.2 Kemijske lastnosti tal

5.1.2.1. Kislost (pH) tal

Kislost (pH) tal je bila na zgornji globini vzorjenja (0 i 10 cm) v vseh obravnavanjih nevtralna (7,1 i 7,2). Nekoliko višji pH je bil izmerjen le pri 1. in 4. preseku na spodnji globini tal (20 i 30 cm), kjer je bil rahlo alkalen (bazilen) (7,3). Nekoliko nižji pH v zgornji plasti tal je posledica velje količine organske snovi (huminske in fulvo kisline, ki sestavljajo humus, imajo kisel značaj). Rahla alkalnost je posledica izrecno karbonatne matilne podlage (lapor). Izmerjene vrednosti pH-ja za pridelavo jablan niso najustreznejše,

vendar Kodrič in sod. (2013) navajajo, da praksa kaže, da tudi pH malo nad 7 še ni usoden za pridelavo velikih in kakovostnih pridelkov jabolk.

5.1.2.2. Organska snov

Organske snovi je bilo precej več na zgornji globini tal (0–10 cm), saj so bile vsebnosti med 6,2 % in 4,2 % v primerjavi s spodnjo globino vzorčenja (20–30 cm), kjer so bile med 2,0 % in 1,0 %. Organska snov tal se je na splošno na zgornji globini vzorčenja po presekih vzdolž nagiba zmanjševala (6,2 %, 4,5 % in 4,2 %), majhno odstopanje je bilo vidno le pri 3. preseku (4,9 %). Na spodnji globini tal tega trenda ni bilo opaziti, le prav je imel 1. presek malo večjo vsebnost organske snovi kot 4. presek (2 % in 1,8 %). Brubaker in sod. (1993) navajajo, da se je vsebnost organske snovi vzdolž nagiba in z globino zmanjšala, vendar se je ob vznožju poboja spet nekoliko povečala zaradi nanosa organske snovi iz višjih delov, zaradi erozije. Naši rezultati kažejo, da do premešljanja humoznih delcev zaradi erozijskih procesov ni prišlo. Za biološko pridelavo se priporoča od 3 do 4 % organske snovi (Prus in sod., 2004), kar pomeni, da imamo na zgornji globini tal zadostno oziroma nekoliko večjo vsebnost organske snovi.

5.1.2.2 Dužik v tleh

Pri enem izmed treh vzorčenj znotraj 4. preseka na zgornji globini tal in pri enem (2. presek), treh (3. presek) ter dveh vzorcih (4. presek) na spodnji globini tal so bile vsebnosti nitratov pod mejo detekcije. Povprečne vsebnosti nitratov so se med seboj najbolj razlikovale pri 1. in 4. preseku, tako glede na ostala obravnavanja, kot glede na globino vzorčenja. Omenjeni obravnavanja sta imeli povprečno največje vsebnosti nitratov, in sicer 1. presek na spodnji globini ter 4. presek na zgornji globini tal. Razen pri 1. preseku so bile povprečne vsebnosti nitratov na spodnji globini vzorčenja manjše. Večja povprečna vsebnost nitratov na spodnji globini kaže na slabo izkoriščenost hranila zaradi pomanjkanja vode, ki se ob padavinah spere v nižje plasti. Brubaker in sod. (1993) navajajo, da je bilo v letu 1989 v zgornji globini tal (0–15 cm) več nitratov (38,3 mg/kg) v primerjavi z nižjo globino (15–30 cm) (15,8 mg/kg) zaradi sušnih razmer v tem in predhodnem letu, kar je zmanjšalo njegovo absorpcijo. Neporabljeni nitrati so se v letu 1990 zaradi večje količine vode izpirali iz zgornje plasti v spodnjo, zato je bilo spodaj več nitratov (11,5 mg/kg) v primerjavi z zgoraj (8,3 mg/kg).

5.1.2.3 Lahko dostopna fosfor in kalij

Vsebnosti fosforja so se med globinama vzorčenja precej razlikovale, in sicer veliko večja vsebnost je bila na zgornji globini tal (0–10 cm). Vsebnost fosforja se je v prvih dveh obravnavanjih manjšala (94,3 mg/100g in 37,6 mg/100g) in nato v zadnjih dveh obravnavanjih vzdolž nagiba večala (55,2 mg/100g in 77,7 mg/100g). Na spodnji globini tal lahko rečemo, da je vsebnost na splošno naraščala (11,5 mg/100g, 13,5 mg/100g in 19,5 mg/100g), z majhnim odstopanjem pri 4. preseku (20,2 mg/100g). Fosfor se v tleh dobro veže tako na organsko snov kot na mineralno frakcijo tal in zelo počasi ali ne migrira v spodnje plasti. V našem primeru je las od postavitve nasada do vzorčenja prekratek, da bi lahko razmišljali o migraciji v spodnje plasti tal. Večja vsebnost fosforja nakazuje, da je bilo zalogo gnojenje opravljeno po globokem oranju.

