

NACIONĀLAIS  
ATTĪSTĪBAS  
PLĀNS 2020



EIROPAS SAVIENĪBA  
EIROPA INVESTĒ LAUKU APVIDOS  
Eiropas Lauksaimniecības fonds  
lauku attīstībai

Atbalsta Zemkopības ministrija un Lauku atbalsta dienests

**Projekta LAD 34, 19-00-A01620-000077  
“Akmeņu relokācijas metodes aprobācija grūti  
apstrādājamu, akmeņainu augšņu  
fizikālmehānisko īpašību uzlabošanai” atskaite.**

Sadarbības partneri:

- 1. Latvijas Lauksaimniecības Universitāte  
(pašlaik Latvijas Biozinātņu un tehnoloģiju universitāte)**  
Reģ.Nr. 2841101568, Lielā 2, Jelgava, LV-3001, [ieva.erdburga@lbtu.lv](mailto:ieva.erdburga@lbtu.lv)
- 2. Z/S “Kalna viesītes”,**  
reģ. Nr. LV44101033603, Gulbenes nov., rankas pag., “Kalna viesītes”,  
LV-4416, [agrissube@inbox.lv](mailto:agrissube@inbox.lv)

Projekta darbības laiks: **03.02.2020. - 30.06.2023.**

Finansējums: Projekta kopējās attiecināmās izmaksas ir 100 000,00 EUR  
(simts tūkstoši eiro un 00 eiro centi)

## Saturs

1. Sasniedzamie rezultāti	3.
2. Priekšizpētes posms	4.
3. Augsnes fundamentālās izpētes posms	7.
4. Augsnes apstrāde un tās izpēte izmantojot tradicionālo un pētāmo augsnes apstrādes metodi	24.
Projekta ieguvumi sadarbības partnerim Z/S “Kalna Viesītes”	30.
Pateicība	31.
Secinājumi	32.
Publicitāte	33.

## 1.Sasniedzamie rezultāti

Plānotā darba gaita

- **1.gads:** Augšņu izpēte *in situ* un laboratorijā, kartēšana, tehnikas iegāde, pētījumu lauku ierīkošana, apsēšana, monitorēšana
- **2.gads:** Zālāju pļaušana, monitorēšana, augsnes un zaļmasas paraugu ievākšana, apstrāde, ražas uzskaitē, disiminācija
- **3. gads:** Zālāju pļaušana, monitorēšana, augsnes un zaļmasas paraugu ievākšana, apstrāde, ražas uzskaitē, disiminācija

Plānotie iegūstamie rezultāti:

- Izmēģināmās iekārtas aprobācija nodrošinās lielāku un kvalitatīvāku daudzgadīgo zālāju ražu;
- samazinās zemes apstrādei paredzēto degvielas daudzumu;
- ieguldītās cilvēkstundas;
- tehnikas uzturēšanas izmaksas;
- uzlabos augsnes veselību un ilgtspējību;
- paredzama agrocenozes pilnveidošanās, līdz ar to arī palielināta C un N akumulācija augsnē;
- metodes ekonomiskais un zinātniskais pamatojums.

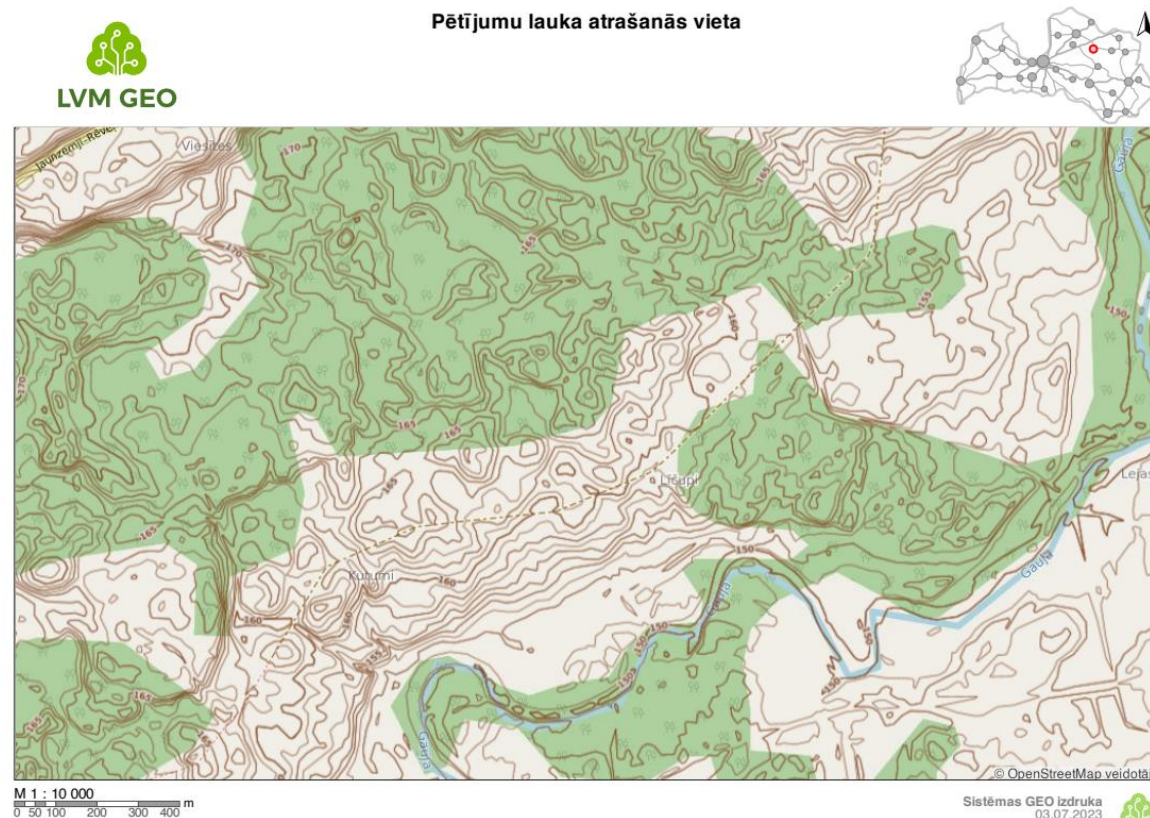
Galvenie ieguvumi no projekta rezultātiem:

1. Zemes apstrādes rezultātā plānots uzlabot augsnes aramkārtas fizikālmehāniskās īpašības, kas dos iespējas grūti apgūstamās, akmeņainās augsnēs ierīkot kvalitatīvus ilggadīgo zālāju sējumus.
2. Kvalitatīva lopkopībai nepieciešamā barības bāze integrētajām un bioloģiskajām saimniekošanas sistēmām.
3. Iespēja izmantot LIZ, kas līdz šim uzskatītas par grūti apgūstamām un mazražīgām.

## 2. Priekšizpētes posms.

Lai izvēlētos pētījuma laukam piemērotākos apstākļus, tika veikta lauka izpēte zemes nogabalā “Niedrāji”, kadastra Nr. 50840060123 (1.att.). Veicot augsnes  $pH_{KCl}$ , aramkārtas biezuma, organiskās vielas, karbonātu satura un granulometriskā sastāva analīzi izmantojot lauka metodes, noskaidrots, ka visa nogabala teritorijā augsnes  $pH_{KCl}$  ir robežās, starp 6,0 un 7,5, aramkārtas biezums ir nebūtiski atšķirīgs un svārstās starp 25 un 30 cm. Šis rādītājs varētu būt neobjektīvs, jo paraugu noņemšana veikta ar rokas urbi, paraugi ar augstu skeletainības pakāpi, kas var novest pie neprecīziem dziļuma mērījumiem. Augsnes organiskā viela aramkārtā ir no 1-3%, atkarībā no zondējuma vietas novietojuma reljefā. Reljefa padziļinājumos novērojams augstāks organiskās vielas saturs. Karbonāti aramkārtā konstatēti praktiski visā pētītajā nogabalā (atsevišķos urbumos tuvāk mežam karbonāti nav konstatēti, kas varētu būt skaidrojams ar skuju koku esamību kokaudzē). Karbonātu saturs izmantojot 10% HCl definējams kā mazs līdz vidējs.

1.att.



Granulometriskais sastāvs, augsnes skeletainība ļoti mainīga. Atsevišķos reljefa padziļinājumos novērojams putekļains smilšmāls, kamēr pamatmasā konstatēta mālsmilts ar augstu grants piemaisījumu, virskārtā redzami vidēji daudz psefitu (2.att.).

Augsnes skelets zemes nogabalā “Niedrāji”

2.att.



Apkopojot datus secināts, ka dominējošais augsnes tips nogabalā ir tipiska velēnkarbonātaugsne, kas gar nogabala ziemeļrietumu malu, kas robežojas ar mežaudzi pāriet izskalotā velēnkarbonātaugsnē un tipiskā brūnaugsnē. Datu ieguvei izveidoti 67 urbumi, kas atkarībā no augsnes skeletainības pakāpes bija 25-80 cm dziļi. Augsnes augstās skeletainības dēļ izmantot U veida zondi nebija iespējams.

Izvērtējot iegūtos datus un reljefa konfigurāciju, lai izveidotu lauku ar līdzīgu augsnes apstākļu mainību, pieņemts lēmums ierīkot izmēģinājumu nogabala daļā, kuras reljefs veido viļņojumu nepieciešamajā platumā, lai ierīkotu izmēģinājumu plānotajā 1ha (3.att.).

Izmēģinājuma lauka novietojums

3.att.



Izmēģinājuma lauka novietojums un augsnes apstrādes ietekmē izmainītā zemsedze, kas rezultējas atšķirīgā zelmeņa kvalitātē labi saskatāma satelīta uzņēmumā (4.att.).

4.att.



