

ALEKSANDRO STULGINSKIO UNIVERSITETAS

ŽEMĖS ŪKIO INŽINERIJOS FAKULTETAS

ŽEMĖS ŪKIO INŽINERIJOS IR SAUGOS INSTITUTAS

Martynas Navickas

**GILUMINIO PARENTUVO DARBINIO GREIČIO ĮTAKA
NORAGŲ DILIMUI, TRAKTORIAUS RATŲ
BUKSAVIMUI IR DEGALŲ SĄNAUDOMS**

Magistratūros studijų baigiamasis darbas

Studijų sritis: Technologijos mokslai

Studijų kryptis: Mechanikos inžinerija

Studijų programa: Ž. ū. mechanikos inžinerija

Akademija, 2015

Baigiamųjų darbų ir egzaminų vertinimo komisija:

(Patvirtinta Rektoriatas (2015 m. balandžio 23 d.) įsakymu Nr. 124-PA

Pirmininkas: Europos žemės ūkio inžinierių draugijos narys, prof. habil. Dr. Bronius Kavolėlis
(socialinis dalininkas, mokslininkas)

Nariai:

1. Žemės ūkio inžinerijos fakulteto dekanas, Žemės ūkio inžinerijos ir saugos instituto doc. dr. Rolandas Domeika (mokslininkas)
2. Jėgos ir transporto mašinų inžinerijos instituto prof. dr. Gvidonas Labeckas (mokslininkas)
3. Žemės ūkio inžinerijos ir saugos instituto prof. Eglė Jotautienė (mokslininkė)
4. UAB „DOJUS agro“ gen. dir. Audrius Kavaliauskas (socialinis dalininkas, praktikas profesionalas)

Mokslinis vadovas	Prof. dr. Egidijus Šarauskis, Aleksandro Stulginskio universitetas
-------------------	--

Recenzentas	Doc. dr. Vidmantas Butkus, Aleksandro Stulginskio universitetas
-------------	---

Instituto direktorius	Prof. dr. Dainius Steponavičius, Aleksandro Stulginskio universitetas
-----------------------	---

Oponentas	Doc. dr. Algirdas Janulevičius, Aleksandro Stulginskio universitetas
-----------	--

ALEKSANDRO STULGINSKIO UNIVERSITETAS
ŽEMĖS ŪKIO INŽINERIJOS FAKULTETAS
ŽEMĖS ŪKIO INŽINERIJOS IR SAUGOS INSTITUTAS

Magistratūros studijų baigiamasis darbas

Giluminio purentuvo darbinio greičio įtaka noragų dilimui, traktoriaus ratų buksavimui ir degalų sąnaudoms

Autorius: Martynas Navickas

Vadovas: Prof. dr. Egidijus Šarauskis

Kalba – lietuvių

Darbo apimtis – 47 p.

Paveikslų skaičius – 35

Lentelių skaičius – 1

Naudota informacijos šaltinių – 35

Priedų skaičius – 2

SANTRAUKA

Darbo tikslas – nustatyti giluminio purentuvo darbinio greičio įtaką noragų dilimui, traktoriaus ratų buksavimui ir degalų sąnaudoms.

Darbo aktualumas – norint pagerinti sutankintų dirvos sluoksnių aeracines savybes reikia atlikti giluminį purenimą. Ši technologinė operacija reikalauja didelių energijos, ekonominių ir laiko sąnaudų, todėl racionaliam technologiniam procesui užtikrinti reikia nustatyti tinkamą darbinį greitį.

Tyrimų rezultatai – atlikta literatūrinė analizė, pagal sudarytą metodiką atlikti eksperimentiniai tyrimai, nustatytos giluminio purentuvo darbinio greičio įtakos darbinių dalių dilimui, traktoriaus ratų buksavimui ir sunaudojamų degalų kiekiui priklausomybės. Atsižvelgiant į giluminio purentuvo gamintojo pateiktas charakteristikas, tyrimams atlikti, pasirinkti 3 skirtingi darbiniai greičiai (5,5; 7,0; 8,5 km·h⁻¹), pagal kuriuos nustatytas noragų nudilimo intensyvumas, traktoriaus degalų sąnaudos ir ratų buksavimas technologinėse ir netechnologinėse vėžėse. Bandymų rezultatai parodė, kad didinant darbinį greitį visi tirti rodikliai didėjo. Nustatyta, kad racionaliausia giluminį purenimą atlikti 7,0 km·h⁻¹ netechnologinėse vėžėse, o technologinėse vėžėse 5,5 km·h⁻¹ greičiu.

Reikšminiai žodžiai: Giluminis purenimas, noragų dilimas, ratų buksavimas, degalų sąnaudos, darbinis greitis.

ALEKSANDRAS STULGINSKIS UNIVERSITY
FACULTY OF AGRICULTURAL ENGINEERING
INSTITUTE OF AGRICULTURAL ENGINEERING AND SAFETY

Master theses

The Influence of Operating Speed of Deep Tillage on Ploughshare Wear, Tractor Wheel Slippage and Fuel Consumption

Author: Martynas Navickas

Supervisor: Prof. dr. Egidijus Šarauskis

Language – Lithuanian

Pages – 47 p.

Pictures – 35

Tables – 1

Sources of literature – 35

Annexes – 2

SUMMARY

The object of the work – deep soil loosening working speed impact to ploughshare wear, tractor wheel slippage and fuel consumption.

The aim of the research – to improve soil aeration properties should perform thorough scarification, this technological operation requires significant energy, economic and time costs, so you need to choose the correct operating speed of its rational performance.

The results – the literary review of the research, which analyzed the dependence rate on operating units to wear of working parts, as well as tractor fuel consumption and wheel slippage. According deep soil loosening machines manufacturer's characteristic working speed range, select 3 working speeds (5.5, 7.0, 8.5 km · h⁻¹), which was found to ploughshares wear intensity, tractor fuel consumption and wheel slippage on term and non-term lines. The results showed that increasing the operating speed of all the investigated indicators increased. It was found that the most rational deep soil loosening do in non-term lines at 7 km·h⁻¹ and on the term lines at 5,5 km·h⁻¹.

Keywords: deep soil loosening, ploughshares wear, wheel slippage, fuel consumption, working speed.

TURINYS

IVADAS.....	8
1. INFORMACINIŲ ŠALTINIŲ APŽVALGA	9
1.1. Dirvos fizikinės – mechaninės savybės	9
1.2. Žemės dirbimo būdai ir jų įtaka dirvos savybėms	11
1.3. Giluminiai porentuvai ir jų darbinės dalys	14
1.4. Giluminio porentuvo darbinio greičio įtaka noragų dilimui	18
1.5. Darbinio greičio įtaka traktoriaus ratų buksavimui	21
1.6. Darbinio greičio įtaka traktoriaus degalų sąnaudoms	24
1.7. Informacinių šaltinių apibendrinimas	27
2. TYRIMŲ TIKSLAS IR UŽDAVINIAI.....	28
3. TYRIMŲ METODIKA.....	29
3.1. Eksperimentinių tyrimų vieta, tyrimų objektai	29
3.2. Dirvos kietumo ir drėgnio nustatymas.....	30
3.3. Noragų nudilimo matavimas.....	32
3.4. Traktoriaus ratų buksavimo nustatymas	33
3.5. Traktoriaus degalų sąnaudų nustatymas	34
4. TYRIMŲ REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS.....	35
4.1. Dirvos kietumas ir drėgnis prieš ir po giluminį purenimą	35
4.2. Giluminio porentuvo noragų dilimas	37
4.3. Traktoriaus ratų buksavimas	37
4.4. Traktoriaus degalų sąnaudos.....	39
IŠVADOS.....	42
INFORMACIJOS ŠALTINIŲ SĄRAŠAS	43
MOKSLINIO DARBO APROBACIJA.....	46
PRIEDAI	47
1 priedas	48
2 priedas	49

AIŠKINAMASIS TERMINŲ ŽODYNAS

a	m	dirvos purenimo gylis;
b	m	darbinis plotis
D_m	proc.	dirvos mechaninė sudėtis;
e	$\text{kNs}^2 \cdot \text{m}^{-4}$	dinaminis traukos koeficientas;
f	–	trinties koeficientas;
F	kg (N)	jėga, būtina kietmačiui įspausti į dirvą;
F_t	kN	traukos jėga;
g	$\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$	laisvojo kritimo pagreitis;
G	N	sunkio jėga;
k	MPa	dirvos kietumas;
k_s	$\text{kN} \cdot \text{m}^{-2}$	specifinis dirvos koeficientas;
K_1	mm	pirmas norago ilgio matavimo taškas;
K_2	mm	antras norago ilgio matavimo taškas;
K_3	mm	trečias norago ilgio matavimo taškas;
K_m	$\text{g} \cdot \text{ha}^{-1}$	norago masės mažėjimas ploto vienetui;
K_n	$\text{mm} \cdot \text{ha}^{-1}$	norago linijinių matmenų mažėjimas įdirbus ploto vienetą;
K_a	mm	norago ilgis prieš bandymą;
K_b	mm	norago ašmenų ilgio vidurkis po bandymo;
L	m	norago ašmenų ilgis;
L_1	m	prieš noragą sutrupintas dirvos sluoksnis;
m	kg	masė;
m_d	g	dirvos drėgniui nustatyti mėginio masė;
m_s	g	išdžiovinto dirvos pavyzdžio masė;
m_{max}	g	norago masė prieš bandymą;
m_{min}	g	norago masė po bandymo;
n_d	m	traktoriaus atliekančio darbinę operaciją varančiojo rato nuvažiuotas kelias;
n_{te}	m	traktoriaus neatliekančio darbinės operacijos varančiojo rato nuvažiuotas kelias;
P_1	N	dirvos priešpriešos pjovimui jėga;
P_2	N	dirvos sluoksnio inercijos jėga;