Prav tako kot fosforja, je bilo tudi kalija nekoliko več na zgornji globini vzorjenja. Vsebnost kalija se je na zgornji globini tal vzdolž nagiba zmanjševala (50,9 mg/100g, 36,4 mg/100g, 34,7 mg/100g in 32,4 mg/100g). Podoben trend manjšanja je bil opazen tudi na spodnji globini tal (28,3 mg/100g, 19,7 mg/100g, 18,7 mg/100g), z odstopanjem pri 4. preseku (21,6 mg/100g). Največ je vsebnosti so tako bile na obeh globinah pri 1. preseku ter najnižje na zgornji globini pri 4. preseku in na spodnji globini tal pri 3. preseku.

Druge talne lastnosti (tekstura, organska snov), kratek čas od postavitve nasada do vzorjenja ter tehnologija pridelave (zatravljenost med vrstami dreves) izključujejo možnost erozijskih procesov. Glede na to, da se tako fosfor in kalij absorbirata na talne delce, bi znaten vpliv erozije potrdil zmanjšanje vsebnosti obeh elementov na zgornji globini tal 2. preseka, ne le fosforja. Predvidevamo, da so razlike med preseki posledica nehomogenega nanosa gnojil. Ker je zgornja globina tal skoraj vseh presekov s fosforjem in na vrhu nagiba s kalijem ekstremno preskrbljena, je drevesom lahko otežen odvzem drugih hranil iz tal, kar tudi so le-ta v tleh v ustreznih količinah, saj med njimi prihaja do antagonizmov.

5.2 ENOLETNI PRIRAST DREVES

Razlike v skupnem enoletnem prirastu in enoletnem prirastu podanem na povprečno ploščino preseka debela dreves so bile med obravnavanji opazne, kar prav niso bile statistično značilne. Drevesa 4. preseka so imela največji enoletni skupni prirast (1643 cm), prav tako kot povprečni enoletni prirast podan na povprečno ploščino preseka debela (123 cm/cm²). Najmanjši vrednosti obeh meritev so imela drevesa 1. preseka (1288 cm in 109 cm/cm²). Vrednosti ostalih obravnavanj so bile med njimi. Rezultati povprečnega števila enoletnih poganjkov dreves so pokazali, da so imela drevesa 3. preseka največje število poganjkov (72) in najmanjše število drevesa 2. preseka (64) ter tik za njim 1. preseka (67). Povprečno največje število kratkih poganjkov v velikostnem razredu 3–10 cm in 11–20 cm so imela drevesa 1. preseka. V srednjih dveh velikostnih razredih (21–30 cm in 31–40 cm) so imela drevesa 3. preseka povprečno največje število poganjkov ter v največjih dveh velikostnih razredih (41–50 cm in >50 cm) drevesa 4. preseka. Glede na to, da zalogenost tal s hranili ni bil omejitven dejavnik rasti, bi pričakovali, da bo rast vseh presekov dobra. Na podlagi razlik predvidevamo, da je na rast ključno vplivala razpoložljivost vode.

5.3 ANALIZA PLODOV

5.3.1 Masa ploda

Največja povprečna izmerjena masa ob obiranju je bila izmerjena pri plodovih 4. preseka (187,9 g) in po skladiščenju plodov 3. preseka (183,0 g). Vrednosti so se tudi statistično značilno razlikovale od ostalih obravnavanj in so primerljive s povprečno maso 188,0 g, ki jo za sorto 'Sirius' navajajo Pfeiffer in sod. (2014) v poskusu iz Nemčije. Povprečne mase plodov 1. preseka so bile pri obeh meritvah precej manjše ter razlike tudi statistično značilne (137,9 g in 136,7 g). Tako ob obiranju kot po skladiščenju so se povprečne mase plodov statistično značilno razlikovale že pri 2. preseku. Masa plodov pri 2. preseku je lahko pokazatelj, da na tem delu zaradi večje gostote tal v tla ne pronica toliko vode kot na 3. in 4. preseku in to kljub bolj blagemu nagibu. Namakanje je torej povečalo maso plodov

med 20 % (2. presek) in 36 % (4. presek) ob obiranju ter po skladiščenju med 20 % (2. presek) in 40 % (3. presek).