Pētījumu lauka atrašanās vieta



M 1 : 5 000  
0 25 50 100 150 200 m

©Ortofoto karte ©L.GIA  
Sistēmas GEO izdruka  
03.07.2023

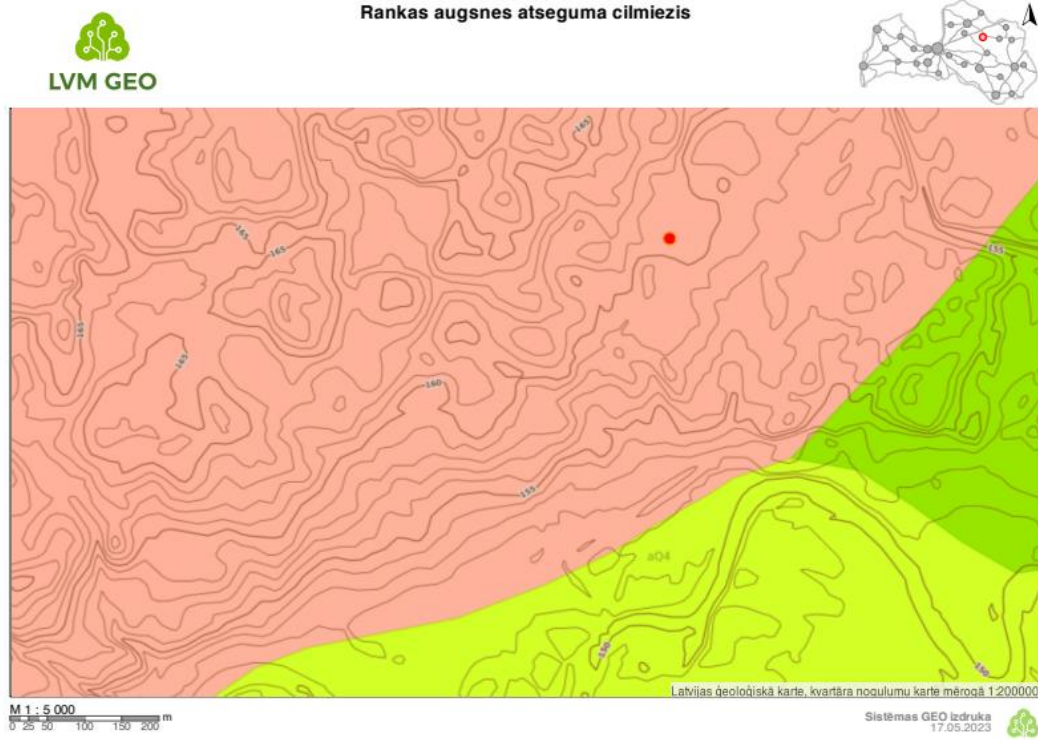
### 3. Augšnes fundamentālās izpētes posms.

Ar nolūku veikt padziļinātu augsnes izpēti izveidots augsnes atsegums. Gulbenes novada, Rankas pagastā (N 57°18'530'', E 26°07'540''), 28.08.2020., (5.att.) turpmāk tekstā "Rankas atsegums". Atsegums veidots morēnas līdzenumā, taču izvēlēta paaugstināta vieta ar slīpumu līdz 5%. Attiecīgajā atseguma vietā nav novērojama erozija un netika sasniegti gruntsūdeņi. Karbonāti tika konstatēti jau augsnes virskārtā (0 cm) (dati apkopoti sekojošā augsnes izpētes protokolā).

Aplūkojot iegūto cilmiežu karti (6.att.), var redzēt, ka attiecīgajā vietā atrodas glaciģēnie nogulumi, mālsmilts un smilšmāla morēna, un izteikts dubultais cilmiežis, kas radies viduspleistocēna periodā (gQ3ltv).

5.att.







### Augsnes apraksts

Reģ. Nr. 

G	U	0	1	1	7
---	---	---	---	---	---

 Profila apraksta veids: etalonprofils

**Klasifikācijas vienība**

Latvijas (2009): 

--	--	--

Tipiskā velēnu karbonātaugsne

FAO Unesco (1974): 

--	--	--

Fāze (1974): 

--	--	--

Virsk. gran. sast. klase: 

--	--	--

FAO Unesco (1990): 

--	--	--

Fāze (1990): 

--	--	--

PAK (1998): \_\_\_\_\_

PAK (2015): Albic Rhodic Endosalic Fluvis Calcari Eutric Arenosol (Geotropic, Humic, Technic, Aridic)

Soil Taxonomy (2010. g. versija): 

--	--	--	--	--

 \_\_\_\_\_

Datums (g/m/d): 

2	0	0	8	2	8
---	---	---	---	---	---

Autors (-i): Ieva Erdberga, Aldis Kārklīns, Adrija Dorbe, Ilze Vircava, Jana Vāle

Profila atrašanās vieta: Rankas pagasts, Rēveļi, tuvākās apdzīvotās mājas "Silieši"  
30m uz ZR no vietējas nozīmes ceļa. 200m uz ZR no Gaujas upes, 50m uz Z no "Līčupu" mājvietas

Ģeogrāfiskās koordinātas

Ziemeļu platums 

5	7
---	---

 grādi 

1	8
---	---

 . 

5	3	0
---	---	---

 minūtes

Austrumu garums 

2	6
---	---

 grādi 

0	7
---	---

 . 

5	4	0
---	---	---

 minūtes

Augstums: 

1	6	0
---	---	---

 m

**Augsnes klimats**

Temperatūras režīms: 

F	R
---	---

 Mitruma režīms: 

U	D
---	---

Vidējā gaisa temperatūra: 11,2 °C Nokrišņu summa 680 mm

Tuvākā meteoroloģiskā stacija: Gulbene

Attālums 33 km virzienā uz EAST 113 °

Pašreizējie laika apstākļi: PC-SU 13-18 °C, WC3 *saulains, daļēji mākojains, nav liets dienākti*

**Galvenā reljefa forma (FAO):**

L	P
---	---

Līdzenums

Reljefs (Latvija) Vidzemes augstiene

Makroforma: 

--	--

Mežoles pauguraine

Mezoforma: 

M	L
---	---

Morēnas līdzenums

Novietojums: 

H	I
---	---

Augstākā daļa

Forma: 

X	
---	--

salikta Slīpums: 

0	4
---	---

Nogāzes garums: 100 Ekspozīcija: 

S	E
---	---

135 °

Mikrotopogrāfija: 

L	E
---	---

mikroreljefa nav

Zemes lietošanas veids: 

A	A
---	---

3 daudzgadīgie zālāji Kultūraugs: 

P	A
---	---

papuve

Cilvēka ietekme: 

V	M
---	---

F E P L M O

**Veģetācija**Veids:  H  MMežaudzes tips:  

Dominējošās sugas:

audzes sastāvs: \_\_\_\_\_

Cilmeņis:  G  LPamatiežis:  Zemes virsas vecums:  H  n Efektīvais dziļums:  5*gO3lv**Holocēns, dabisks materiāls.***Pamatieži:**Izplatība  N *Nrv*vidējais attālums **Drupu ieži (psefīti):**Izplatība  Cizmēri  S**Erozija**Veids  N Platība  Pakāpe  Aktivitāte **Virsas raksturojums:**Garozā, biežums  Nkonsistence Plaisas, platums  Ndziļums attālums **Drenētības klase:**  WPiesātinājums ar ūdeni:  WHidrauliskā vadītspēja:  \_\_\_\_\_ cm h<sup>-1</sup>Ārējā drenētība:  N**Pārplūšana:**Periodiskums  NIlgums **Gruntsūdens dziļums:**Seklākais  \_\_\_\_\_ cmDziļākais  \_\_\_\_\_ cmPašreizējais  E *>200* cmGruntsūdens veids:  F  R*Saldūdens, < 1 mg L<sup>-1</sup>***Diagnostikas horizonti,**

to dimensijas:

**Diagnostikas pazīmes:****Citas īpašības / pazīmes:**Karbonātu klātbūtnē: *0* cmProfila atseguma dziļums: *200* cmZondējumi: *līdz* - cm

Parauga Nr.	Horizonts						Skelets					Kūdras sad. pakāpe*	Krāsa					Redokss (rH)	Reduktomorfās pazīmes	Karbonāti, %	pH		Organiskās vielas, %	
	Apzīmējums	Dziļums		Robeža		Granulometriskais sastāvs	Izplatība	Izmēri	Forma	Sadēd. pakāpe	Sastāvs		Plankunainība								H <sub>2</sub> O	KCl		
		Vinspuse	Apakšpuse	Izteiktība	Topogrāfija								Mitrās	Izplatība	Izmēri	Kontrast.	Robeža							Krāsa
1	Ap	0	22	C	W	SL	F	M	R	S		7.5YR 4/4 7.5YR 2.5/2	N						-	0,54	7,42	6,33	2,5	
2	Bs1	22	34	G	W	LS	C	C	R	S		7.5YR 6/6 7.5YR 4/6	N						RO	2,73	8,40	7,87	0,5	
3	Bs2	34	65	D	W	LS	V	F	R	S		7.5YR 6/6 5YR 4/6	N						RO	2,19	8,15	8,32	0,5	
4	Bs3	65	79	C	B	LS	F	S	R	S		7.5YR 6/6 7.5YR 4/6	N						RO	4,64	8,47	8,3	0,7	
5	2Bs1	79	91	A	W	LS	A	S	R	W		7.5YR 7/3 7.5YR 4/4	N						-	6,87	8,33	8,7	0,5	
6	2Bs2	91	109	C	B	LS	M	S	R	W		7.5YR 7/3 7.5YR 4/3	N						-	5,47	8,1	8,7	0,4	
7	3Bt1	109	190	C	W	L	A	B	R	W		7.5YR 7/3 7.5YR 4/3	N						-	2,94	8,48	7,9	0,5	

\* O horizontam - meža zemsejas veids.

Parauga Nr.	Horizonta apzīmējums	Struktūra				Konsistence				Mitruma apstākļi (pF)	Tilpummasa	Sakarība*	Tukšumi				Virsmas uzklājumi					Cementācija un sablīvēšanās							
		Izteiktība	Veids	Saliktā strukt.	Izmēri	Sausas	Mitrās	Slapjas					Porainība	Veids	Izmēri	Izplatība	S/R	Izplatība	Kontrast.	Izcelsme	Veids	Atraš. vieta	Nepārraukt.	Struktūra	Izcelsme	Pakāpe			
								Lipīgums	Plastiskums																				
1	Ap	WE	GR		FM	SHA	FR	NST	NPL	3	1,27		4	C,I V	F,V,M										N				
2	Bs1	WE	GR		FM	SHA	FR	NST	NPL	4	1,41		4	C,I V	F,V,F											N			
3	Bs2	WE	GR		FM	SHA	FR	NST	NPL	4	1,43		4	C,I V	V,V,F											N			
4	Bs3	VW	GR		VM	SHA	FR	NST	SPL	4	1,51		4	C,I V	V,V,F											N			
5	2Bs1	VW	GR		VM	SHA	FR	NST	SPL	4	1,45		5	I	M											N			
6	2Bs2	ST	CO		ME	SHA	FR	SST	SPL	3	1,36		4	I	F											N			
7	3Bt1	MO	CO		FI	HA	VFI	SST	PL	3	1,44		4	I	M			M	D	C	C	P				N			

\* Kūdrai - cietās fāzes tilpums.

Reģ. Nr.

Parauga Nr.	Horizonta apzīmējums	Mīnerālu granulas							Saknes		Biol. paz.		Antropogēnie ieguldņi					Piezīmes, komentāri
		Izplatība	Veids	Izmēri	Forma	Cietība	Izeļsme	Kriša	Izmēri	Izplatība S/R	Izplatība	Veids	Izplatība	Veids	Izmēri	Cietība	Sadēl. pakāpe	
1	Ap	N							M	FM	C	B	N					
2	Bs1	N							B	FF	V	VS	N					
3	Bs2	N							V	FF	N		N					
4	Bs3	N							N		N		N					
5	2Bs1	N							N		N		N					
6	2Bs2	N							N		N		N					
7	3Bt1	N							N		N		N					

Klasificējot augsnes atsegumu (7.att.), izmantojot Latvijas klasifikāciju, tika secināts, ka šī ir tipiskā velēnu karbonātaugsne, jo tai karbonāti bija sastopami jau pie 0 cm, bet pēc WRB klasifikācijas: Albic Rhodic Endosalic Fluvic Calcaric Eutric Arenosol (Geourptic, Humic, Technic, Aridic).