P_3	N	jėga, įvertinti dirvos priešpriešos pjovimo ir trinties jėgų poveikį norago darbiniam paviršiui;
p	proc.	dirvos poringumas;
S	cm ²	kietmačiu į dirvą spaudžiamo antgalio plotas;
S_p	ha	įdirbtas plotas;
S_t	proc.	dirvos struktūra;
t	m	žemės dirbimo agregato darbinis gylis;
V	cm ³	dirvos mėginio tūris;
V_e	m·s ⁻¹	dirvos sluoksnio keliamojo greičio vektorius;
V_m	m·s ⁻¹	mašinos judėjimo greičio vektorius;
V_g	m·s ⁻¹	dirvos sluoksnio judėjimo absoliutusias greitis;
v	m·s ⁻¹	agregato darbinis greitis;
Q	l·ha ⁻¹	degalų sąnaudos;
w_a	proc.	dirvos drėgnis;
ρ	g·cm ⁻³	dirvos tankis;
δ	proc.	traktoriaus ratų buksavimas.
α	laipsniai	jėgų padėties kampai;
φ	laipsniai	jėgų padėties kampai;
λ	laipsniai	jėgų padėties kampai;
β	laipsniai	trupinimo kampas;

IVADAS

Žemės dirbimas reikalingas, kad augalai tinkamai galėtų vystytis dirvoje. Dėl didelio žemės dirbimo intensyvumo nuolat kinta dirvos mechaninės – fizikinės savybės, blogėja dirvožemio aeracija ir biologinės savybės. Taikant bent kurį žemės dirbimo būdą, dirva sutankinama, kietėja įvairiuose dirvožemio sluoksniuose, taip pat susidaro vadinamieji arimo arba skutimo padai. Norint pagerinti dirvos savybes reikia giliai purenti dirvas giluminiais purentuvais.

Giluminius purentuvus gamina dauguma garsiausių žemės dirbimo agregatų gamintojų, tik nevisi agregatai tinkamai pagal agrotechninius reikalavimus atlieka savo darbą. Svarbiausias giluminiams purentuvams keliamas agrotechninis reikalavimas, tai nemaišyti dirvos sluoksnių.

Atliekant giluminį purenimą sugaištama daug laiko, bei sunaudojama daug energijos ir ekonominių kaštų. Siekiant kuo racionaliau išnaudoti traktorių ir giluminį purentuvą būtina žinoti tinkamą darbinį greitį. Nuo agregato darbinio greičio priklauso jo darbinių dalių dilimas, taip pat traktoriaus ratų buksavimas, bei degalų sąnaudos.

Tyrimų tikslas – nustatyti giluminio purentuvo darbinio greičio įtaką noragų dilimui, traktoriaus ratų buksavimui ir degalų sąnaudoms.

Uždaviniai:

1. Apžvelgti žemės dirbimo būdų įtaką dirvos mechaninėms – fizikinėms savybėms;
2. Išnagrinėti žemės dirbimo agregatų darbinio greičio įtaką darbinių dalių dilimui, traktoriaus ratų buksavimui ir degalų sąnaudoms;
3. Parengti eksperimentinių tyrimų metodiką;
4. Eksperimentiniais tyrimais nustatyti giluminio purentuvo darbinio greičio įtaką noragų dilimui, traktoriaus ratų buksavimui ir degalų sąnaudoms.

1. INFORMACINIŲ ŠALTINIŲ APŽVALGA

1.1. Dirvos fizikinės – mechaninės savybės

Esant dideliame žemės dirbimo intensyvumui, bei didelės masės žemės dirbimo mašinų naudojimui, dirvos fizikinės – mechaninės savybės nuolat kinta. Didžiausią įtaką žemės dirbimo mašinų poveikiui turi šios dirvos fizikinės – mechaninės savybės [1,2]:

- Dirvožemio mechaninė sudėtis;
- Dirvos struktūra;
- Dirvos kietumas;
- Dirvos tankis;
- Dirvos drėgmė;
- Dirvos trintis ir kt.;

Dirvožemio mechaninė sudėtis (*dirvos granulimetrinė sudėtis*) – sausosios masės vieneto įvairaus stambumo dirvožemio mineralinių dalelių santykinis kiekis. Jos sudaro apie 85 % dirvožemio masės, o pagal dydį jos skirstomos į frakcijas. Žemės dirbimo metu skirtingas frakcijų kiekis turi didelę reikšmę žemės dirbimo mašinų lyginamajam pasipriešinimui ir jų darbinių dalių nusidėvėjimui [2,3].

Struktūra – atskirų granulimetrinių dalelių skirtingo dydžio ir formos dirvožemio agregatai (grumsteliai). Dirvožemio galimybė sutrupėti į agregatus vadinama struktūringumu. Dirvožemio struktūra pagal agregatų dydį skirstomi į [2]:

- a) *Megastruktūra* (grumstinė struktūra, kai agregatai didesni nei 10 mm skersmens);
- b) *Makrostruktūra* (trupininė struktūra, kai agregatai 0,25 – 10 mm skersmens);
- c) *Mikrostruktūra* (dulkinė struktūra, kai agregatai mažesni nei 0,25 mm skersmens).

Dirvos kietumas – dirvožemio ypatybė priešintis bent kokio daikto skverbimuisi į dirvą. Dirvos kietumo matavimui dažniausiai naudojami kietmačiai arba penetrometrai, kai į dirvą spaudžiamas kūgio arba rutuliuko formos antgalis. Jų įsiskverbimo į dirvą lyginamasis pasipriešinimas charakterizuoja dirvos kietumą (MPa). Dirvos kietumui k apskaičiuoti naudojama formulė [1,4]:

$$k = \frac{F}{S}. \quad (1)$$

čia F – jėga, būtina kietmačiui įspausti į dirvą kg;
 S – spaudžiamo antgalio plotas cm^2 .

Dirvos kietumas labiausiai priklauso nuo dirvos drėgnio ir dirvos struktūros. Humusas ir drėgnis mažina dirvos kietumą, bet jei granulimetrinė sudėtis yra vienalytė, dirvos kietumas didėja spaudžiant matavimo prietaisą gilyn į dirvą, tai nustatoma pritaikius formulę [5]:

$$k = F(w_a; p; D_m; S_t) \quad (2)$$

čia w_a – dirvos drėgnis %;
 p – dirvos poringumas %;
 D_m – dirvos mechaninė sudėtis %;
 S_t – dirvos struktūra %.

Dirvos kietumas skirstomas į šias grupes [6]:

- labai kietos vienalytės > 10 MPa;
- labai kietos – 5–10 MPa;
- kietos – 3–5 MPa;
- kietokos – 2–3 MPa;
- purokos – 1–2 MPa;
- purios – < 1 MPa.

Dirvos tankis – natūralaus purumo ir absoliučiai sausos dirvos masė tūrio vienetu. Dirvos tankis ρ ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$) apskaičiuojamas [4]:

$$\rho = \frac{m}{V}, \quad (3)$$

čia m – išdžiovinto dirvos pavyzdžio masė g;
 V – dirvos mėginio tūris cm^3 .

Tankis greitai kintantis dydis, nurodantis dirvožemio fizinę būklę. Pagal dirvos tankį skiriami tokie dirvožemiai [2]:

- palaidi – mažiau kaip $1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$;

- purūs – 1-1,2 g·cm⁻³;
- glūdoki – 1,2-1,4 g·cm⁻³;
- glūdūs – 1,4-1,6 g·cm⁻³;
- kietoki – 1,6-1,8 g·cm⁻³;
- kieti – 1,8-2 g·cm⁻³;
- labai kieti – daugiau kaip 2 g·cm⁻³;
- įvairaus purumo durpės – nuo 0,08 iki 0,5 g·cm⁻³.

Dirvos drėgnis – tam tikras dirvožemyje esantis kiekis molekulių pavidalo vandens su jame ištirpusiais junginiais. Per didelis kiekis vandens dirvoje daro neigiama įtaką dirvožemio struktūrai, žemės dirbimo agregatų darbui, bei įdirbimo kokybei. Dirvos drėgnis w_a (%) apskaičiuojamas pagal formulę [2,4]:

$$w_a = \frac{m_d - m_s}{m_s} \cdot 100, \quad (4)$$

čia m_d – drėgno dirvos mėginio masė g;
 m_s – išdžiovinto dirvos mėginio masė g.

Trintis – dirvos savybė priešintis judėjimui. Egzistuoja dvi trinties rūšys: vidinė ir išorinė. Vidinė, kai dirvožemio dalelės juda viena kitų atžvilgiu, t.y. trinasi tarpusavyje. Išorinė trintis atsiranda tarp dirvožemio ir bet kokios kitos medžiagos, pvz., žemės dirbimo mašinos darbinį dalių. Išorinė trintis dažniausiai būna mažesnė už vidinę trintį. f – trinties koeficientas, kuris įvertina trintį [2].