5.3.2 Osnovna barva ploda

Vrednosti parametra L^* , ki predstavlja razpon med črno in belo barvo, so bile ob obiranju v povprečju večje, kar pomeni, da so bili plodovi po skladiščenju nekoliko temnejše barve. Statistično značilne razlike so se pokazale ob obiranju pri plodovih 1. preseka, medtem ko po obiranju med obravnavanji ni bilo statističnih razlik. Ob obiranju je imel 1. presek najmanjšo vrednost (61,1), kar pomeni, da so bili plodovi bolj temne barve od ostalih (63,3 in 64,6).

Vrednosti parametra h° osnovne barve sončne strani plodov 1. preseka so se ob obiranju in po skladiščenju statistično značilno razlikovale od ostalih obravnavanj ($80,6^\circ$ in $83,5^\circ$). Barva plodov 1. preseka je bila torej bolj rumeno rdeča, plodovi ostalih obravnavanj so bili z vrednostmi okoli 90° bolj rumene barve.

Večja obarvanost plodov 1. preseka v primerjavi z ostalimi je lahko posledica tega, da na tem delu ni bilo protitočne mreže, saj Amarante in sod. (2011) navajajo, da protitočna mreža spremeni količino in kakovost svetlobe, ki pride do dreves, kar vpliva na manjšo obarvanost plodov. Na večjo rdečo obarvanost bi lahko vplivala tudi manjša razpoložljivost vode.

5.3.3 Trdota ploda

Trdota mesa plodov se z zrelostjo plodov zmanjšuje. Trgovine zahtevajo za posamezne sorte jabolk določeno trdoto ob obiranju in kasneje na policah. Zato je potrebno jabolka pravočasno obrati, da dosegajo predpisane minimalne vrednosti za trdoto (Kodrič in sod., 2013). Spodnja meja trdote plodov, ki je že spremenljiva za jabolka ponujena na trgu, je 5 kg/cm^2 (Godec in sod., 2013).

Povprečna trdota plodov ob obiranju se je statistično značilno razlikovala le pri 1. preseku, kjer je bila izmerjena tudi največja trdota ($8,84 \text{ kg/cm}^2$). Povprečno najmanjša trdota ob obiranju je bila izmerjena pri plodovih 3. preseka ($7,92 \text{ kg/cm}^2$). Primerljivo vrednost trdote plodov sorte 'Sirius' so ob obiranju 26. septembra 2009 dobili tudi Pfeiffer in sod. (2014), in sicer $7,80 \text{ kg/cm}^2$. Nekoliko manjše vrednosti so Godec in sod. (2012) ob obiranju plodov leta 2011 dobili pri posebnem preizkušanju sorte 'Sirius' v Brdu pri Lukovici, saj so 20. septembra izmerili trdoto $6,60 \text{ kg/cm}^2$ ter pri drugem obiranju 26. septembra $6,70 \text{ kg/cm}^2$. V letu 2012 so se vrednosti bolj približale našim, saj so 19. septembra izmerili trdoto plodov $7,10 \text{ kg/cm}^2$ (Godec in sod., 2013). Po skladiščenju se je povprečna trdota plodov po prižakovanjih zmanjšala. Prav tako kot ob obiranju so imeli tudi po skladiščenju plodovi 1. preseka statistično značilno največjo trdoto ($7,66 \text{ kg/cm}^2$). Tudi po skladiščenju je bila statistično značilno najmanjša povprečna trdota plodov izmerjena pri 3. preseku ($6,20 \text{ kg/cm}^2$). Statistično značilne razlike vrednosti trdote so bile že pri 4. preseku ($6,78 \text{ kg/cm}^2$). Precej manjšo trdoto ($5,20 \text{ kg/cm}^2$) so dobili Godec in sod. (2012), zaradi daljšega obdobja skladiščenja do 26. januarja. Nekoliko večjo trdoto so

namerili naslednjo rastno sezono, in sicer 5,60 kg/cm², ko so plodove skladišili do 20. decembra.

5.3.4 Topna suha snov

Vsebnost topne suhe snovi z zorenjem plodov narašča. To se je izkazalo tudi pri naših meritvah, saj so imeli plodovi po skladiščenju več vsebnosti topne suhe snovi. Pri obeh meritvah, ob pobiranju in po skladiščenju je imel 1. presek statistično značilno največjo povprečno vsebnost topne suhe snovi (16,4 °Brix in 19,1 °Brix). Prav tako se je pri obeh meritvah od ostalih obravnavanj statistično razlikovalo obravnavanje 2. preseka. Statistično značilno najmanjšo povprečno vsebnost topne suhe snovi smo ob obiranju izmerili pri plodovih 3. in 4. preseka (14,3 °Brix) in prav tako tudi po skladiščenju pri 4. preseku (15,9 °Brix). Pfeiffer in sod. (2014) so ob obiranju sorte 'Sirius' 26. septembra 2009 namerili vsebnost topne suhe snovi 14,2 °Brix, kar je primerljivo z našimi podatki. Nekoliko več je vsebnosti so pri preizkušanju sorte 'Sirius' v Brdu pri Lukovici ob obiranju 20. septembra izmerili Godec in sod. (2012), in sicer 16,1 °Brix. Višja vsebnost topne suhe snovi pri 1. preseku je lahko posledica pomanjkanja vode preko rastne dobe.