7.att. Rankas augsnes atsegums.

Morēnas klātbūtne var būtiski ietekmēt augsnes hidrofizikālās īpašības. Augsnes atseguma izpēti laikā tika izdalīti 7 horizonti (skat 1.tab.).

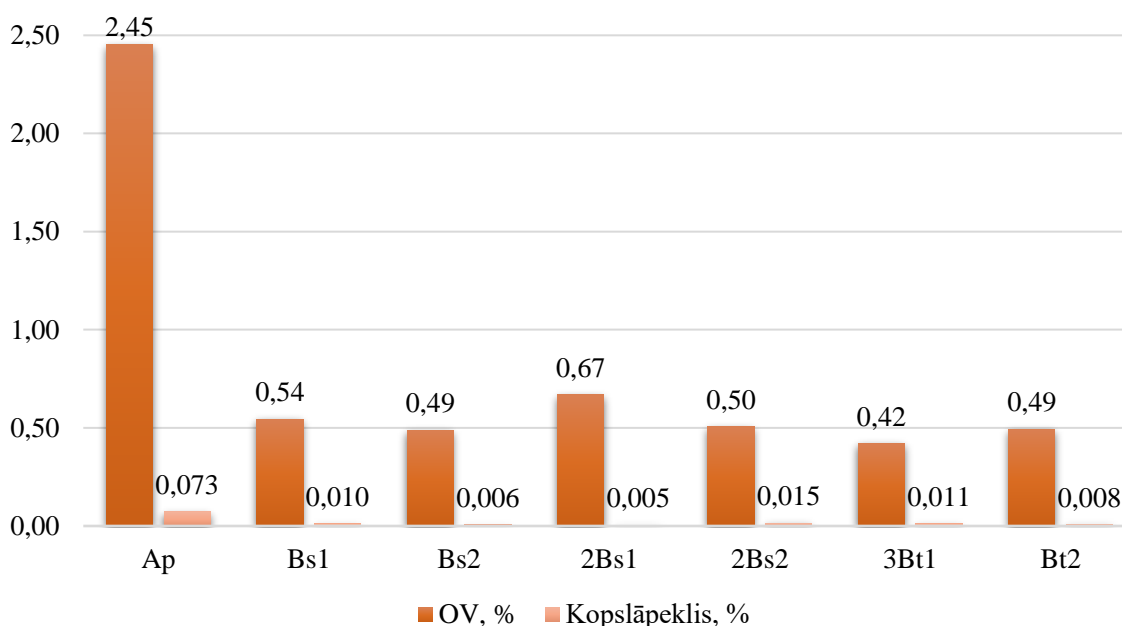
## Rankas atseguma horizonti

Nr.p.k	Horizonta nosaukums	Horizonta dziļums, cm	Augsnes reakcija KCl	Augsnes reakcija H <sub>2</sub> O	Karbonāti, %
1.	Ap	0–34	6.3	7.4	0.54
2.	Bs <sub>1</sub>	34–65	7.9	8.4	2.73
3.	Bs <sub>2</sub>	65–79	7.9	8.2	2.19
4.	2Bs <sub>1</sub>	79–91	8.2	8.5	4.64
5.	2Bs <sub>2</sub>	91–109	8.2	8.3	6.87
6.	3Bt <sub>1</sub>	109–190	8.0	8.1	5.47
7.	3Bt <sub>2</sub>	190–200	8.0	8.5	2.94

Atsegumā pirmajiem horizontiem bija graudaina struktūra. Vidējs dažāda izmēra skeleta daudzums.

Sestajā un septītajā horizontā mainījās granulometriskais sastāvs, kur struktūra šiem horizontiem ir masīva, kā arī tika novēroti māla virsmas uzklājumi uz struktūrelementu virsmām.

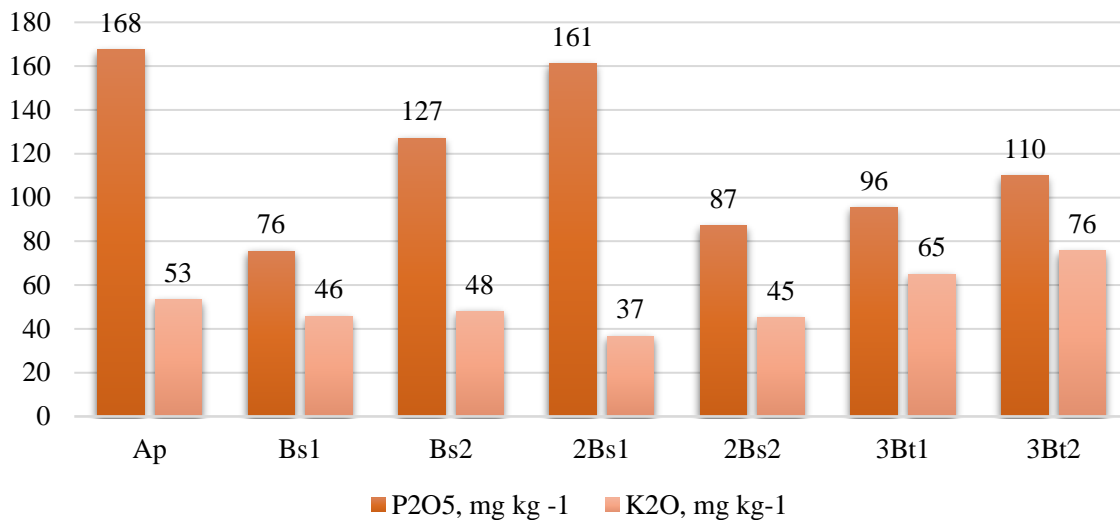
Tālāk tiek apskatīti agroķīmiskie rādītāji, kas varētu tikt ietekmēti no šādas straujas ūdens kustības caur augsni. Pirmais ir organiskā viela, kas var izskaloties vieglajā augsnē ar šādu infiltrāciju (skat 8. att.).



8. att. Organiskā viela un kopslāpeklis Rankas atsegumā, %.

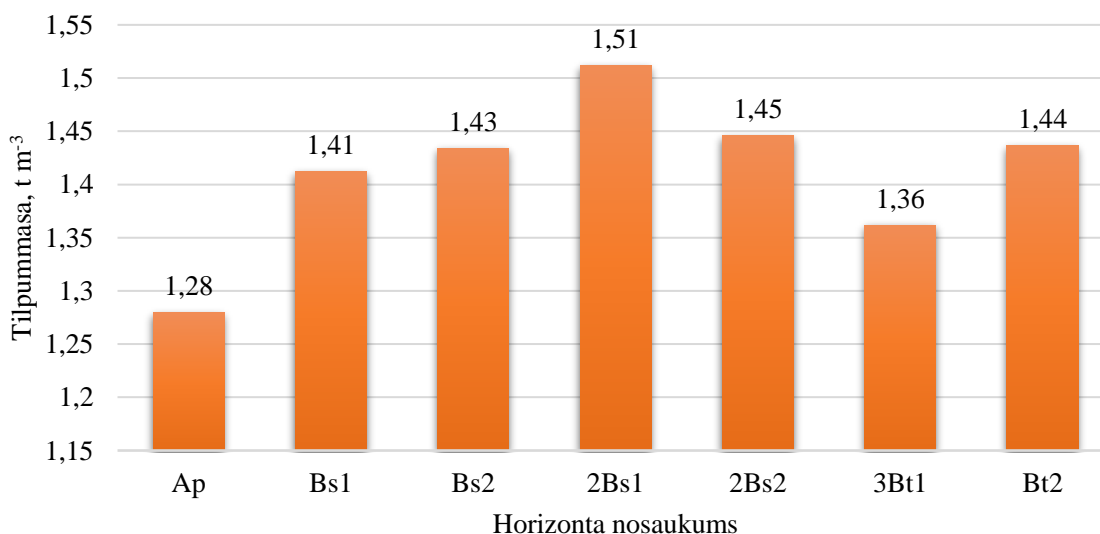
Apskatot iegūtos datus, var ieraudzīt, ka no pirmā horizonta organiskā viela tiek noskalota uz zemākiem horizontiem, īpaši ceturto horizontu, kur organiskās vielas saturs ir ievērojami lielāks nekā augstāk esošajos horizontos, taču arī zemākajos horizontos ir salīdzinoši augstāks organiskās vielas saturs, kā arī aplūkojot kopslāpekļa rādītājus var redzēt, ka zemākos horizontos, kur ir mazāk organiskās vielas, kopslāpeklis ir vairāk, kas norāda, ka slāpeklis ir izskalots caur augsnes horizontiem. Aplūkojot normatīvos norādītos datus (Līpenīte, Kārklīšs, 2018) var secināt, ka šajā augsnē pirmajā horizontā ir optimāls organiskās vielas saturs, kas ir pozitīvi, jo organiskās vielas uzkrāšanās var

pozitīvi ietekmēt hidrofizikālās īpašības. Vēl viens rādītājs, kas var norādīt uz izskalošanās procesiem, ir fosfora un kālija saturs, jo lielā ūdens kustības rezultātā šie elementi var izskaloties un tradicionālās augsnes apstrādes ietekmē arī var paātrināties šie procesi, jo samazinās iespēja saistīties elementiem pie augsnes koloīdajām daļiņām (9. att.).



9. att. Fosfors un kālijs Rankas atsegumā, mg kg<sup>-1</sup>.