1.2. Žemės dirbimo būdai ir jų įtaka dirvos savybėms

Žemės dirbimas – tai mechaninėmis priemonėmis apversti, supurenti, sumaišyti, sutankinti dirvos dirbamąjį sluoksnį, norint pagerinti dirvožemio aeracines, biologines ir fizines savybes. Tokiu būdu augalams sudaromos tinkamos sąlygos augti ir vystytis dirvoje. Pagrindiniai žemės dirbimo uždaviniai [2]:

- mechaniškai veikiant dirvą atkurti jos fizikines ir biologines savybes;
- nepažeisti dirvos struktūros, saugoti dirva nuo vėjo ir vandens erozijos;

- reguliuoti dirvoje drėgmės, oro bei šilumos režimą ir sudaryti tinkamas sąlygas mikroorganizmų veiklai;
- įterpti į dirvą trąšas, ražieną ir kitas augalines liekanas;
- sunaikinti piktžolių ir kai kurių augalų kenkėjų bei ligų pradus;
- išlyginti dirvos paviršių arba atlikti paviršiaus profiliavimą ir paruošti dirvą sėjai;
- sunkios mechaninės sudėties dirvos greitai supuola, praranda poringumą, tampa rišlios, kietos, o oro ir vandens režimas – blogesnis;
- lengvos mechaninės sudėties dirvos mažiau arba visiškai nesupuola, mažiau rišlios, todėl jas reikia rečiau purenti.

Žemės dirbimas dažniausiai skirstomas į tris pagrindines kategorijas: tradicinį, beariminį ir tiesioginį. Tradiciniu žemės dirbimu priimta vadinti kai yra ariama. Arimui dažniausiai naudojami verstuviniai plūgai: vienpusio vertimo (1.1 a pav.) arba apverčiamieji (1.1 b pav.). Ariant dirva apverčiama ir iš dalies supurenama per visą ariamąjį sluoksnį [6].



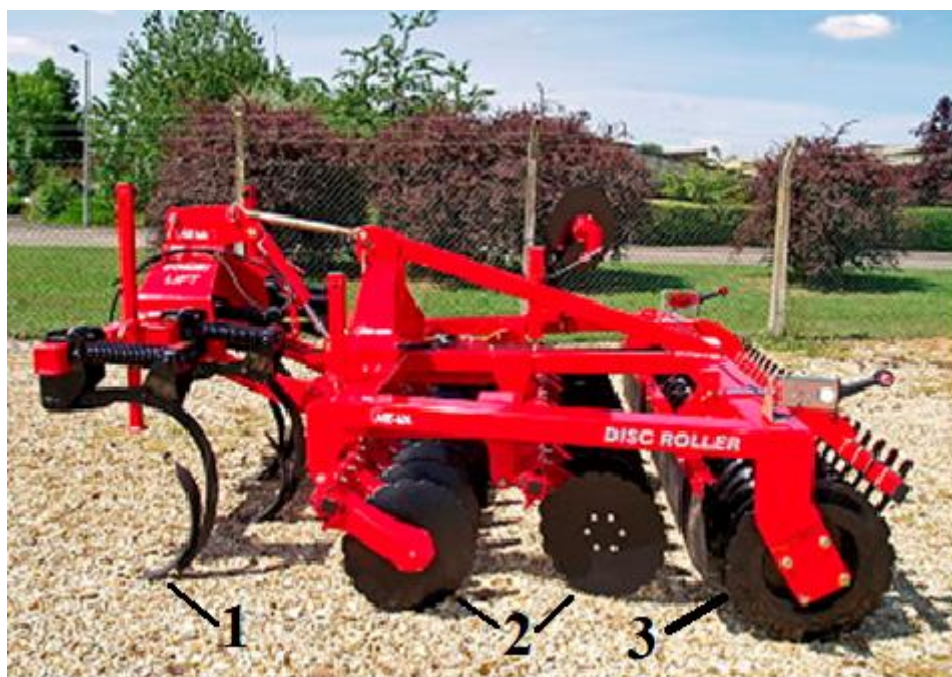
1.1 pav. Plūgų tipai: a – vienpusio vertimo, b – apverčiamas [7]

Su plūgu pravažius vieną kartą nepaliekamos ražienos ir šiaudų liekanos paviršiuje, taip pat užverčiami kultūrinių augalų kenkėjai, piktžolės ir jų sėklos. Viršutinis ariamasis dirvos sluoksnis įverčiamas į vagos dugną, o apatinis sluoksnis iškeliamas į paviršių. Tradicinis žemės dirbimas daugiausiai darbo reikalaujantis procesas, kuriam tenka apie 40 % visų žemės dirbimo išlaidų [2,6,8].

Eksperimentiniais tyrimais nustatyta, kad dirvą dirbant tradiciniu būdu energetinės sąnaudos siekia nuo 200 iki 360 MJ · ha⁻¹, o pritaikius beariminį žemės dirbimą energetinės sąnaudos mažėja iki 100 – 230 MJ · ha⁻¹. Kiti mokslininkų atlikti tyrimai parodė, kad tradicinį

žemės dirbimą pakeitus į beariminį galima sutaupyti $12 - 27 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ degalų, o darbo našumą padidinti $16 - 22 \%$ [9,10].

Beariminis žemės dirbimas – lėkštiniais, noraginiais arba kombinuotais padargais (1.2 pav.) sekus dirbamojo sluoksnio įdirbimas, kitaip dar vadinamas skutimu. Šiuo dirvos dirbimo būdu siekiama pakirsti įvairių augalų šaknis, supurenti dirvožemio paviršių, taip sumažinant drėgmės išgaravimą [1,2].

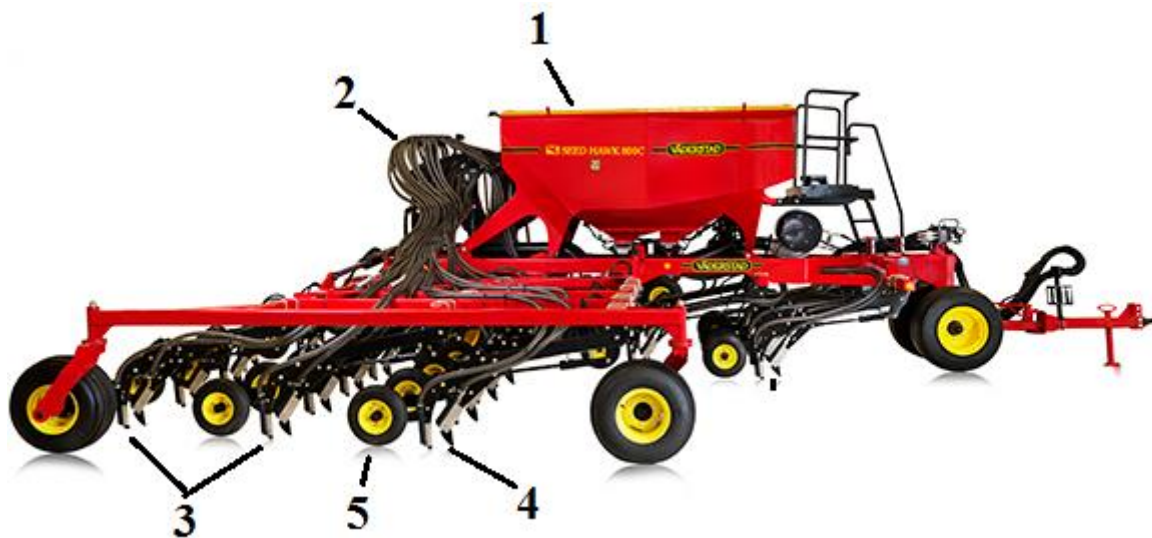


1.2 pav. Kombinuotas beariminės žemės dirbimo agregatas: 1 – strėlinis noragas; 2 – lėkštės; 3 – prispaudimo volas [11]

Eksperimentiniais tyrimais įrodyta, kad dirbant dirvą beariminiu būdu arba taikant tiesioginę sėją galima pagerinti dirvos struktūrą. 2009 – 2010 m. ASU Bandymų stotyje taikant įvairias žemės dirbimo sistemas nustatyta, kad viršutiniame dirvos sluoksnyje prieš rudeninį žemės dirbimą mega struktūros didžiausias kiekis aptiktas giliai artuose laukeliuose, o mažiausias – tiesioginės sėjos laukeliuose. Atlikus rudeninį žemės dirbimą mega struktūros mažėjimas aptiktas tik tradicinio žemės dirbimo laukeliuose, nes ariant struktūrą trupinama į mažesnio diametro grumstelius, o kitose dirbimo sistemose mega struktūra padidėjo dėl drėgmės kiekio esančio dirvoje. Struktūrai įtakos turi drėgmės kiekis esantis dirvoje, o nuo granulometrinės sudėties ir dirvos tankio priklauso drėgmės kiekis dirvožemyje. Tais pačiais tyrimais nustatyta, kad augalų vystymosi metu beariminio žemės dirbimo ir tiesioginės sėjos laukeliuose drėgmės kiekis išlieka didesnis, nei tradicinių būdų įdirbtuose laukeliuose [1].