5.3.5 Ğkrob

Ob obiranju plodov se je Ğkrobna vrednost statistično značilno razlikovala le pri 1. preseku, kjer je bila povprečna Ğkrobna vrednost najmanjša (1,83). Največja povprečna vrednost ob obiranju je bila pri 4. preseku (3,30). Enako vrednost so ob obiranju plodov v podobnem datumu obiranja (26. september 2008) dobili tudi Pfeiffer in sod. (2014) ter Godec in sod. (2013) ob obiranju 19. septembra 2012. S procesom dozorevanja se Ğkrob pretvarja v sladkor, kar se je videlo tudi po skladiščenju, kjer so bile povprečne Ğkrobne vrednosti precej podobne in večje kot ob obiranju zaradi majhnega ostanka preostalega Ğkroba. Statistično značilnih razlik med njimi ni bilo.

6 SKLEPI

V poskusu smo preverili razporeditev fizikalno kemijskih lastnosti tal vzdolž nagiba terena v sadovnjaku. Preverili smo, če se rast dreves in kakovost plodov vzdolž nagiba razlikujeta. Pri tleh nas je predvsem zanimal vpliv na razporeditev in količino hranil v tleh vzdolž nagiba. Spremljali smo enoletni prirast dreves in kakovost plodov ob obiranju in po skladiščenju.

Morfologične lastnosti tal kažejo na homogeno pedosistematsko enoto pobožnega psevdogleja. Tekstura in kislost tal sta homogeni. Tla vseh presekov vzdolž nagiba so težka in spadajo v teksturni razred meljasto glinasta ilovica, pH tal je nevtralen do rahlo alkalen. Ugotovili smo razlike pri volumski gostoti in poroznosti tal ter pri vsebnosti organske snovi. Vsebnost organske snovi se je s preseki navzdol nagiba zmanjševala, prav tako kot z globino vzorčenja. Velj organske snovi na vrhu nagiba je morda posledica manjše mineralizacije, zaradi nezadostnih količin in vode. Razlike v vsebnosti organske snovi so lahko posledica razlik v mikroklimatskih razmerah.

Tla so s hranili dobro založena. Vzdolž nagiba smo ugotovili neenakost pri založenosti tal s hranili (dušik, fosfor in kalij). Največ hranil je bilo na vrhu, najmanj v srednjih dveh presekih ter vmesne vrednosti so bile v spodnjem preseku nagiba, z manjšim odstopanjem kalija, ki ga je bilo nekoliko več na sredinskem delu. Vsebnosti hranil so bile na splošno večje na zgornji globini vzorčenja, razen nitratov, ki jih je bilo na vrhu nagiba precej več na spodnji globini tal. Slednje kaže, da na tem mestu hranila ostajajo neizkoriščena, mobilni nitrat pa ob padavinah spere v nižje plasti. Predvidevamo, da je do razlik pri slabo mobilnih fosforju in kaliju prišlo zaradi neenakomernega nanosa hranil. Količina večine hranil je bila največja prav na zgornjem preseku, kjer so zaradi pomanjkanja vode ostala neizkoriščena.

Rast dreves se je med preseki vzdolž pobožja nekoliko razlikovala, leprav se vrednosti skupnega enoletnega prirasta in enoletnega prirasta podanega na povprečno ploščino preseka debla dreves niso statistično značilno razlikovale. Rast dreves je bila najmanjša na zgornjem preseku in se je večala po pobožju navzdol, največja je bila na zadnjem nagibu. Tudi povprečno število enoletnih poganjkov ter njihova dolžina sta bili največji na spodnjih dveh presekih. Dobra založenost s hranili kaže na to, da ta niso bila omejujoč dejavnik.

Analiza kakovosti plodov ob obiranju in po skladiščenju je pokazala nekatere statistično značilne razlike med preseki vrste. Masa plodov je bila najmanjša na vrhu nagiba, nekoliko večja na naslednjem preseku ter največja na zadnjih dveh presekih. Plodovi iz vrha nagiba so imeli boljše notranjo kakovost, saj so imeli večjo trdoto, večjo vsebnost topne suhe snovi ter škrobno vrednost. Manjše razlike so bile tudi pri barvi, saj so bili plodovi temnejši in bolj rumeno rdeči obarvani, kar je lahko bila posledica odsotnosti protitola mreže. Razlike, ki so se pokazale na vrhu nagiba in deloma tudi pri 2. preseku, so bile bolj posledica pomanjkanja vode. V spodnjem delu je lahko relief vplival na večjo razporedljivost vode, kar je imelo za posledico bujnejšo rast in večje plodove.