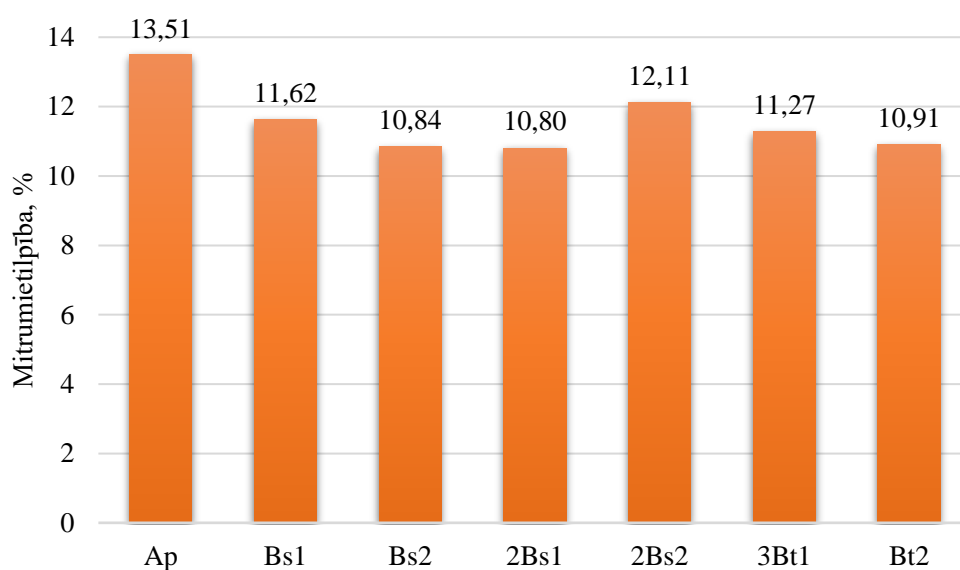
Apskatot iegūtos fosfora un kālija rādītājus, var redzēt, ka tie veido sakarību ar tilpummasas rādītājiem, kur no augšējiem horizontiem fosfors ir izskalots uz trešo un ceturto horizontu, kur ir lielāka tilpummasa, kā arī var novērot, ka pat zemākos horizontos fosfors ir izskalojies, jo tā saturs ir divas reizes mazāks. Kālijs arī ir izskalots uz zemākiem horizontiem, jo tā daudzums ir vairāk izlīdzināts pa visiem horizontiem. Aplūkojot arī normatīvos norādītos fosfora un kālija nodrošinājumus (Līpenīte, Kārklīņš, 2018) var redzēt, ka Fosfora nodrošinājums augsnes virskārtā ir augsts, taču kālija nodrošinājums ir zems, kas izskaidrojams ar to, ka kālijs ir kustīgāks elements un tas vairāk pakļaujas izskalošanās procesiem. Nākamais rādītājs, kas tieši ietekmē hidrofizikālās īpašības ir tilpummasa, kur attiecīgi sablīvējot augsni, tā spēs aizturēt infiltrāciju un palielināt ūdens daudzumu, kas aizturēts virskārtā (skat. 10. att.).



10. att. Augsnes tilpummasa Rankas atsegumā,  $t\ m^{-3}$ .

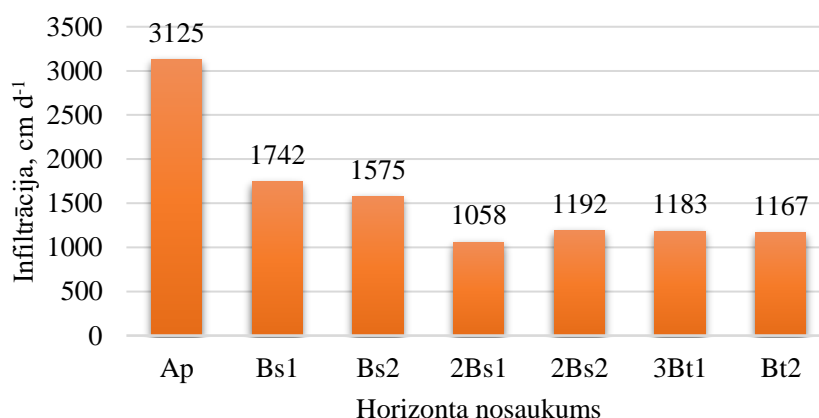
Apskatot iegūtos tilpummasas rādītājus, var secināt, ka nav novērojama saistība starp hidrofizikālajām īpašībām, kur tilpummasa ir augsta, taču ūdens infiltrācijas procesā ļoti strauji iziet cauri augsnei. Sakopojot datus, var secināt, ka šajā augsnē noteikti vajadzētu pievērsties tiešās sējas tehnoloģijai, jo hidrofizikālo īpašību apkopojums liecina, ka ūdens sausajos periodos varētu nepietikt augiem normālai augšanai un attīstībai. Atsegumā nav novērojamas glejošanās pazīmes, kas liecina, ka šajā vietā nav problēmu ar liekā ūdens uzkrāšanos augsnes virskārtā.

Nosakot mitrumietilpību, var redzēt, ka izmainoties granulometriskajam sastāvam mainās vērtības (skat. 11. att.).



11. att. Augsnes mitrumietilpība Rankas atsegumā, %.

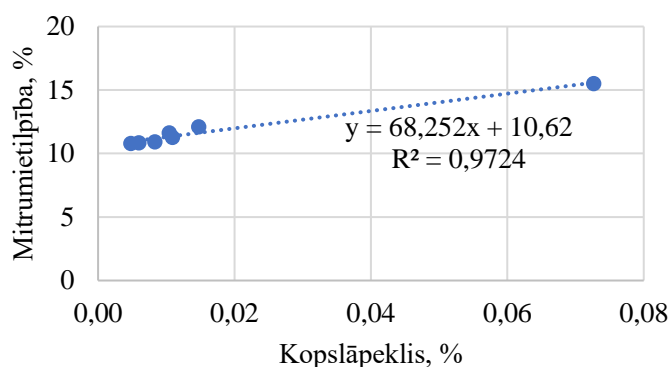
Apskatot iegūtos mitrumietilpības datus, var secināt, ka pirmajā horizontā mitruma daudzums, ko augsne var uzņemt ir lielāks, jo tajā ir vairāk organiskā viela, taču citos horizontos tā ir ļoti maza. Pie palielinātas infiltrācijas (12.att.) tas var traucēt augiem augt mitruma trūkuma dēļ. Šis mitruma daudzums, ko augsne spēj noturēt liecina, ka vēlams neizmantot tradicionālo augsnes apstrādi, tas ļautu efektīvāk uzturēt augsnes mitrumu un uzkrāt organisko vielu virsējā horizontā.



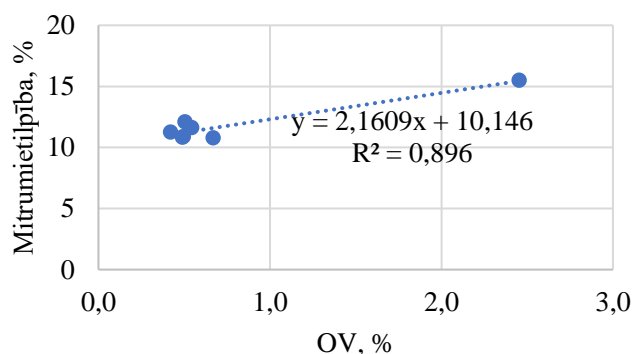
12. att. Augsnes infiltrācija Rankas atsegumā,  $cm\ d^{-1}$ .

Apkopojot datus par šo atsegumu, var redzēt, ka kā ražojošs lauks šis ir piemērots kultūraugu audzēšanai, taču tai būtu nepieciešama intensīvāka mēslošana ar kāliju saturošiem mēslošanas līdzekļiem. Taču, aplūkojot hidrofizikālās īpašības jāsecina, ka šajā augsnē vislabāk būtu izmantot tiešās sējas sistēmu, jo tas saglabātu augsnes struktūru un iepriekšējā auga saknes, kas piesaistītu un noturētu ūdeni, kā arī barības elementus, kā arī nedaudz sablīvētu augsnes virskārtu un samazinātu infiltrāciju. Vienīgais, kas šo varētu ierobežot īstenot ir fakts, ka atsegums atrodas paugurainā vietā un iespējams būtu nepieciešama spēcīgāka tehnika, lai varētu veikt tiešo sēju. Tradicionālo augsnes apstrādes tehnoloģiju izmantošana iespējams apgrūtināša.

Mitrumietilpība (13., 14. att.) veido vidējas negatīvas korelācijas ar visiem parametriem izņemot fosfora, kālija un karbonātu saturu, kas izskaidrojams ar morēnas cilmiezi, kas var ietekmēt mitrumietilpību, kā arī virskārtā, kur ir augstāks organiskās vielas saturs un intensīvāk mēslosts, ūdens procesi notiek straujāk, jo šajā horizontā arī ir vieglāks (smilšaināks) granulometriskais sastāvs. Fosfora, kālija un karbonātu saturs nekorelē ar mitrumietilpību, jo šajā atsegumā visi rādītāji ir vienlīdzīgi izvienādoti pa atsegumu, līdz ar to mainoties mitrumietilpībai rādītāji mainās maz, kā arī karbonātu saturs nekorelē, jo augsne ir tipiskā velēnkarbonātu augsne, kas norāda, ka šajā augsnē būs augsts karbonātu saturs visā atsegumā. Infiltrācijas korelācijas ir vienādas ar mitrumietilpības korelācijām, kas norāda uz to, ka šajā atsegumā lielākais ietekmējošais faktors ir bijis granulometriskais sastāvs.



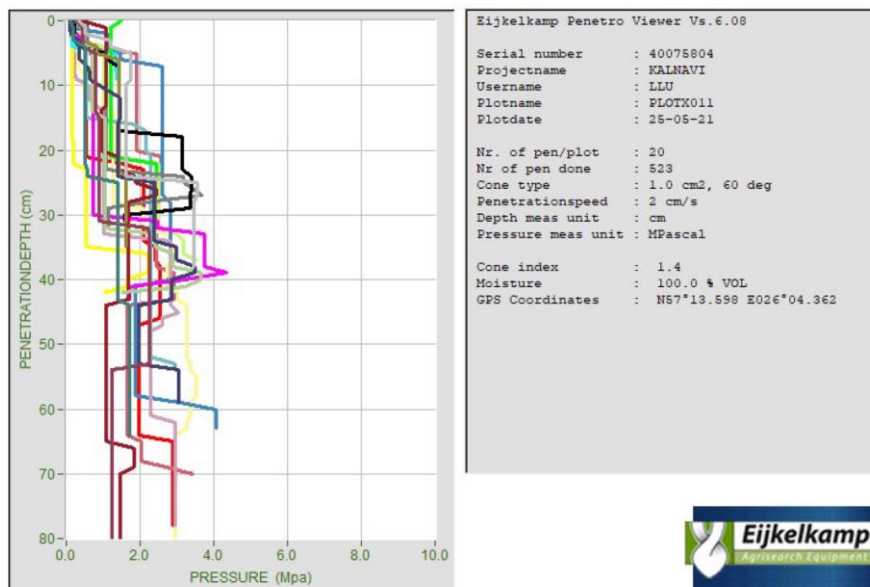
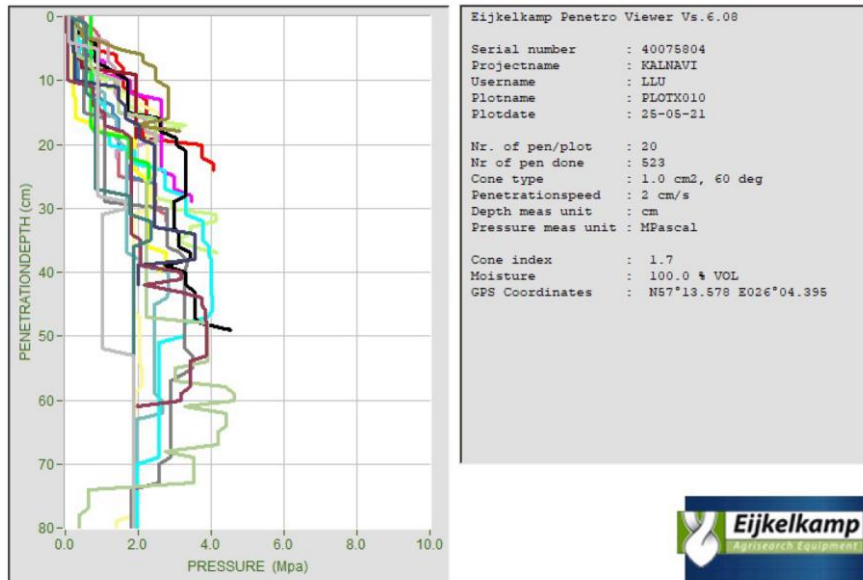
13.att. Korelācija starp mitrumietilpību (%) un kopslāpekli (%) Rankas atsegumā.