Tiesioginė sėja – žemės dirbimo būdas, kai sėklos įterpiamos į dirvožemį nuo praėjusio derliaus neįdirbtą dirvą specialiai tam pritaikyta sėjamąja (1.3 pav.). Tiesiogiai sėjama gali būti į

ražieną, į pievą arba po kaupiamųjų augalų. Lietuvoje pradėta taikyti palyginus nesenai, dažniausiai toks žemės dirbimo būdas naudojamas sausringuose augalininkystės regionuose, pvz., Kanadoje, JAV, Rusijoje, Australijoje ir t.t. [2,12]



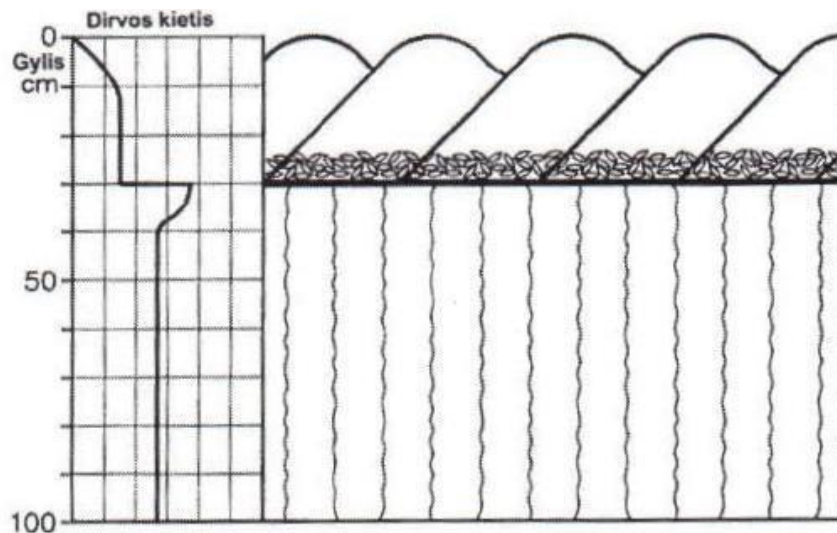
1.3 pav. Tiesioginė sėjamoji „Vaderstad Seed Hawk“: 1 – sėkladėžė; 2 – išsėjimo aparatas; 3 sėklų įterpimo noragėliai; 4 – trąšų įterpimo noragėliai; 5 – prispaudimo ratelis [12]

Tiesioginė sėja turi nemažai privalumų, tai efektyvesnis darbo laiko išnaudojimas, degalų sąnaudų mažinimas, mažesnė dirvos erozija, bei geresnė dirvos struktūra. Deja, neįdirbant dirvos augalininkystės sistemoje, kyla ir tam tikrų problemų. Didžiausia problema, kad negalima piktžolių išnaikinti mechaniniu būdu. Pavasari lėčiau įšyla dirvožemis, dėl to ilgiau dygsta sėklos. Šiuo būdu ne visus augalus galima sėti, dėl sudėtingesnio sėklų įterpimo. Sudėtinga sėjamosios konstrukcija, todėl mažesniems ūkiams neracionalu įsigyti dėl didelės kainos [2,12].

1.3. Giluminiai purentuvai ir jų darbinės dalys

Įdirbant dirvą bent kuriuo žemės dirbimo būdu yra neišvengiama dirvos slėgimo problema. Norint našiau ir greičiau atlikti darbus dirvoje dirba vis našesnė, bet tuo pačiu ir sunkesnė technika. Važinėjant dirvos paviršiumi sunkiomis mašinomis dirvos sluoksnis ratų vėžėse suspaudžiamas iki 0,7 m gylio. Įvertinant tai, kad žemės ūkio padargų traukos mašinų ratai dirvą veikia truputį plačiau nei ratų darbinis plotis, tai tradicinio žemės dirbimo atveju paveikiama apie 90 % viso dirvos paviršiaus [13].

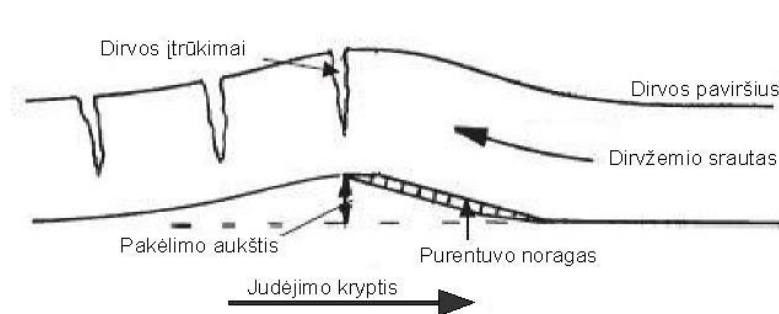
Ariant dirvą plūgo darbinės dalys remiasi į vagos dugną dėl agregato stabilumo, o tai didina dirvožemio kietumą. Daug metų ariant vienodu giliu susidaro vadinamasis armens padas (1.4 pav.). Vagos dugne susidaro atitinkamo storio dirvos sutankėjusio sluoksnio pluta, kuri blogina dirvožemio aeracines savybes, blogėja augalų šaknų vystymasis [1,2].



1.4 pav. Teorinė armens pado schema, 1 m. gylio horizonto pjūvis [8]

Taikant beariminį žemės dirbimo būdą ilgą laiką pastebėtas dar vienas neigiamas dirvožemio sutankinimo reiškinys – skutimo padas. 2002 m. Lietuvos žemdirbystės institute atliktais tyrimais nustatyta, kad atliekant seklių dirvos skutimą metai iš metų vienodu giliu vidutiniškai 10 cm gylyje susiformuoja skutimo padas. Skutimo padas, kaip ir arimo padas turi neigiamos įtakos augalų vystymuisi, vandens aeracijai. Norint panaikinti arimo arba skutimo padą mokslininkai pataria keisti darbinį gylį arba naudoti giluminį dirvos purenimą [13,14].

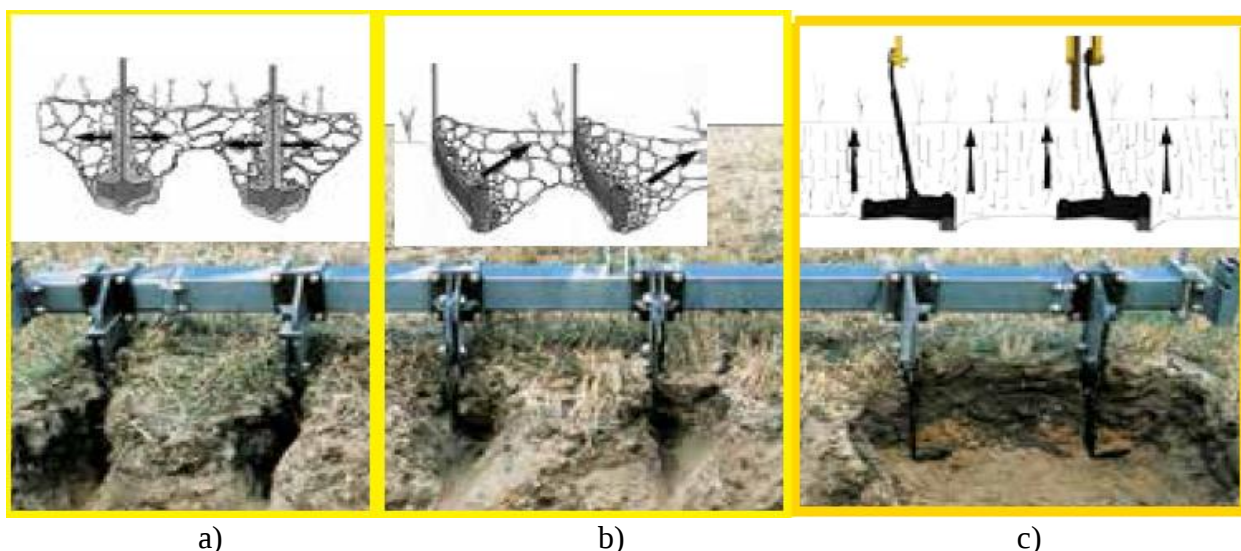
Giluminis dirvos purenimas – tai suslėgto podirvinio purenimas, neverstuviniais žemės dirbimo agregatais pakeliant dirvą į viršų ir gražinant beveik į tą pačią vietą (1.5 pav.), naudojamas tiek artų, tiek neartų dirvožemių podirvio purenimui. Tokiu būdu visas pakeltas plotas dirvos sluoksnis yra sujudindamas, atsiranda didesnių įtrūkimų. Aktualu tai, kad dirvos sluoksnis neapverčiamas ir nesumaišomas. Šiuo procesu siekiama gerinti auginimo sąlygas, kad dirvožemyje tinkamai vyktų mikrobiologiniai procesai, bei dirvos drėgnis ir poringumas būtų optimalūs [2,15,16].



1.5 pav. Dirvos purenimo giluminiais purenimo padargais darbo schema [16]

Dirvos purenimui naudojami giluminiai purentuvai. Giluminio purentuvo pagrindinė darbinė dalis yra noragas. Noragai turi atlikti tinkamą dirvos purenimą pagal jiems keliamus agrotechninius reikalavimus, t.y. suardyti suslėgtą podirvio sluoksnį ir iš gilesnių dirvos sluoksnių neiškelti į paviršių nederlingo dirvožemio. Žemės ūkio padargų rinkoje yra platus asortimentas giluminių purentuvų, skiriasi techniniai parametrai, konstrukcinės ypatybės, galios poreikis vienam darbiniam metrui. Didžiausias dėmesys skiriamas norago formai ir jų kiekiui darbiniam metre, nes nuo to priklauso įdirbimo kokybė ir galios poreikis [17].

Literatūroje dažniausiai išskiriami trejų rūšių noragų tipai, tai siaurakočiai strėliniai, lenkti ir plokšti kaltiniai noragai (1.6 pav.). Noragai tvirtinami ant giluminio purentuvo stovo. Stovas šarnyriškai įtvirtinamas prie rėmo. Dėl dinaminių perkrovų šarnyriškai pritvirtinti stovai turi varžtines, hidraulines arba spyruoklines apsaugas [15,17].