Če bi želeli bolje razumeti razporejanje dušika, bi morali v naslednji rastni sezoni ponoviti hitri nitratni test. Zanimivo bi bilo spremljati % vode po presekih in globinah ter to ne določiti vodno zadrževalne lastnosti tal. Pri slednjih zaradi homogene teksture velikih razlik ni priakovati. Prav tako bi bilo smiselno preveriti lastnosti tal na vznožju poboja, kjer se je vrsta končala. Vsebnost hranil zaradi odsotnosti korenin dreves sicer ne bi bila primerljiva, vendar bi lahko bila dobra založenost s hranili pokazatelj na spiranje hranil s poboja.

Ugotovili smo, da je pomanjkanje vode možen dejavnik vpliva na korigenje hranil v tleh ter s tem na rast dreves in kakovost plodov. Optimalno maso plodov smo ugotovili le na spodnjem delu nagiba, medtem ko je pomanjkanje vode na vrhu nagiba vplivalo na boljgo notranjo kakovost plodov tako ob obiranju kot po skladičenju.

Za boljše razumevanje bi morali izbrane parametre spremljati več let. Rezultati nakazujejo na to, da bi v prihodnje morali prilagoditi tehnologijo pridelave vzdolž nagiba, predvsem gnojenje in namakanje ter tudi rez sadnih dreves. Na vrhu nagiba bi do naslednje analize tal, zaradi ekstremne založenosti na zgornji globini tal, gnojenje s fosforjem in kalijem odsvetovali.

7 POVZETEK

Namen magistrskega dela je bil ugotoviti lastnosti tal, razporeditev in količino hranil v tleh ter rast dreves in kakovost plodov jablane sorte 'Sirius', vzdolž nagiba. Poskus je potekal leta 2013, v ekološkem nasadu jablan v Braslovčah, kjer smo izbrano vrsto vzdolž nagiba razdelili na štiri preseke z uniformnim padcem terena. Nakloni obravnavanih presekov so bili od 11 % do 28 %, v zgornjem preseku je nasad brez namakalnega sistema in protitočnega mreže.

Tla smo vzorčili na dveh globinah (0–10 cm in 20–30 cm) znotraj vsakega preseka na treh različnih mestih. Naredili smo analizo teksture, volumnske gostote in poroznosti, pH vrednosti, organske snovi, nitratne oblike dušika ter lahko dostopnega fosforja in kalija v tleh.

Plodove smo obirali 23. septembra, in sicer iz vsakega preseka po 30. Meritve kakovosti plodov smo izvedli v dveh terminih, prvič po obiranju in drugič po 10. tednih skladiščenja. Plodovom smo izmerili maso, osnovno barvo (parametra L^* in h^*), trdoto, suho snov ter ocenili škrobno vrednost.

Za določitev rasti dreves smo v zimskem času (25. januar 2014) izmerili enoletni prirast treh dreves znotraj preseka. Izmerili smo dolžino enoletnih poganjkov, ki so bili vsaj tri ali več centimetrov dolgi ter obseg debla dvajset centimetrov nad cepljenim mestom.

Pri volumnski gostoti in poroznosti smo ugotovili razlike vzdolž nagiba, medtem ko v teksturi tal ni bilo razlik. Razen pri kislosti tal so bile večje razlike pri kemijskih lastnostih tal. Vsebnost organske snovi se je vzdolž nagiba in z globino zmanjšala. Tla so bila s hranili dobro založena, zato niso bila omejujoč faktor kljub nehomogeni razporeditvi vzdolž nagiba. Na splošno je bilo največ hranil na zgornjem preseku in na zgornji globini tal, le vsebnost nitratov je bila največja na spodnji globini zgornjega preseka. Najmanjša založenost s hranili je bila v srednjih dveh presekih, z manjšim odstopanjem kalija, vmesne vrednosti založenosti pa so bile na spodnjem delu.

Enoletni skupni prirast in enoletni prirast podan na ploščino preseka debla, se med preseki nista statistično razlikovala, le prav je bila rast dreves na vrhu najmanjša ter največja na spodnjem preseku. Tudi število in dolžina poganjkov sta bili največji na spodnjem preseku.