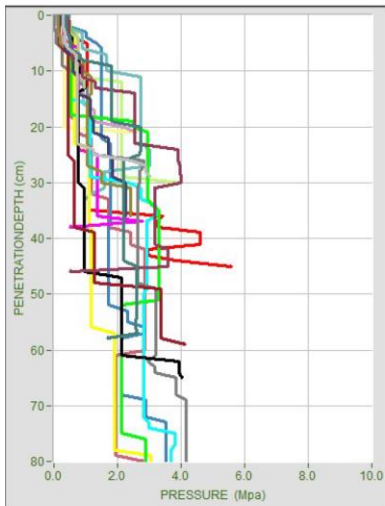


14. att. Korelācija starp mitrumietilpību (%) un organisko vielu (%) Rankas atsegumā.



Visā pētījumā laukā veikti augsnes pretestības mērījumi kopumā 323 punktos, kas turpmākajos attēlos uzskatāmības nolūkos apvienoti pa 20. Visi attēli uzrāda ārkārtīgu augsnes neviendabīgumu aramkārtā un arī apakšējos horizontos. Neviendabības galvenais iemesls ir augsnes augstā skeletainība, kas veicot augsnes penetrāciju kompromitē iegūtos datus, maldīgi uzrādot augsnes pretestību, kas raksturīga māla klātbūtnē augsnes granulometriskajā sastāvā.



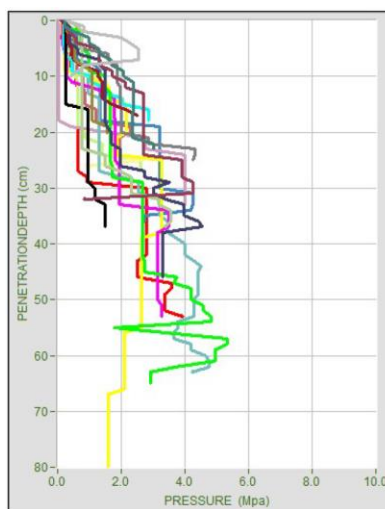


Eijkelpamp Penetro Viewer Vs.6.08

Serial number : 40075804  
 Projectname : KALNAVI  
 Username : LLU  
 Plotname : PLOTX012  
 Plotdate : 25-05-21

Nr. of pen/plot : 20  
 Nr of pen done : 523  
 Cone type : 1.0 cm2, 60 deg  
 Penetrationspeed : 2 cm/s  
 Depth meas unit : cm  
 Pressure meas unit : MPascal

Cone index : 1.5  
 Moisture : 100.0 % VOL  
 GPS Coordinates : N57°13.618 E026°04.330

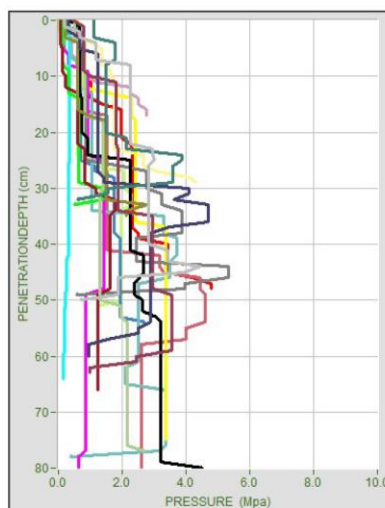


Eijkelpamp Penetro Viewer Vs.6.08

Serial number : 40075804  
 Projectname : KALNAVI  
 Username : LLU  
 Plotname : PLOTX013  
 Plotdate : 25-05-21

Nr. of pen/plot : 20  
 Nr of pen done : 523  
 Cone type : 1.0 cm2, 60 deg  
 Penetrationspeed : 2 cm/s  
 Depth meas unit : cm  
 Pressure meas unit : MPascal

Cone index : 1.5  
 Moisture : 100.0 % VOL  
 GPS Coordinates : N57°13.582 E026°04.401



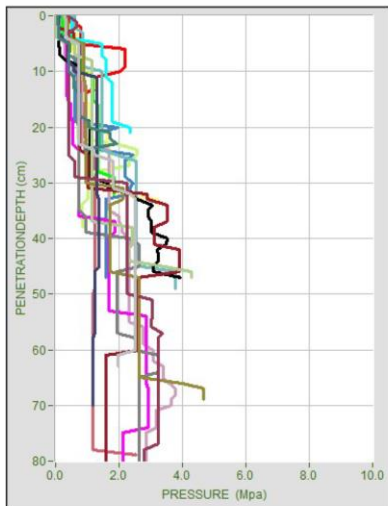
Eijkelpamp Penetro Viewer Vs.6.08

Serial number : 40075804  
 Projectname : KALNAVI  
 Username : LLU  
 Plotname : PLOTX014  
 Plotdate : 25-05-21

Nr. of pen/plot : 20  
 Nr of pen done : 523  
 Cone type : 1.0 cm2, 60 deg  
 Penetrationspeed : 2 cm/s  
 Depth meas unit : cm  
 Pressure meas unit : MPascal

Cone index : 1.5  
 Moisture : 56.1 % VOL  
 GPS Coordinates : N57°13.582 E026°04.386



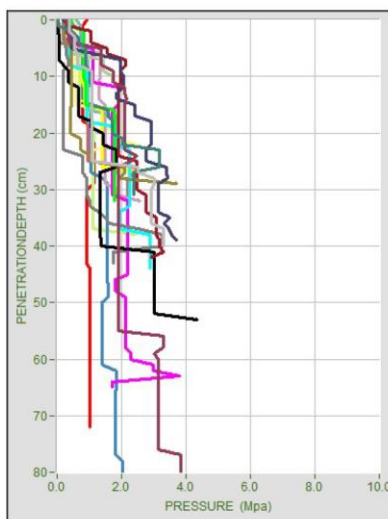


Eijkelkamp Penetro Viewer Vs.6.08

Serial number : 40075804  
 Projectname : KALNAVI  
 Username : LLU  
 Plotname : PLOTX015  
 Plotdate : 25-05-21

Nr. of pen/plot : 20  
 Nr of pen done : 523  
 Cone type : 1.0 cm<sup>2</sup>, 60 deg  
 Penetrationspeed : 2 cm/s  
 Depth meas unit : cm  
 Pressure meas unit : MPascal

Cone index : 1.3  
 Moisture : 24.1 % VOL  
 GPS Coordinates : N57°13.612 E026°04.352

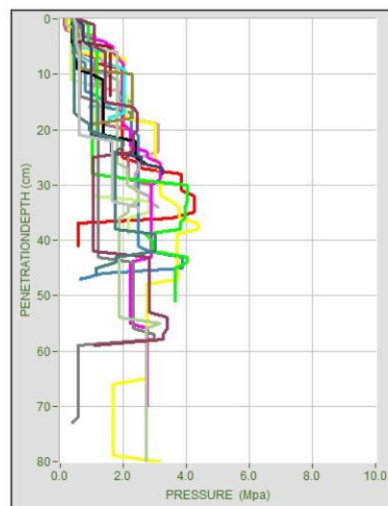


Eijkelkamp Penetro Viewer Vs.6.08

Serial number : 40075804  
 Projectname : KALNAVI  
 Username : LLU  
 Plotname : PLOTX016  
 Plotdate : 25-05-21

Nr. of pen/plot : 20  
 Nr of pen done : 523  
 Cone type : 1.0 cm<sup>2</sup>, 60 deg  
 Penetrationspeed : 2 cm/s  
 Depth meas unit : cm  
 Pressure meas unit : MPascal

Cone index : 1.3  
 Moisture : 28.6 % VOL  
 GPS Coordinates : N57°13.610 E026°04.362



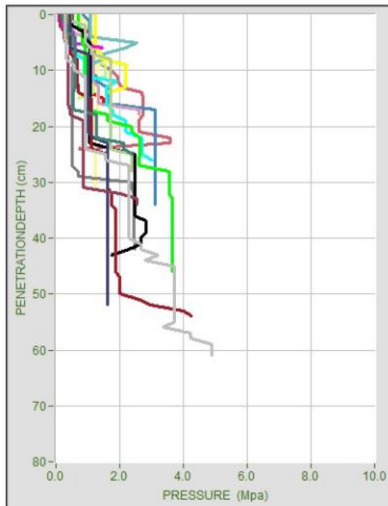
Eijkelkamp Penetro Viewer Vs.6.08

Serial number : 40075804  
 Projectname : KALNAVI  
 Username : LLU  
 Plotname : PLOTX017  
 Plotdate : 25-05-21

Nr. of pen/plot : 20  
 Nr of pen done : 523  
 Cone type : 1.0 cm<sup>2</sup>, 60 deg  
 Penetrationspeed : 2 cm/s  
 Depth meas unit : cm  
 Pressure meas unit : MPascal

Cone index : 1.8  
 Moisture : 20.9 % VOL  
 GPS Coordinates : N57°13.596 E026°04.410



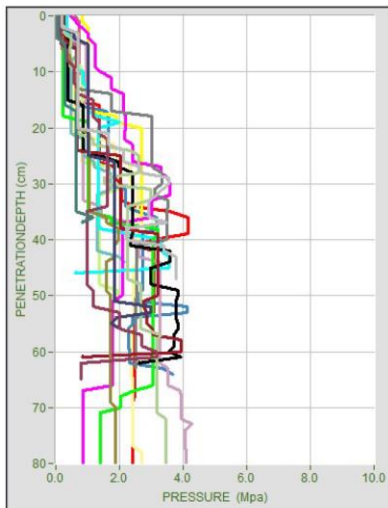


Eijkelkamp Penetro Viewer Vs.6.08

Serial number : 40075804  
 Projectname : KALNAVI  
 Username : LLU  
 Plotname : PLOTX018  
 Plotdate : 25-05-21

Nr. of pen/plot : 20  
 Nr of pen done : 523  
 Cone type : 1.0 cm2, 60 deg  
 Penetrationspeed : 2 cm/s  
 Depth meas unit : cm  
 Pressure meas unit : MPascal

Cone index : 1.6  
 Moisture : 24.4 % VOL  
 GPS Coordinates : N57°13.607 E026°04.375