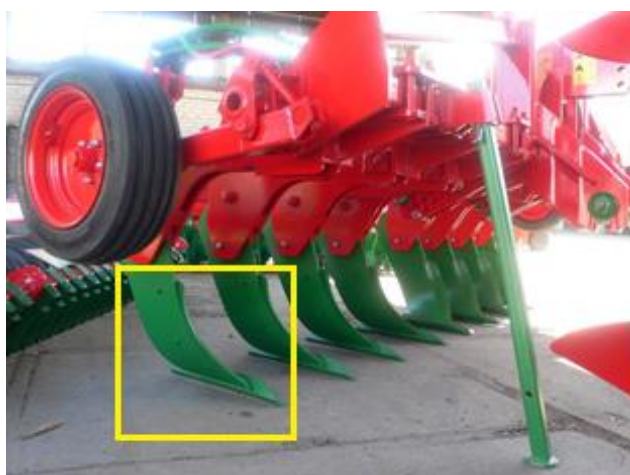
1.6 pav. Įvairių tipų giluminių purentuvų noragų trupinamasis poveikis [16]: a – siaurakočiai strėliniai noragai; b – lenkti noragai; c – plokšti kaltiniai noragai

Siaurakočiai strėliniai noragai (1.6 a pav.) dėl mažų matmenų rečiau išdėstyti tinkamai neišpureną podirvio sluoksnio, o sutankinus noragų skaičių padidėja dylančių detalių skaičius ir pasipriešinimas traukai. Giluminių purentuvų su siaurakočiais strėliniais (1.7 pav.) noragais neracionalu naudoti giluminiam dirvos purenimui, jie labiau tinkami sekliam dirvos skutimui.



1.7 pav. Giluminis purentuvas „QUIVOGN“ su siauriakočiais strėliniais noragais [18].

Lenkti noragai (1.6 b pav.) pagal savo konstrukciją yra netobuli. Atliekant giluminį purenimą noragai kelia į viršų nederlingą dirvos sluoksnį ir grumstus. Tokių purentuvų (1.8 pav.) teigiamą savybę yra ta, kad lengvai į paviršių iškelia podirvio akmenis.



1.8 pav. Giluminis purentuvas su lenktais noragais „UNIA“ [18]

Plokštieji kaltiniai noragai (1.6 c pav.) poarmino sluoksnį purena tolygiau, nemaišo dirvos sluoksnių. Tolygiai išpurenant dirvą visame darbiniam plote reikia mažiau energijos sąnaudų. Rinkoje tinkamiausiais giluminiais purentuvais išsiskiria firmos „Agrisem“ (1.9 a pav.) ir „Kverneland“ (1.9 b pav.).



a)

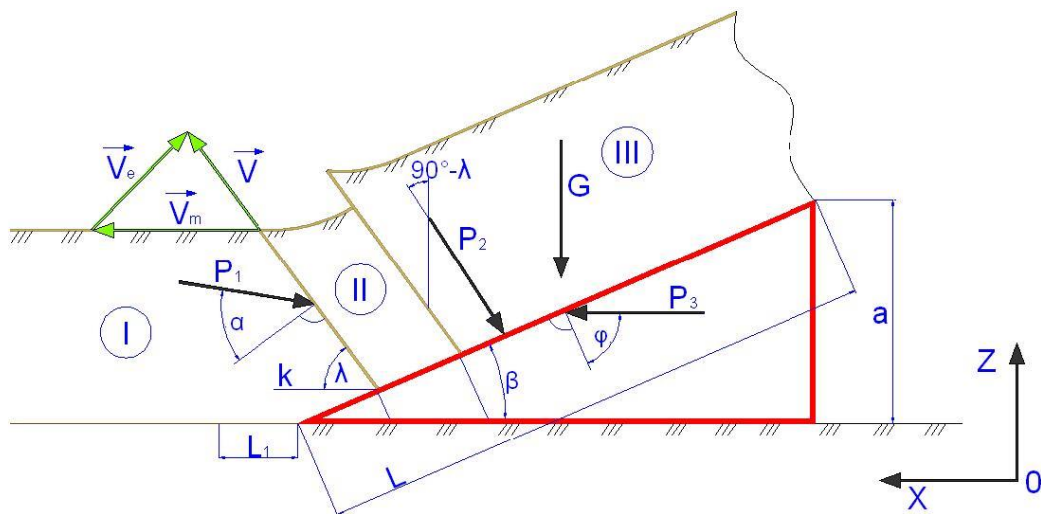


b)

1.9 pav. Giluminiai dirvos purentuvai: a – „Agrisem Cultiplow 52“; b – „Kverneland CLE“ [18]

1.4. Giluminio purentuvo darbinio greičio įtaka noragų dilimui

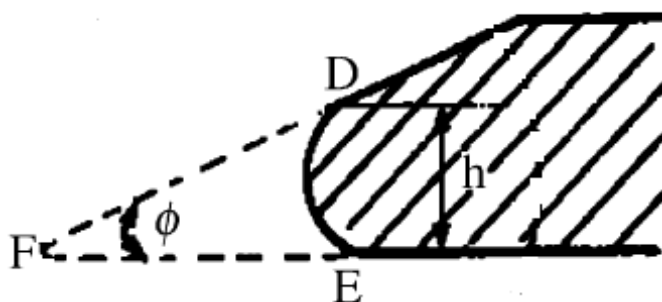
Atliekant gilaus purenimo technologinę operaciją dirvos sluoksnis norago judėjimui priešinasi ir atsiranda pasipriešinimo P_1 (1.10 pav.) jėga dirvos pjovimui, jos kryptis yra priešinga agregato judėjimo kryptčiai. Giluminio purentuvo norago parametrai ir dirvožemio kintančios fizinės – mechaninės savybės apsprendžia P_1 jėgos dydį. Kai dirvos drėgnio režimas normalus, tai pasipriešinimo jėga lygiagreti dirvos dirbimo agregato judėjimo greičio vektoriaus kryptčiai, kai būna sausas ir sutankintas dirvožemis, vektorius nukrypsta nuo horizontalės. Dirvos sluoksnio inercijos jėga P_2 yra nukreipta priešinga absoliutaus greičio vektoriaus sluoksnio kryptimi. Jėga P_3 įvertina dirvos pasipriešinimą pjovimui ir trinties jėgos poveikį norago dilimui, taip pat noragą veikia dirvos sunkio jėga $G=mg$ [19].



1.10 pav. Gilaus purenimo padargo noragą veikiančios apkrovos: P_1 – dirvos priešpriešos pjovimui jėga; P_2 – dirvos sluoksnio inercijos jėga; P_3 – jėga, įvertinti dirvos priešpriešos pjovimo

ir trinties jėgų poveikį norago darbiniam paviršiui; V_e – dirvos sluoksnio keliamojo greičio vektorius; V_m – mašinos judėjimo greičio vektorius; V – dirvos sluoksnio judėjimo absoliutusias greitis; a – dirvos purenimo gylis; L_1 – prieš noragą sutrupintas dirvos sluoksnis; L – norago ašmenų ilgis; α , φ , λ – jėgų padėties kampai; β – trupinimo kampas; I , II , III – dirvos sluoksnio poveikio zonos [19].

Atliekant giluminio purenimo technologinį procesą dirvoje veikia išorinė trintis. Dirvos vidinė trintis (dirva – dirva) yra žymiai didesnė nei išorinė (dirva – noragas). Noragu veikiant dirvą ji deformuojama. Kuo trinties koeficientas didesnis tuo labiau dyla noragai. Dirbant dirvą vyrauja abrazyvinis dilimas, tai sudėtingiausia ir labiausiai paplitusi dilimo rūšis. Giluminių parentuvų darbinės dalys kurios pjauna ir pureną dirvą dyla intensyviausiai. Dirbant dirvą, kinta noragų konstrukciniai parametrai, mašinos darbas tampa nebepastovus. Darbinėms dalims bunkant (1.11 pav.) didėja pasipriešinimas traukai, todėl dažniau tenka keisti nudilusias darbinės dalis, o tai didina žemės dirbimo mašinos eksploatacines išlaidas [20,21].

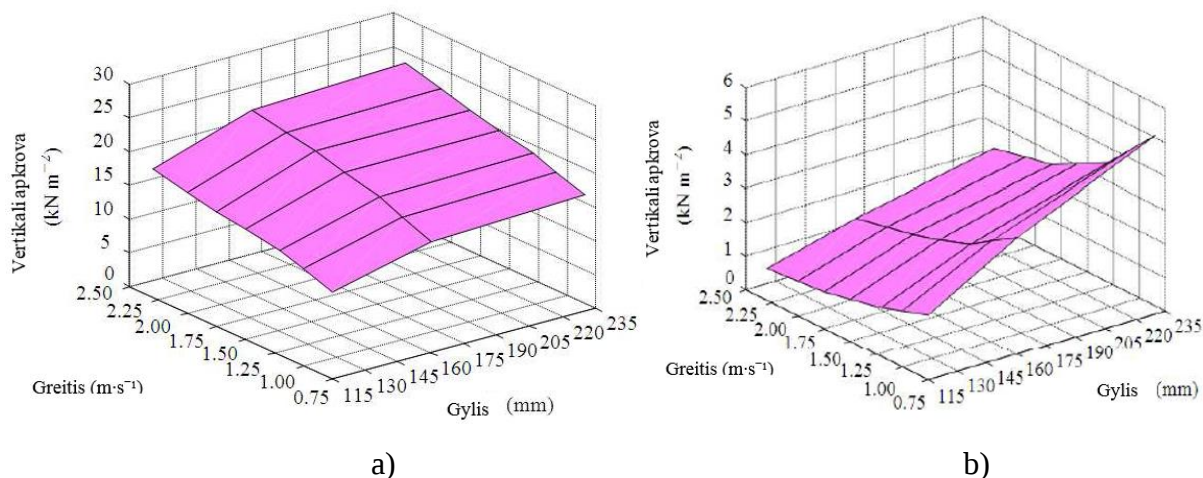


1.11 pav. Norago ašmenų nudilimo matmenų kitimas: h – aukštis, mm ; FD – atstumas nuo pradinių matmenų iki likusių, mm ; FE – ilgis nuo pradinių matmenų iki likusių, mm ; φ – atakos kampas [22].