Parametri zunanje in notranje kakovosti plodov so se ob obiranju in po skladiščenju statistično razlikovali med preseki. Masa plodov je bila največja na zadnjih dveh presekih ter najmanjša na vrhu nagiba. Plodovi iz zgornjega preseka so imeli najboljšo notranjo kakovost, saj so imeli največjo trdoto, vsebnost topne suhe snovi in škrobno vrednost. Prav tako so bili lepše obarvani.

Ugotovili smo razlike med doloženimi fizikalno kemijskimi lastnostmi tal, vendar težko ocenimo delež vpliva nagiba v primerjavi s tehnologijo pridelave. Na rast dreves in kakovost plodov je najbolj vplivalo pomanjkanje vode.

8 VIRI

- Amarante T. V. C., Steffens A. C., Argenta C. L. 2011. Yield and fruit quality of 'Gala' and 'Fuji' apple trees protected by white anti-hail net. *Scientia Horticulturae*, 129: 79–85
- ARSO. 2013. Agencija Republike Slovenije za kmetijstvo in okolje. Mesečni bilten, Letnik 2013.
<http://www.arso.gov.si/o%20agenciji/knji%C5%BEica/mese%C4%8Dni%20bilten/bilten2013.htm> (julij 2014)
- Boljš J. 2012. Vzdrževanje in ohranjanje rodovitnosti tal v ekološkem kmetijstvu. Umnemu kmetovalcu: obvestila za kmetovalce, tematska številka: 6–7
http://www.kmetijskizavod-ng.si/priponke/Aktualno/umni_kmetovalec_april_2012.pdf (julij, 2014)
- Brady C. N., Weil R. R. 2002. The nature and properties of soils. New Jersey, Prentice Hall: 960 str.
- Brubaker C. S., Jones J. A., Lewis T. D., Frank K. 1993. Soil properties associated with landscape position. *Soil Science Society of America Journal*, 57: 235–239
- Chi B. L., Bing C. S., Walley F., Yates T. 2009. Topographic indices and yield variability in a rolling landscape of western Canada. *Pedosphere*, 19, 3: 362–370
- CPVO, Center za pedologijo in varstvo okolja, Biotehniška fakulteta, Digitalna pedološka karta, 1:25.000 (kartografsko gradivo, izpis iz baze podatkov (junij, 2014)
- Florinsky V. I., Eilers G. R., Manning R. G., Fuller L. G. 2002. Prediction of soil properties by digital terrain modelling. *Environmental Modelling & Software*, 17: 295–311
- Germšek B., Unuk T. 2014. Kakovost jabolk sort 'Gala Brookfield' in 'Fuji Kiku 8' pod in izven protitočne mreže. *Acta agriculturae Slovenica*, 103, 1: 137–144
- Godec B., Hudina M., Usenik V., Fajt N., Koron D., Solar A., Vesel V., Ambrožič Turk B., Vrhovnik I., Kodrič I. 2011. Sadni izbor za Slovenijo 2010. Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije: 125 str.
- Godec B., Hudina M., Usenik V., Solar A., Vesel V., Ambrožič Turk B., Koron D. 2012. Posebno preizkušanje in vzgoja novih sort sadnih rastlin v letu 2011. Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije: 70 str.
- Godec B., Hudina M., Usenik V., Solar A., Vesel V., Ambrožič Turk B., Koron D. 2013. Posebno preizkušanje in vzgoja novih sort sadnih rastlin v letu 2012. Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije: 73 str.

- Glover D. J., Reganold P. J., Andrews K. P. 2000. Systematic method for rating soil quality of conventional, organic, and integrated apple orchards in Washington State. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 80: 29i 45
- GURS: Geodetska uprava Republike Slovenije, Ministrstvo za infrastrukturo in prostor. TTN, Temeljni topografski nařrti, 1:5.000
http://www.eprostor.gov.si/si/zbirke_prostorskih_podatkov/topografski_in_kartografski_podatki/topografski_podatki_in_karte/temeljni_topografski_nacrti_merila_1_5000_in_1_10000_ttn_510/ (junij, 2014)
- Gvozdenovič D., Dulič K., Lombergar F. 1988. Gosti sadni nasadi. Ljubljana, Kmečki glas: 255 str.
- Hanna Y. A., Harlan W. P., Lewis T. D. 1982. Soil available water as influenced by landscape position and aspect. *Agronomy Journal*, 74, 6: 999i 1004
- Hillel D. 1998. Environmental soil physics. San Diego, California, Academic Press. 771 str.
- ISO 11277. Determination of particle size distribution in mineral soil material. 1998: 34 str.
- ISO 11272. Determination of dry bulk density. 1998: 10 str.
- ISO 10390. Determination of pH. 2005: 7 str.
- ISO 14235. Determination of organic carbon by sulfochromic oxidation. 1999: 5 str.
- Jakopič J., Ćampar F., Veberič R. 2010. Influence of hail net and reflective foil on cyanidin glycosides and quercetin glycosides in éFujiô apple skin. *Hortscience*, 45, 10:1447i 1452
- Jenny H. Factors of soil formation: a system of quantitative pedology. 1994. New York, Dover Publications, Inc.: 271 str.
- Kodrič I., Torič M., Caf A., Brence A., Mavsar M., Gutman Kobal Z., Sorgak A., Matko B., Meřl M., Miklavc J. 2013. Tehnološka navodila za pridelovanje jabolč. Ljubljana, Kmetijsko gospodarska zbornica: 90 str.
- Lopez G., Behboudian H. M., Girona J., Marsal J. 2012. Drought in deciduous fruit trees: implications for yield and fruit quality. V: Plant responses to drought stress. Aroca R. (ed.). Berlin, Springer-Verlag: 441-459