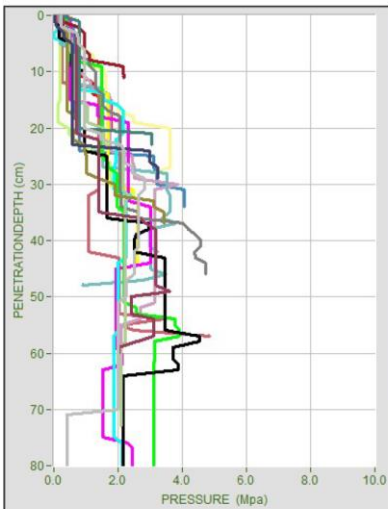


Eijkelkamp Penetro Viewer Vs.6.08

Serial number : 40075804  
 Projectname : KALNAVI  
 Username : LLU  
 Plotname : PLOTX019  
 Plotdate : 26-05-21

Nr. of pen/plot : 20  
 Nr of pen done : 523  
 Cone type : 1.0 cm2, 60 deg  
 Penetrationspeed : 2 cm/s  
 Depth meas unit : cm  
 Pressure meas unit : MPascal

Cone index : 1.4  
 Moisture : 36.8 % VOL  
 GPS Coordinates : N57°13.626 E026°04.343



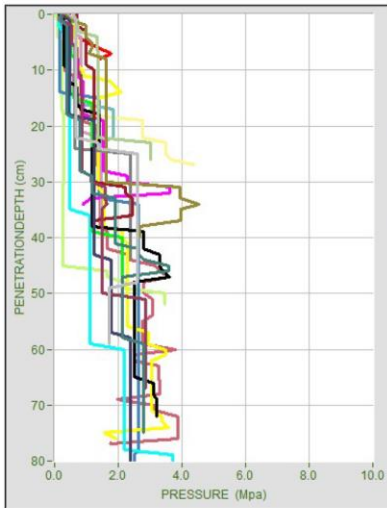
Eijkelkamp Penetro Viewer Vs.6.08

Serial number : 40075804  
 Projectname : KALNAVI  
 Username : LLU  
 Plotname : PLOTX020  
 Plotdate : 26-05-21

Nr. of pen/plot : 20  
 Nr of pen done : 523  
 Cone type : 1.0 cm2, 60 deg  
 Penetrationspeed : 2 cm/s  
 Depth meas unit : cm  
 Pressure meas unit : MPascal

Cone index : 1.6  
 Moisture : 37.5 % VOL  
 GPS Coordinates : N57°13.629 E026°04.344



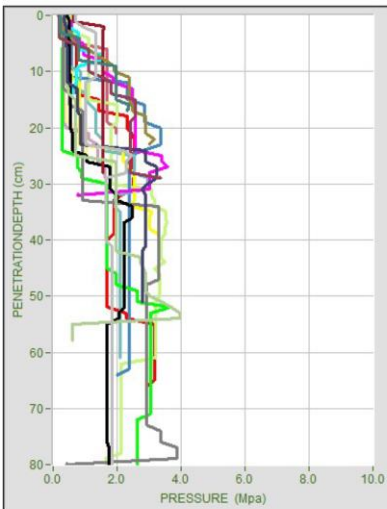


Eijkelkamp Penetro Viewer Vs.6.08

Serial number : 40075804  
 Projectname : KALNAVI  
 Username : LLU  
 Plotname : PLOTX021  
 Plotdate : 26-05-21

Nr. of pen/plot : 20  
 Nr of pen done : 523  
 Cone type : 1.0 cm<sup>2</sup>, 60 deg  
 Penetrationspeed : 2 cm/s  
 Depth meas unit : cm  
 Pressure meas unit : MPascal

Cone index : 1.2  
 Moisture : 34.6 % VOL  
 GPS Coordinates : N57°13.616 E026°04.374

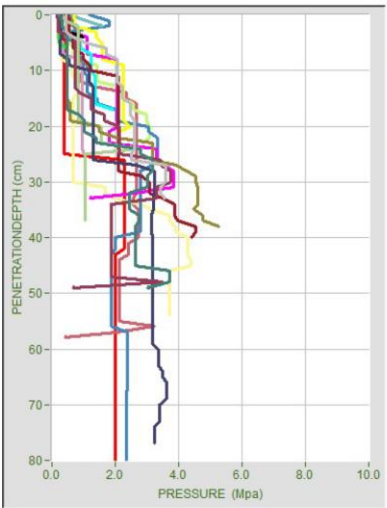


Eijkelkamp Penetro Viewer Vs.6.08

Serial number : 40075804  
 Projectname : KALNAVI  
 Username : LLU  
 Plotname : PLOTX022  
 Plotdate : 26-05-21

Nr. of pen/plot : 20  
 Nr of pen done : 523  
 Cone type : 1.0 cm<sup>2</sup>, 60 deg  
 Penetrationspeed : 2 cm/s  
 Depth meas unit : cm  
 Pressure meas unit : MPascal

Cone index : 1.6  
 Moisture : 28.2 % VOL  
 GPS Coordinates : N57°13.594 E026°04.408



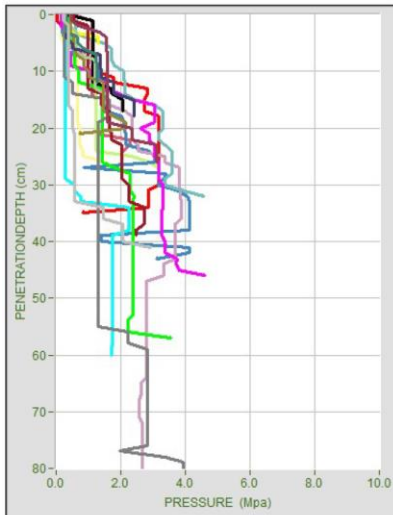
Eijkelkamp Penetro Viewer Vs.6.08

Serial number : 40075804  
 Projectname : KALNAVI  
 Username : LLU  
 Plotname : PLOTX023  
 Plotdate : 26-05-21

Nr. of pen/plot : 20  
 Nr of pen done : 523  
 Cone type : 1.0 cm<sup>2</sup>, 60 deg  
 Penetrationspeed : 2 cm/s  
 Depth meas unit : cm  
 Pressure meas unit : MPascal

Cone index : 1.8  
 Moisture : 25.1 % VOL  
 GPS Coordinates : N57°13.580 E026°04.435



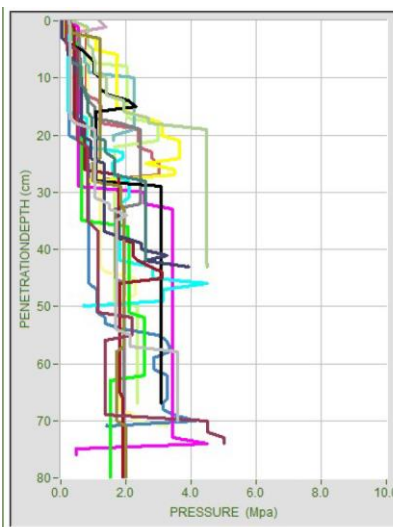


Eijkelkamp Penetro Viewer Vs.6.08

Serial number : 40075804  
 Projectname : KALNAVI  
 Username : LLU  
 Plotname : PLOTX024  
 Plotdate : 26-05-21

Nr. of pen/plot : 20  
 Nr of pen done : 523  
 Cone type : 1.0 cm<sup>2</sup>, 60 deg  
 Penetrationspeed : 2 cm/s  
 Depth meas unit : cm  
 Pressure meas unit : MPascal

Cone index : 1.7  
 Moisture : 25.8 % VOL  
 GPS Coordinates : N57°13.592 E026°04.428

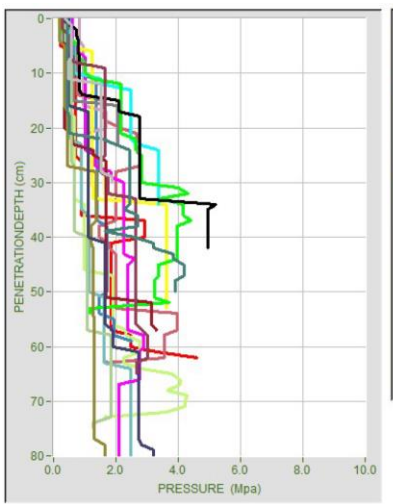


Eijkelkamp Penetro Viewer Vs.6.08

Serial number : 40075804  
 Projectname : KALNAVI  
 Username : LLU  
 Plotname : PLOTX025  
 Plotdate : 26-05-21

Nr. of pen/plot : 20  
 Nr of pen done : 523  
 Cone type : 1.0 cm<sup>2</sup>, 60 deg  
 Penetrationspeed : 2 cm/s  
 Depth meas unit : cm  
 Pressure meas unit : MPascal

Cone index : 1.4  
 Moisture : 32.0 % VOL  
 GPS Coordinates : N57°13.614 E026°04.391



Eijkelkamp Penetro Viewer Vs.6.08

Serial number : 40075804  
 Projectname : KALNAVI  
 Username : LLU  
 Plotname : PLOTX026  
 Plotdate : 26-05-21

Nr. of pen/plot : 20  
 Nr of pen done : 523  
 Cone type : 1.0 cm<sup>2</sup>, 60 deg  
 Penetrationspeed : 2 cm/s  
 Depth meas unit : cm  
 Pressure meas unit : MPascal

Cone index : 1.3  
 Moisture : 36.7 % VOL  
 GPS Coordinates : N57°13.633 E026°04.358





Eijkelkamp Penetro Viewer Vs.6.08

Serial number : 40075804  
 Projectname : KALNAVI  
 Username : LLU  
 Plotname : PLOTX027  
 Plotdate : 26-06-21

Nr. of pen/plot : 20  
 Nr. of pen done : 523  
 Cone type : 1.0 cm2, 60 deg  
 Penetrationspeed : 2 cm/s  
 Depth meas unit : cm  
 Pressure meas unit : MPascal

Cone index : 1.8  
 Moisture : 36.7 % VOL  
 GPS Coordinates : NS7°13.644 E026°04.345



4. Augsnes apstrāde un tās izpēte izmantojot tradicionālo un pētāmo augsnes apstrādes metodi.

Aprobējamā iekārta ir reversas darbības akmeņu pakotājfrēze (15. att.) Forigo G45-400 (STONE BURIER), kas atkarībā no komplektācijas var būt papildināta ar dažāda tipa veltniem, vagu veidotājiem, mākslīgā seguma ieklājēju vai sējmašīnu. Maksimālais darba dziļums 28 cm, darba platums 4m.