Žemės dirbimo mašinų darbinų dalių dilimo intensyvumas priklauso nuo trinties koeficiento, kurį pagrinde nulemia dirvos fizikinės – mechaninės savybės, darbinis greitis, pasipriešinimas traukai. Eksperimentiniams tyrimams mokslininkas A. Moghadamet 2006 m. suprojektavo ir sukonstravo aparatą, nustatantį dirvožemio ir metalo trintį. Jis nustatė, kad dirvos trinties koeficientas didėja didėjant dirvos drėgniui, ypač nuo 35 % iki 61 %. Šio tyrimo rezultatus patvirtina ir 2011 m. atlikti S. Hardsono eksperimentiniai tyrimai. Tik šis mokslininkas tyrime naudojo ne tik metalinius noragus, bet ir keramikinius, bei polimerinius. Nustatyta, kad iki 35 % dirvos drėgnio mažiausias trinties koeficientas metalo ir dirvožemio trinties sąveikoje, bet dirvos drėgniui padidėjus iki 45 % mažiausias trinties koeficientas buvo poroje dirva – keramika [23,24].

2010 m. mokslininkas Al-Suhaibani Saudo Arabijoje atliko eksperimentinius tyrimus norint nustatyti žemės dirbimo agregato darbinio greičio įtaką vertikalioms (1.12 a pav.) ir horizontalioms (1.12 b pav.) apkrovoms didinant įdirbimo gylį. Nustatyta, kad didinant darbinį greitį

horizontali apkrova mažėja, bet vertikali didėja įvairiais tirtais būdais. Taip pat nustatyta optimalus darbinis greitis siekiant efektyviai išnaudoti atitinkamą žemės dirbimo agregatą [25].



1.12 pav. Sunkiojo kultivatoriaus darbinio greičio ir dirbimo gylio įtaka apkrovoms: a – vertikaliai, b – horizontaliai [25].

Dirvos kietumas taip pat turi įtakos noragų dilimui, tai įrodė eksperimentiniais tyrimais įrodė graikas A. Natsis. Tirdamas linijinius noragų matmenų mažėjimą jis pastebėjo, kad dirvos kietumui didėjant norago ašmenys greičiau dyla ir bunka. Taip dildamas noragas greičiau praranda savo purenimo savybes ir tenka dažniau juos keisti. Jis taip pat pastebėjo, kad didėjant dirvos drėgniui smėlingame dirvožemyje noragų linijinių matmenų mažėjimas pastebimai didėja. Mokslininkas P. Hrabe savo tyrime teigia, kad nauji noragai intensyviausiai dyla agregatui dirbant pirmus 20 ha, kol nusistovi jų darbo ciklas. Noragų ašmenų smailūs kampai suapvalėja, tada dilimo intensyvumas sumažėja ir panašiomis sąlygomis dirbama, kol nebeatitinka agrotechninių reikalavimų dirvos įdirbimui [22,26].

Noragų nudilimą galima matuoti tūriniu, linijiniu arba masės mažėjimo būdu. A. Natsis savo tyrime noragų nudilimą matavo linijinių matmenų kitimo metodu, naudodamas šią formulę:

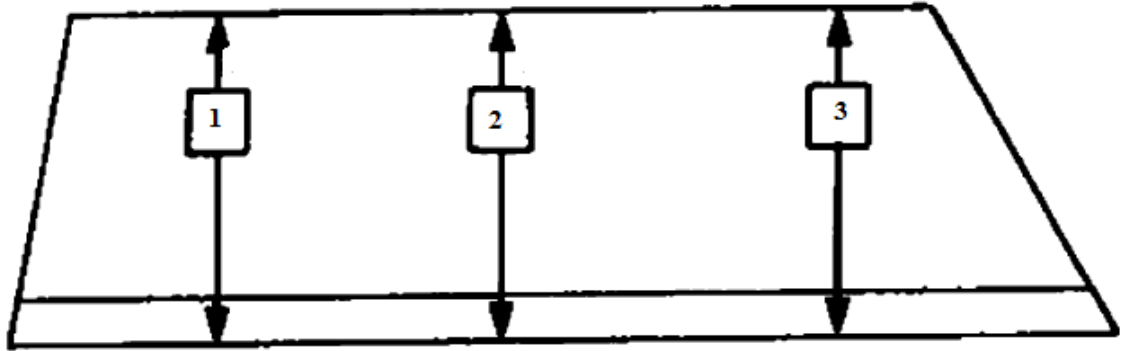
$$K_n = \frac{K_a - K_b}{S_p}, \text{ mm} \cdot \text{ha}^{-1}; \quad (5)$$

čia K_a – norago ilgis prieš bandymą, mm;
 K_b – norago ilgio vidurkis po bandymo, mm;
 S_p – išdirbtas plotas, ha.

Mokslininkas savo bandyme norago ilgio kitimą matavo trijose vietose (1.13 pav.), K_2 yra šių matavimų vidurkis:

$$K_b = \frac{K_1 + K_2 + K_3}{3}, \text{ mm}; \quad (6)$$

čia K_1 – pirmas matavimo taškas, mm;
 K_2 – antras matavimo taškas, mm;
 K_3 – trečias matavimo taškas, mm;



1.13 pav. Linijinių matmenų kitimo matavimo taškai [22].

Kitas būdas kurį siūlo mokslininkas norago dilimo nustatymui, masės mažėjimo metodas. Šiuo būdu galima žymiai greičiau nustatyti norago pokytį, užtenka noragą pasverti prieš bandymą ir po jo. Pritaikius formulę sužinomas norago masės sumažėjimas vienam išdirbtam hektarui [22]:

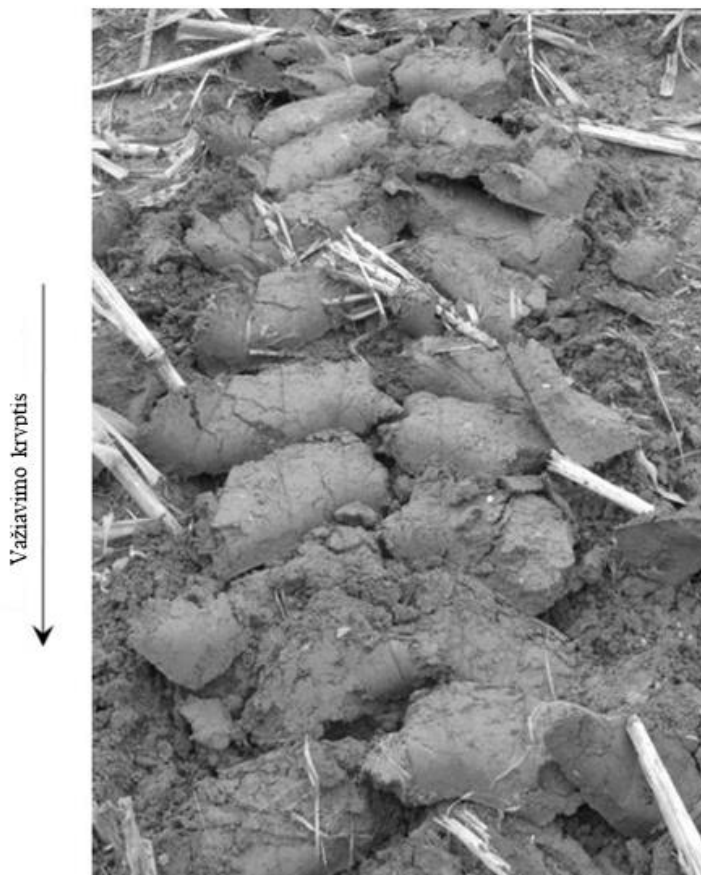
$$K_m = \frac{m_{max} - m_{min}}{S_t}, \text{ g} \cdot \text{ha}^{-1}; \quad (7)$$

čia m_{max} – norago masė prieš bandymą, g;
 m_{min} – norago masė po bandymo, g;
 S_t – įdirbtas plotas, ha.

1.5. Darbinio greičio įtaka traktoriaus ratų buksavimui

Žemės dirbimo padargams traukti naudojami energijos šaltiniai – traktoriai. Šiuolaikiški padargai sunkūs, didelio darbinio pločio. Norint našiai dirbti ir tinkamai išnaudoti padargus reikia didelių ir galingų energijos šaltinių. Traktoriaus apkrova – svarbiausias jo eksploatacijos rodiklis. Traktoriaus variklio apkrova turi būti išnaudojama ne mažiau kaip 80 %, kad jis dirbtų ekonomiškai ir našiai. Deja, atliekant sunkius žemės dirbimo darbus traktoriaus ratai buksuoja. Buksuodamas traktorius pereikvoja degalus, mažėja darbo našumas, taip pat gadinama dirvos struktūra [27,29].