- Mihelič R., Lop J., Jakč M., Ćampar F., Majer D., Tojnko S., Vrgič S. 2010. Smernice za strokovno utemeljeno gnojenje. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano: 182 str.
- Murĝec M., Ćampar F., Lobnik F. 2004. Vpliv tal in foliarnega gnojenja s kalcijem na kakovost plodov jablane (*Malus domestica* Borkh.) 'Jonagold'. Acta agriculturae Slovenica, 83, 2: 353i 363
- Neilsen D., Neilsen G. 2009. Nutritional effects on fruit quality for apple trees. New York Fruit Quarterly, 17, 3: 21i 24
- Nemeskéri E. 2007. Water relations of apple and influence on fruit quality (minireview). International Journal of Horticultural Science, 13, 3: 59i 63
- ÖNORM L 1087. Determination of available phosphorus and potassium. 1993: 4 str.
- Pachepsky A. Y., Timlin J. D., Rawls J. W. 2001. Soil retention as related to topographic variables. Soil Science Society of America Journal, 65: 1787i 1795
- Pfeiffer B., Sinatsch S., Ruess F. The Golden Sunshine Line® - a new apple series from breeding to marketing
http://www.ecofruit.net/2010/2_RP_B_Pfeiffer_S_Sinatsch_F_Ruess%20S16bis23.pdf
(julij 2014)
- Pierson B. F., Mulla D. J. 1990. Aggregate stability in the Palouse region of Washington: effect of landscape position. Soil Science Society of America Journal, 54: 1407i 1412
- Prus T., Zupan M., Ruprecht J., Suhadolc M. 2004. Priporočnik za vaje iz pedologije za izredni strokovni ģrudij agronomije. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Center za pedologijo in varstvo okolja: 39 str.
- Ritchie C. J., McCarty W. G., Venteris R. E., Kaspar C. T. 2007. Soil and soil organic carbon redistribution on the landscape. Geomorphology, 89: 163i 171
- Schachtman P. D., Reid J. R., Ayling M. S. 1998. Phosphorus uptake by plants: from soil to cell. Plant Physiology, 116: 447i 453
- Spomer G.R., Piest F. R. 1982. Soil productivity and erosion of Iowa loess soils. Transactions of the ASAE, 25: 1295i 1299
- Ćampar F., Legnik M., Veberič R., Solar A., Koron D., Usenik V., Hudina M., Osterc G. 2009. Sadjarstvo. Ljubljana, Kmečki glas: 416 str.
- Ćampar F. 2006. Namakanje v sadjarstvu. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano: 23 str.