15.att. Reversas darbības pakotājfrēze

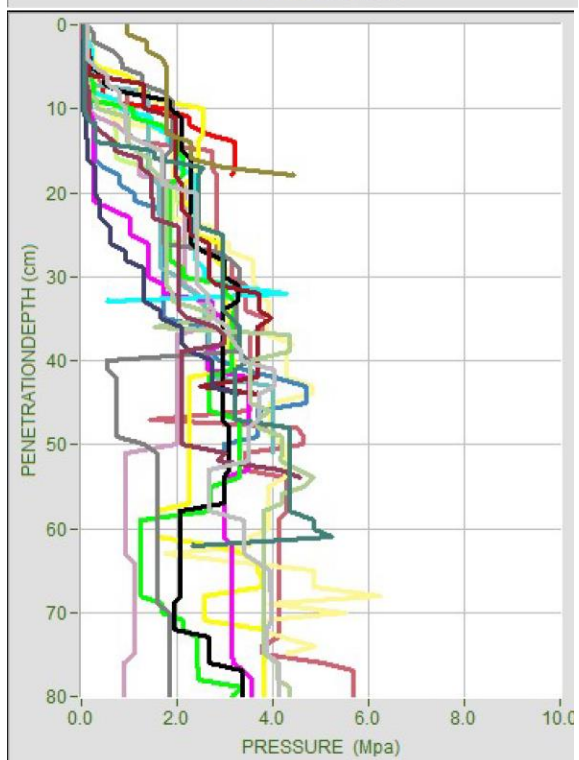
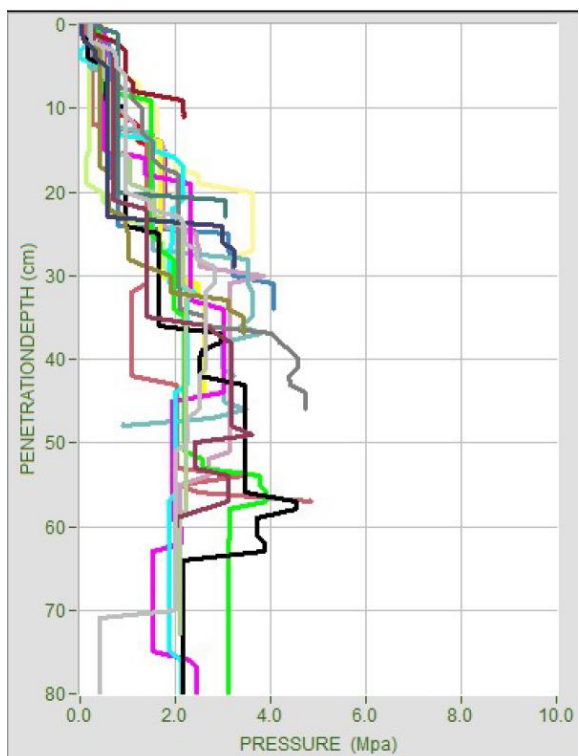
Pēc augsnes apstrādes izmantojot pakotājfrēzi un tradicionālo augsnes apstrādes sistēmu (aršanu) veikta augsnes sakārtas analīze izmantojot divas metodes: augsnes pretestības noteikšana ar penetrolgeri un augsnes aramkārtas laboratorijas analīze (sijāšana) pēc paraugu ievākšanas (16.att.)



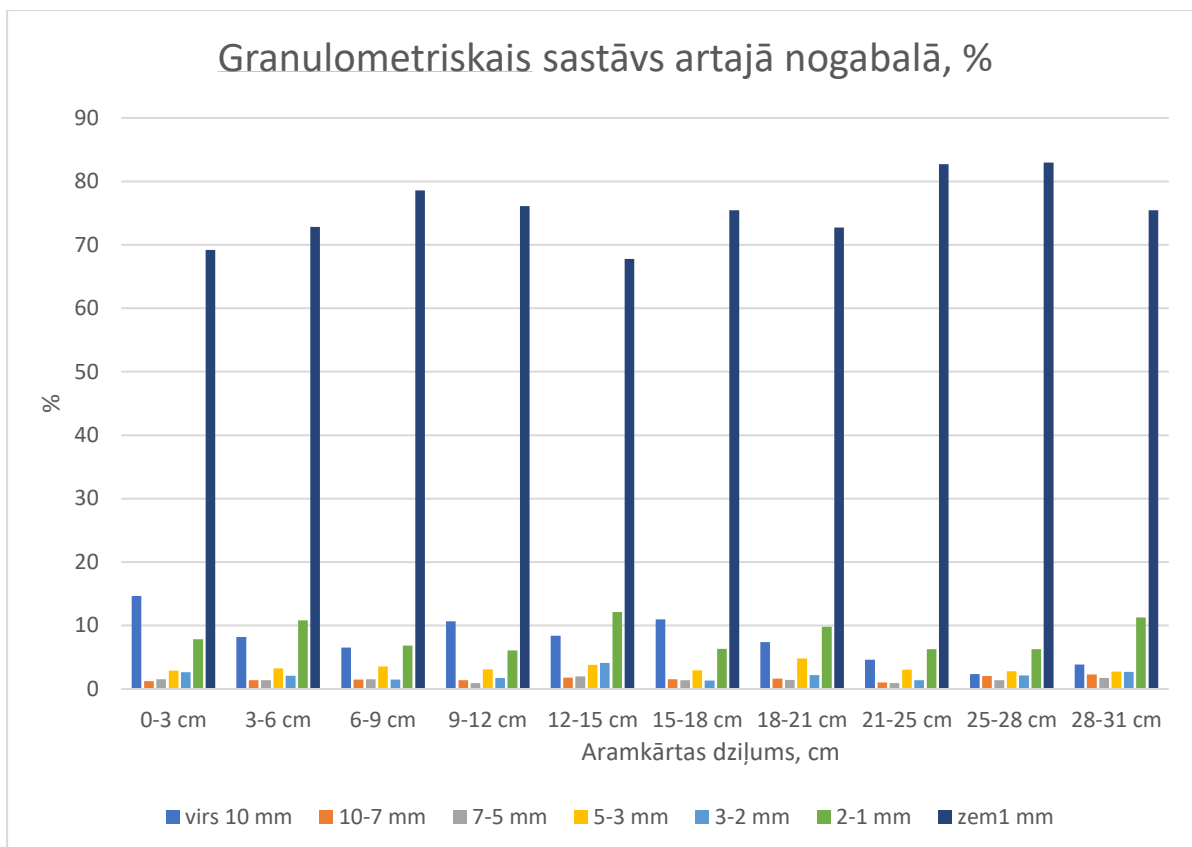


16.att. Augsnes sakārtas analīzes gaita

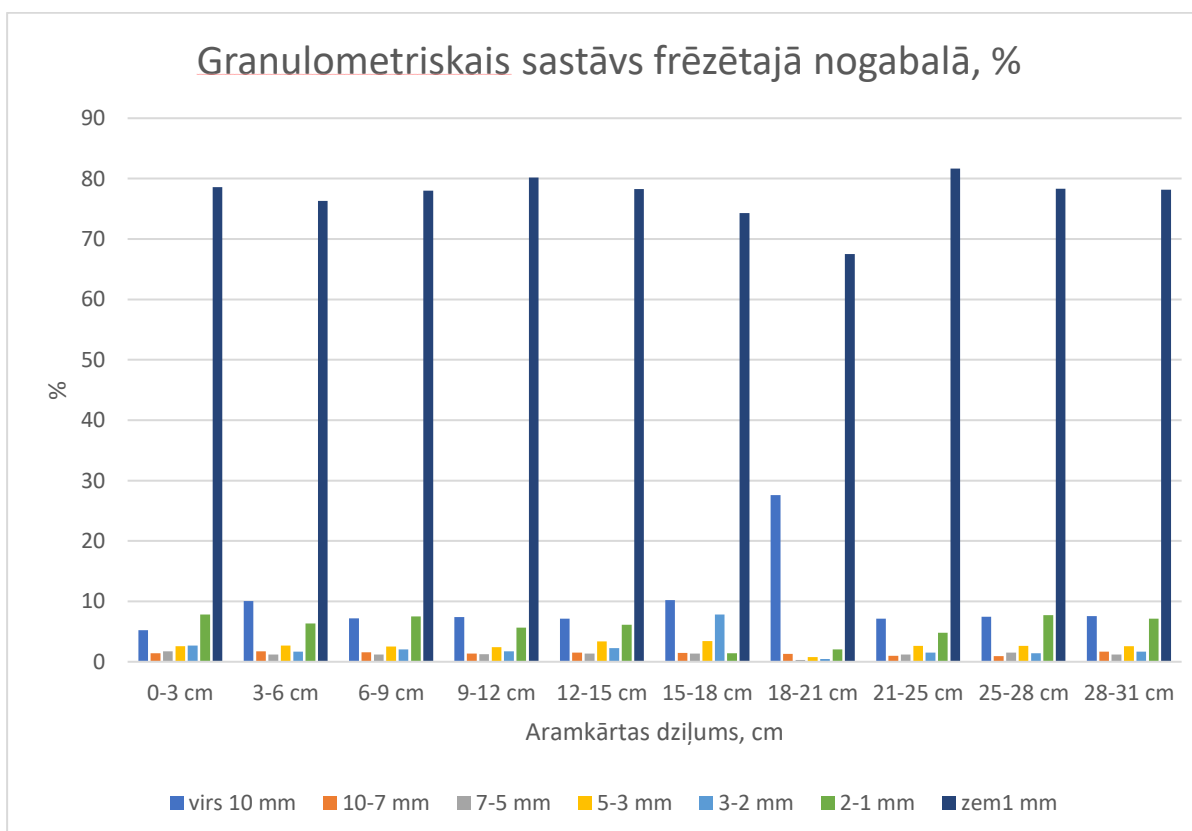
Augsnes penetrācija veikta pirms apstrādes pētītajos 323 punktos, lai noskaidrotu sakārtas izmaiņas pēc augsnes apstrādes. Augsnes paraugu ņemšana augsnes sakārtas izmaiņu analīzei laboratorijā veikta 10 atkārtojumos, 30x30x30 cm atsegumos, ņemot atsevišķi katru 3cm augsnes slāni. Augsnes penetrācijas rezultāti (17.att.) uzrāda būtiski atšķirīgu augsnes pretestību (sablīvēšanos) augsnes aramkārtas pirmajos 10-15 cm. Tā kā augsnes granulometriskais sastāvs pētītajā nogabalā ir mālsmilts, tad sablīvēšanās izmaiņas notikušas nevis struktūragregātu, bet augsnes skeleta relokācijas rezultātā. Šīs izmaiņas labāk izprotamas, ja aplūko laboratorijas analīžu rezultātus (18.att., 19 att.) Grafīkos izvietotā informācija par skeleta un augsnes smalkzemes izvietojumu norāda, ka pakotājfrēze izvietojusi lielāko daļu augsnes skeleta paredzētajā slānī zem auga saknēm, vienlaicīgi izlīdzinot augsnes smalkzemes frakciju vienmērīgi visā augsnes 20cm virskārtā. Šādas sakārtas izmaiņas būtiski uzlabo augu saknēm pieejamo ūdens kustību. Projekta idejas posmā bija šaubas par pakotājfrēzes darba rezultātā pārrautajiem kapilāriem zemsakņu zonā, ko varētu izraisīt augsnes skeleta palielināta atrašanās slānī zem 20cm, taču kā uzrāda analīžu rezultāti augsnes smalkzemes daudzums 18-21 cm slānī ir pietiekams, lai nodrošinātu netraucētu augsnes kapilāru darbību.