Traktoriaus ratai buksuoja dėl žemės dirbimo agregato pasipriešinimo traukai, didinat darbinį greitį, pasipriešinimo jėga didėja, todėl didėja ir ratų buksavimas (1.14 pav.). Buksavimui taip pat didelę įtaką turi dirvos mechaninės – fizikinės savybės, tokios kaip dirvožemio drėgnis, dirvos trintis, tai turi įtakos varančiųjų ratų sukibimo jėgai su dirva. Moksliniais tyrimais įrodyta, kad didėjant dirvos drėgniui mažėja ratų sukibimo su dirva jėga, traktoriaus ratai lengviau buksuoti. Dėl drėgmės didėjimo dirvoje žemės dirbimo agregato darbinės dalis veikia didesnis trinties koeficientas [27,28,29].



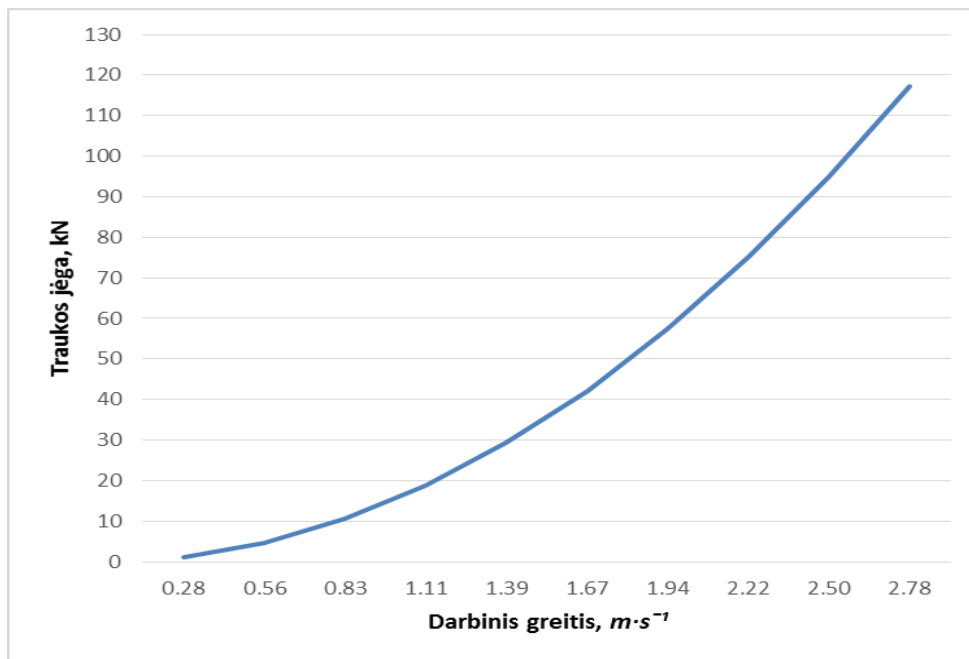
1.14 pav. Traktoriaus ratų buksavimas esant dideliame dirvos drėgniui [28].

Kuo dirva giliau įdirbama tuo dirvos pasipriešinimas traukai didesnis, todėl traktoriaus ratai labiau buksuoja, tokį teiginį eksperimentiniais tyrimais pagrindė vokiečių mokslininkas Herberg. Teorinę traukos jėgą F_t jis siūlo apskaičiuoti pagal šią formulę [29]:

$$F_t = b \cdot t \cdot (k_s + e \cdot v^2), \text{ kN}; \quad (8)$$

čia b – agregato darbinis plotis, m;
 t – darbinis gylis, m;
 k_s – specifinis dirvos koeficientas, $\text{kN} \cdot \text{m}^{-2}$;
 e – dinaminis traukos koeficientas, $\text{kNs}^2 \cdot \text{m}^{-4}$;
 v – darbinis greitis, $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Panaudojus šia formulę galime gauti traukos jėgos poreikio grafiką (1.15 pav.) pagal agregato įdirbamą plotą ir darbinį gylį. Reikia tik tinkamai įvertinti specifinį dirvos koeficientą k , kuris svyruoja nuo 1,2 iki 2,5 $\text{kN}\cdot\text{m}^{-2}$, priklausomai nuo dirvožemio tipo. Taip pat tinkamai reikia įvertinti dinaminį traukos koeficientą e , kuris priklauso nuo žemės dirbimo agregatų darbinių dalių sudėtingumo. Šis skaičius svyruoja nuo 3 iki 5.



1.15 pav. Traukos jėga, kai darbinis agregato plotis 4 m., o darbinis gylis 0,4 m. [29].

Literatūroje autoriai skirtingai nurodo leidžiamas traktoriaus ratų buksavimo ribas. Jos turėtų būti 8 – 15 % diapazone. Australijos tyrėjai šį diapazoną perskirstė į traktorius dviem varančiais ratais ir į traktorius visais varančiaisiais ratais. Traktoriai su dviem varančiais ratais turėtų tilpti į 10 – 15 %, o traktoriai su visais keturiais varančiais ratais diapazonas mažesnis, nuo 8 iki 10 % buksavimo ribas. Jeigu buksavimas mažesnis nei nurodoma literatūroje taip pat negerai, nes neišnaudojama traktoriaus traukos jėga, tada varantiesiems ratams tenka per didelė svorio jėga ir energija eikvojama pertekliniam svoriui pervežti, tuo pačiu slegiant dirvą. Tokiu atveju degalų sąnaudos gali padidėti net 15 %. Optimalus traktorių visais varančiaisiais ratais buksavimas yra 6 – 8 % [27,30,31].

Traktoriaus ratų buksavimą nustatyti galima skaičiuojant varančiojo rato nueitą kelią jam apsisukus n kartų. Iš pradžių pažymima pradžios taškas nuo kurio bus matuojama. Traktorius važiuoja neapkrautas kol varantysis ratas apsisuka numatytą apsisukimų skaičių ir išmatuojamas atstumas kiek nuvažiavo varantysis ratas. Važiavimas pakartojamas ta pačia tvarka tik jau

apkrovus traktorių, varantysis ratas turi apsisukti ta pati numatyta apsisukimų skaičių, tada vėl išmatuojama nuvažioto kelio atkarpa ir pagal formulę apskaičiuojamas buksavimas δ :

$$\delta = \frac{n_d - n_{te}}{n_d} \cdot 100, \%; \quad (9)$$

čia n_d – apkrauto traktoriaus varančiojo rato nuvažiuotas kelias, m;
 n_{te} – neapkrauto traktoriaus varančiojo rato nuvažiuotas kelias, m.

Šiuolaikiniuose traktoriuose ratų buksavimą galima matyti jau traktoriaus monitoriuje (1.16 pav.). Traktoriuose sumontuoti teorinio ir faktinio greičio jutikliai, jie siunčia signalus į traktoriaus valdymo kompiuterį, kuris apdorojęs duomenis pateikia operatoriui displėjuje. Teorinio greičio jutiklis įmontuotas traktoriaus transmisijos sistemoje. Faktinį greitį nustatinėja vieno arba dviejų jutiklių radarai [32].



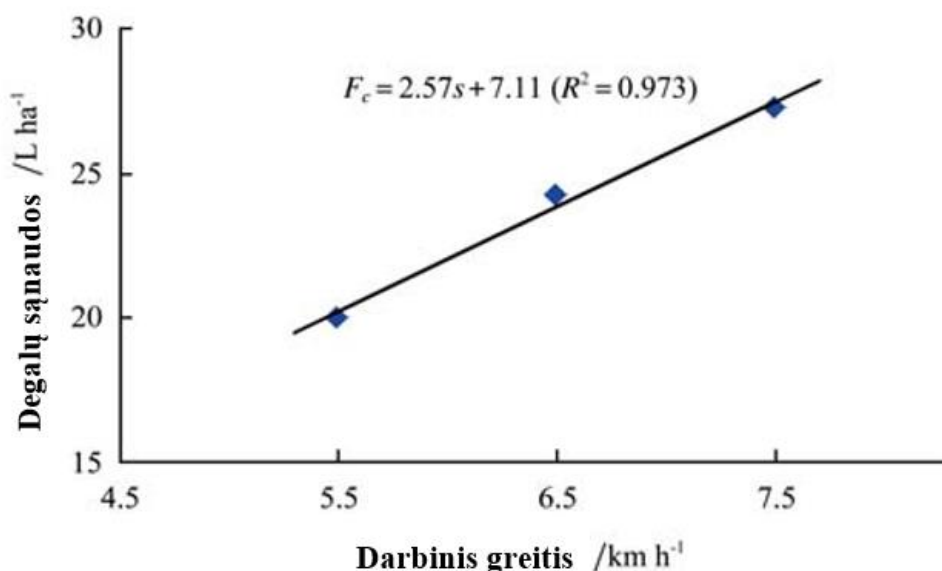
1.16 pav. Traktoriuje esantis monitorius, su ratų buksavimo rodymo funkcija [32].

1.6. Darbinio greičio įtaka traktoriaus degalų sąnaudoms

Žemės dirbimo agregatų darbinis greitis įtakos turi ne tik padargo darbinių dalių dilimui ar traktoriaus ratų buksavimui, bet taip pat turi įtakos ir degalų sąnaudoms, kurias traktorius sunaudoja atlikti tam tikram užsiduotam darbui. Mažėjant naftos ištekliams pasaulyje, taip pat didėjant išmetamųjų dujų kiekiui, reikia kuo tinkamiau ir efektyviau atlikti žemės dirbimo darbus.