- Tehnološka navodila za integrirano pridelavo sadja. 2014. Republika Slovenije, Ministrstvo za kmetijstvo in okolje
http://www.mko.gov.si/fileadmin/mko.gov.si/pageuploads/podrocja/Kmetijstvo/Integrirana_pridelava/TN_sadje_2014.pdf (julij, 2014)
- Umali B. P., Oliver D. P., Forrester S., Chittleborough D. J., Hutson J. L., Kookana R. S., Ostend B. 2012. The effect of terrain and management on the spatial variability of soil properties in an apple orchard. *Catena*, 93: 38i 48
- Vega M. V. M., Wulfsohn D., Clemmensen H. L., Toldam-Andersen T. B. 2013. Using multilevel systematic sampling to study apple fruit (*Malus domestica* Borkh.) quality and its variability at the orchard scale. *Scientia Horticulturae*, 161: 58i 64
- Vodnik D. 2012. Osnove fiziologije rastlin. Ljubljana, Oddelek za agronomijo, Biotehniška fakulteta: 141 str.
- Wanshngong K. R., Thakuria D., Sangma B. C., Ram V., Bora K. P. 2013. Influence of hill slope on biological pools of carbon, nitrogen, and phosphorus in acidic alfisols of citrus orchard. *Catena*, 111: 1i 8
- Yang Q., Zhang F., Li F. 2011. Effect of different drip irrigation methods and fertilization on growth, physiology and water use of young apple tree. *Scientia Horticulturae*, 129: 119i 126
- Zhang S., Huang Y., Shen C., Ye H., Du Y. 2012. Spatial prediction of soil organic matter using terrain indices and categorical variables as auxiliary information. *Geoderma*, 171i 172: 35i 43
- Zhu H., Wu J., Guo S., Huang D., Zhu Q., Ge T., Lei T. 2014. Land use and topographic position control soil organic C and N accumulation in eroded hilly watershed of the Loess Plateau. *Catena*, 120: 64i 72
- Zörb C., Senbayram M., Peiter E. 2014. Potassium in agriculture i status and perspectives. *Journal of Plant Physiology*, 171: 656i 669
- Zupanc V., Glavan M., Pintar M. 2012. UĽno gradivo pri predmetu urejanje kmetijskih zemljiĽ. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za agrometeorologijo, urejanje kmetijskega prostora in ekonomiko ter razvoj podeĽelja: 83 str.

ZAHVALA

Najprej bi se rada iskreno zahvalila mentorici doc. dr. Vesni ZUPANC za vso pomoč, strokovne nasvete in vzpodbudne besede, ki mi jih je naklonila tekom pisanja magistrske naloge.

Za komentarje in nasvete se zahvaljujem tudi somentorju izr. prof. dr. Robertu VEBERILU in recentenzentki izr. prof. dr. Heleni GRILMAN ter za pregled naloge izr. prof. dr. Marijani JAKČE.

Za pomoč pri obdelavi talnih vzorcev se zahvaljujem zaposlenim na Katedri za pedologijo in varstvo okolja.

Prav tako se zahvaljujem družini PČAKER, ki je omogočila poskus v sadovnjaku.

Posebna zahvala gre Gregorju, ki mi je bil vedno pripravljen pomagati in mi je stal ob strani v času pisanja naloge. Prav tako ne bi zmogla brez staršev, saj so mi nudili vse potrebno skozi vsa leta študija. Iskrena hvala tudi vsem prijateljem za ljudovita študentska leta.

PRILOGA A

Povprečja na mesec na temperatura, količina padavin, skupna referenčna evapotranspiracija, povprečna dnevna referenčna evapotranspiracija in vodna bilanca

Priloga A: Povprečja na temperatura zraka (°C) in količina padavin (mm) za obdobja 1961i 1990, 1991i 2006 in 2013, povprečja na skupna referenčna evapotranspiracija (ET_0 , mm) po mesecih za obdobje 1971i 2000 in leto 2013 ter povprečja na dnevna referenčna evapotranspiracija (ET_0 , mm) za leto 2013 za meteorološko postajo Celje - Medlog (ARSO, 2013)

Mesec	Temperatura (°C)			Količina padavin (mm)			Skupna referenčna ET_0 (mm)*		Povprečna dnevna referenčna ET_0 (mm)*	Vodna bilanca (mm)
	1961 i 1990	1991 i 2006	2013	1961 i 1990	1991 i 2006	2013	1971 i 2000	2013	2013	2013
Januar	-1,8	0	0,8	57	41	62	13	15	0,5	47,2
Februar	0,7	1,1	-0,1	55	42	148	21	15	0,5	133,4
Marec	4,5	5,8	2,7	76	58	122	45	34	1,1	88,3
April	9,3	10	11,6	87	79	67	71	87	2,9	-19,7
Maj	14,1	15,4	14,5	97	90	117	103	103	3,3	14,5
Junij	17,5	19,1	18,7	137	116	63	115	132	4,4	-69,5
Julij	19,1	20,5	21,7	134	120	57	123	151	4,9	-93,3
Avgust	18,1	20	20,6	131	120	70	104	128	4,2	-57,6
September	14,6	14,1	14,8	102	121	133	64	66	2,2	66,4
Oktober	9,5	9,8	12,5	96	129	42	36	50	1,6	-8,5
November	4,2	5,4	6,7	101	101	233	17	23	0,8	209,2
December	-0,4	0,5	2,6	74	103	48	11	15	0,5	33,5
Leto	9,2	10,1	10,6	1147	1120	1163	723	819	2,7	343,9

* za izračun referenčne evapotranspiracije je uporabljena Penman-Monteithova metoda, ki upošteva meritve, opravljene na meteorološki postaji Celje - Medlog