17.att. Augsnes penetrācijas salīdzinājums: arts (pa kreisi), pakotājfrēze (pa labi).

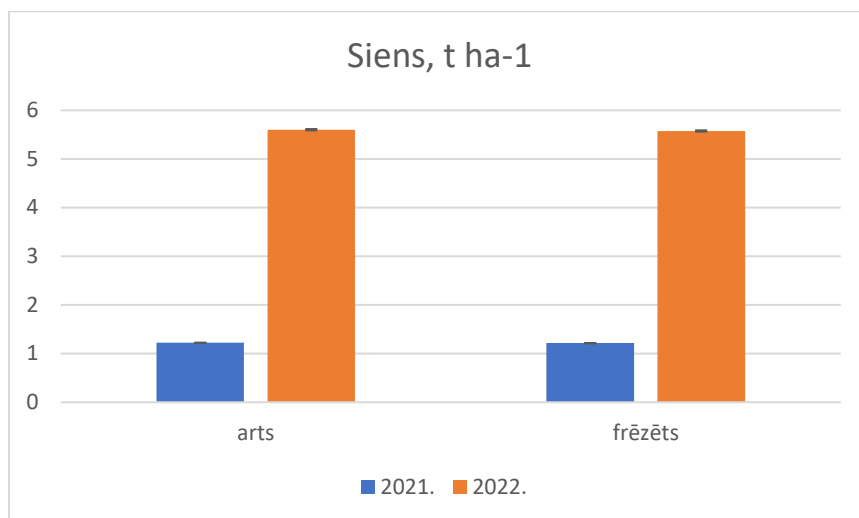


18.att. Augsnes sakārtas izmaiņas izmantojot aršanas tehnoloģiju.



19. att. Augsnes sakārtas izmaiņas izmantojot pakotājfrēzes tehnoloģiju.

Lai precīzāk izprastu augsnes apstrādes tehnoloģiju ietekmi uz augu attīstību, izmēģinājuma laukā iesēts sarkanais āboliņš tīrsējā. Analizējot siena ražu (20.att.) jāsecina, ka nav novērojamas būtiskas atšķirības, starp tradicionālo un pētāmo tehnoloģiju, kas liecina, ka pakotājfrēzes izmantošana nesamazina zālaugu produktivitāti. Pirmajā gadā pat novērots siena ražas pieaugums frēzētajā nogabalā. Tas saistāms ar apstākli, ka izmantojot pakotājfrēzi, tiek kvalitatīvi iestrādātas daudzgadīgās nezāles (21.att.), kā rezultātā augu attīstība dīgstā stadijā un secīgi arī pirmā gada siena raža ir produktīvāka.



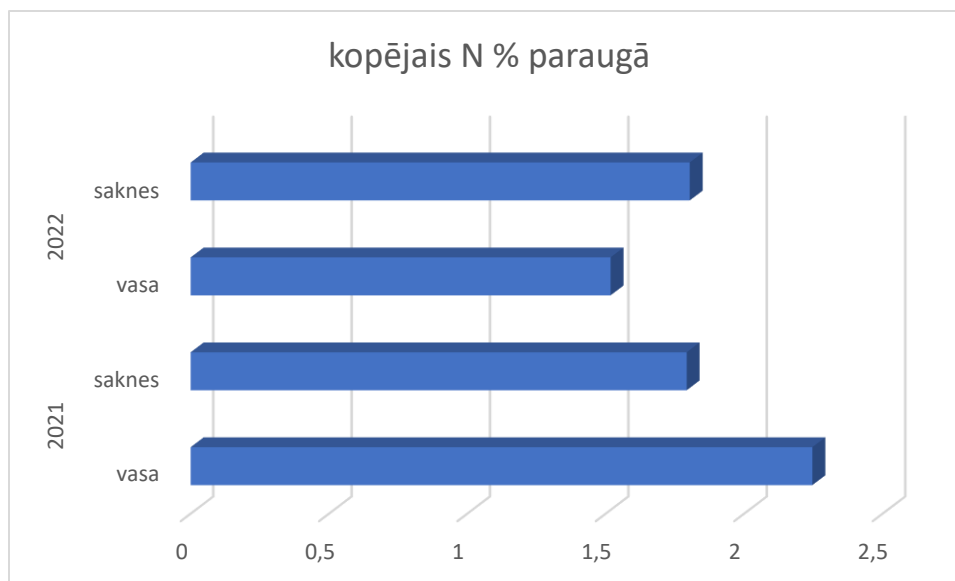
20. att. Sarkanā āboliņa siena raža.



21.att. Augsnes virskārta pēc apstrādes ar arklu (fotogrāfijā pa kreisi) un ar pakotājfrēzi (fotogrāfijā pa labi)

Tauriņziežus, tai skaitā sarkano āboliņu iekļauj augsekās, lai nodrošinātu kvalitatīvu pārtiku, kā arī lai palielinātu slāpekļa saturu augsnē. Lai definētu slāpekļa saturu pētītajos

augos veiktas slāpekļa analīzes zaļmasā (Kjeldāla metode) Iegūtie rezultāti aplūkojami 21.att.,



21.att. Slāpekļa saturs sarkanā āboliņa zaļmasā.

## Projekta ieguvumi sadarbības partnerim Z/S “Kalna Viesītes”

Sadarbības rezultātā projekta ietvaros lauksaimnieka ieguvumi iedalāmi trīs grupās:

1. Tiešie materiālie;
2. Tiešie nemateriālie;
3. Netiešie nemateriālie.

Tiešajos materiālajos ieguvumos ieskaitāma aprobējamās iekārtas iegūšana īpašumā, tās izmantošana augsnes sagatavošanā lopbarības ieguvei projekta laikā un turpmāk. Tiešie nemateriālie ieguvumi ir visa tā informācija, kas iegūta, apstiprinot vai noliedzot projekta sākumposmā izvirzīto hipotēzi par aprobējamās iekārtas darbības īpatnībām lauka apstākļos: iekārtas izturība, optimālais darbības dziļums, maksimālais pieļaujamais darbības ātrums, psefitu iestrādes īpatnības, augu daļu iestrādes īpatnības, augsnes sakārtas izmaiņas iekārtas darbības rezultātā utml. informācija, kas iegūstama tikai izmēģinot iekārtu lauka apstākļos, ko nodrošināja projekta īstenošana. Nosacīti tiešos nemateriālos ieguvumus var iedalīt tajos, ko lauksaimnieks ieguva uzreiz izmantojot iekārtu augsnes apstrādei (iekārtas ātrums, jauda, dziļums, izturība utml.) un tajos, kas iegūti no secinājumiem, ko veikuši pētnieki izmantojot padziļinātu lauka izpēti *in situ* un laboratorijas apstākļos (augšnes sakārtas izmaiņas izmantojot aprobējamo iekārtu un tās salīdzinājums ar tradicionāli izmantoto augsnes apstrādes sistēmu).

Netiešie nemateriālie ieguvumi ir visa tā informācija, ko pētnieki snieguši lauksaimniekam pēc pētījumu veikšanas, kas tieši neietekmē secinājumus par iekārtas derīgumu augsnes apstrādei, bet paplašina nākotnes prognozes par projektā izmantotā nogabala izmantošanu turpmāk (augšnes priekšizpēte, augsnes analīzes utml.), kā arī nodrošina padziļinātu izpratni, par agrotehniskiem pasākumiem, kas varētu sniegt lielāku lopbarības ražu projektā iesaistītajā zemes nogabalā. Tāpat pie netiešiem nemateriāliem ieguvumiem pieskaitāmi projekta laikā iegūtie jaunie kontakti ar pētniekiem un mutiskās konsultācijas lauka apstākļos par dažādām tēmām, kas nav tieši saistītas ar projekta izpildi.

NACIONĀLAIS  
ATTĪSTĪBAS  
PLĀNS 2020



EIROPAS SAVIENĪBA  
EIROPA INVESTĒ LAUKU APVIDOS  
Eiropas Lauksaimniecības fonds  
lauku attīstībai

Atbalsta Zemkopības ministrija un Lauku atbalsta dienests

## Pateicība

Projekts “Akmeņu relokācijas metodes aprobācija grūti apstrādājamu, akmeņainu augšņu fizikālmehānisko īpašību uzlabošanai” (nr. 19-00-A01620-000077) tiek īstenots ar Eiropas Savienības Eiropas Lauksaimniecības fonda lauku attīstībai atbalstu apakšpasākumā 16.2 "Atbalsts jaunu produktu, metožu, procesu un tehnoloģiju izstrādei". Projekta partneri ir LLU un Z/S “Kalna Viesītes”.



Atbalsta Zemkopības ministrija un Lauku atbalsta dienests

### Secinājumi

1. Augsnes priekšizpēte un pamatzpēte uzrāda paaugstinātu skeleta daudzumu pētītajā zemes nogabalā.
2. Augsnes apstrādes tehnoloģiju izpēte uzrāda, ka pakotājfrēze uzlabo augsnes sakārtu, vienlaikus nesamazinot zālaugu ražu.
3. Pakotājfrēzes darbības specifika, kas nosaka 3X samazinātu gājienu skaitu, paredz samazinātas darba stundas un degvielas patēriņu.
4. Augsnes pakotājfrēze papildus gaidītajiem rezultātiem uzrāda augstu produktivitāti, izmantojot zaļmēslojuma iestrādei.
5. Reversas darbības pakotājfrēze ir rekomendējama izmantošanai akmeņainu augšņu apstrādei Latvijas teritorijā.
6. Reversas darbības pakotājfrēze ir rekomendējama izmantošanai nepļauta zaļmēslojuma iestrādei visa veida augsnēs Latvijas teritorijā.



## Publicitāte

- Vecauce 2020 (raksts un mutiska prezentācija)
- Augšnes diena 2021 (mutiska prezentācija)
- LU conference 2022 (mutiska prezentācija)
- Augšnes fizikas konference Ķedainos, Lietuvā (1 mutiska, 1 postera prezentācija, abstrakti)
- WRB lauka darbnīca Islandē (mutiska prezentācija un diskusijas ar lauksaimniekiem)
- Agroeco 2022 Lietuvā (postera prezentācija)
- Augšnes diena 2022 (mutiska prezentācija)
- LU konference 2023 (mutiska prezentācija)
- LU studentu konference (mutiska prezentācija)
- 4 per 1000 conference Somijā (diskusija, zināšanu pārnese)
- Attālinātā Ukrainas Dārzkopju konference (mutiska uzstāšanās, abstrakts)
- Lekcija Ozolnieku LLKC (mutiska prezentācija, diskusija)
- Iesniegts raksts Lietuvas konferencei
- Periodiski raksti par projekta virzību LLU (LBTU) mājas lapā
- Projekta ietvaros izstrādāts bakalaura darbs:

**“ATSEVIŠĶU ZIEMEĻVIDZEMES AUGŠŅU ĪPAŠĪBU RAKSTUROJUMS”**

**KALVIS BĒRZIŅŠ**