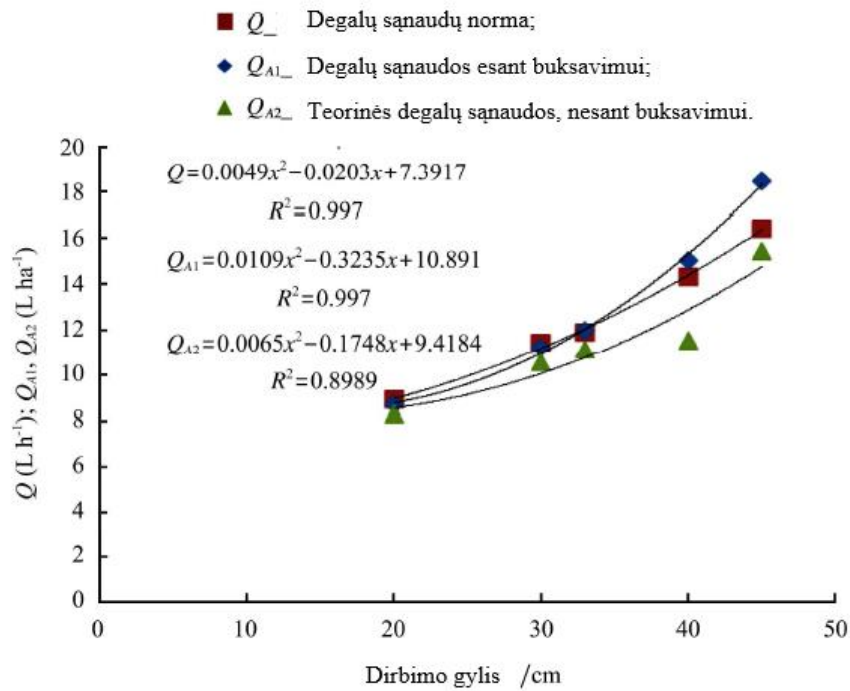
Degalų sąnaudos rodo kiek traktorius sunaudoja degalų įdirbti vienam hektarui dirvos ($\text{l}\cdot\text{ha}^{-1}$) arba kiek traktorius sunaudoja degalų per valandą ($\text{l}\cdot\text{h}^{-1}$) [33,34].

Žemės dirbimo agregatų darbinio greičio įtaką traktoriaus degalų sąnaudoms (1.17 pav.) pagrindė mokslininkas Adewoyin. Eksperimentiniais tyrimais jis nustatė, kad ariant dirvą vienodu gyliu ir keičiant darbinį greitį nuo $5,5 \text{ km h}^{-1}$ iki $6,5 \text{ km h}^{-1}$ degalų sąnaudos vienam hektarui įdirbti didėja 21 %, o darbinį greitį padidinus nuo $6,5 \text{ km h}^{-1}$ iki $7,5 \text{ km h}^{-1}$ jos padidėja dar 12 % [34].



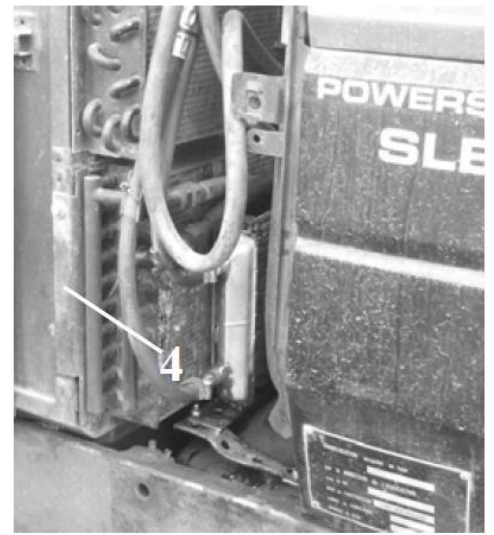
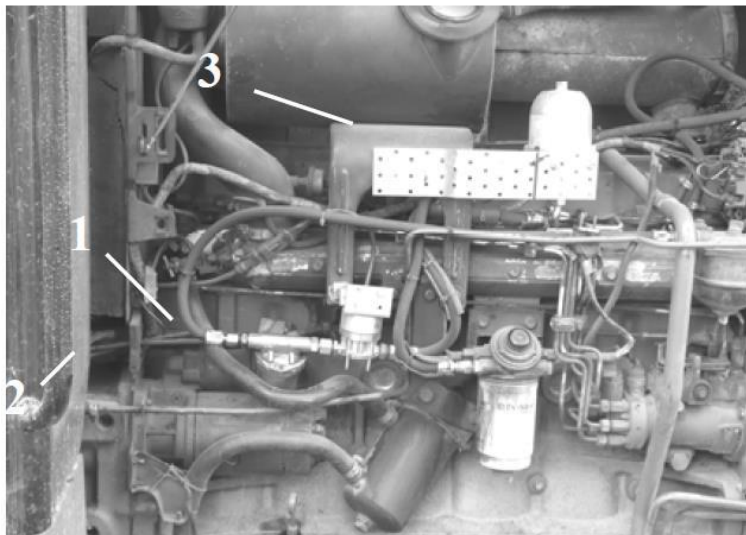
1.17 pav. Darbinio greičio įtaką degalų sąnaudoms [34].

Traktoriaus degalų sąnaudoms įtakos taip pat turi ir dirvožemio struktūra, drėgnis, kietumas, ratų buksavimas. Moitzi nustatė, kad didėjant dirbimo gyliui didėja ir pasipriešinimas traukai, todėl didėja traktoriaus ratų buksavimas, tai lemia didėjančias degalų sąnaudas (1.18 pav.). Norint efektyviai naudoti degalus ir neviršyti reikiamo degalų kiekio giluminio purenimo operacijai atlikti, reikia žinoti tikslų armens arba skutimo pado gylį [35].



1.18 pav. Degalų sąnaudų priklausomybė nuo darbinio gylio[35].

Nustatant senesnių modelių traktoriaus degalų sąnaudas į traktoriaus degalų padavimo sistemą yra montuojama speciali įranga (1.19 pav.), kuri fiksuoja pratekančių degalų kiekį, duomenis kaupia kaupiklyje, o kompiuteris parodo degalų sąnaudas. Naujesni traktorių modeliai turi įrangą, kurios pagalba operatorius gali stebėti momentines degalų sąnaudas [31].



1.19 pav. Įranga degalų sąnaudų matavimui: 1 – degalų matavimo skaitiklis; 2 – filtras; 3 – oro separatorius; 4 – degalų aušinimo radiatorius [31]

1.7. Informacinių šaltinių apibendrinimas

- 1) Įdirbant dirvą bent kuriuo žemės dirbimo būdu sutankinamas dirvožemis, didėja jo kietumas, todėl blogėja dirvos savybės.
- 2) Giluminis purenimas svarbus technologinis procesas norint sumažinti dirvos kietumą taikant vienokį ar kitokį žemės dirbimo būdą.
- 3) Giluminio purentuvo darbinių dalių dilimo intensyvumas priklauso nuo trinties koeficiento, trintis didėja didinant darbinį greitį, noragai dyla intensyviau.
- 4) Įdirbant dirvą žemės dirbimo padargai priešinasi traukos jėgai, dėl trinties dirvoje, todėl traktoriaus ratai buksuoja, o didinant darbinį greitį didėja ir pasipriešinimas, ratų buksavimas didėja taip pat.
- 5) Traktoriaus ratų buksavimui įtakos turi ir dirvos mechaninės – fizinės savybės.
- 6) Degalų sąnaudos didėja didinant žemės dirbimo agregatų darbinį greitį, taip pat didėjant ratų buksavimui.

2. TYRIMŲ TIKSLAS IR UŽDAVINIAI

Tyrimų tikslas – nustatyti giluminio purentuvo darbinio greičio įtaką noragų dilimui, traktoriaus ratų buksavimui ir degalų sąnaudoms.

Tyrimų hipotezė – giluminio purentuvo darbinis greitis turi įtakos noragų dilimui, traktoriaus ratų buksavimui ir degalų sąnaudoms.

Uždaviniai:

- 1) Parengti tyrimų metodiką giluminio purentuvo noragų nudilimui, traktoriaus ratų buksavimui ir degalų sąnaudoms nuo darbinio greičio nustatyti;
- 2) Panaudoti turimą žemės ūkio techniką ir parinkti matavimo įrangą tyrimams atlikti;
- 3) Atlikti giluminio purentuvo noragų dilimo, traktoriaus ratų buksavimo ir degalų sąnaudų priklausomybės nuo darbinio greičio eksperimentinius tyrimus;
- 4) Nustatyti traktoriaus ratų buksavimo įtaką degalų sąnaudoms;
- 5) Išanalizuoti ir matematiniais – statistiniais metodais apdoroti gautus eksperimentinių tyrimų rezultatus. Pateikti apibendrintas tyrimų išvadas.

3. TYRIMŲ METODIKA

3.1. Eksperimentinių tyrimų vieta, tyrimų objektai

Eksperimentiniai tyrimai buvo atliekami 2014 metų rudenį, Pakruojo rajone, Klovainių miestelio ūkininko Albino Navicko laukuose. Klovainių seniūnijoje vyrauja šlynžemių ir rudžemių dirvožemiai, o pagal granulimetrinę sudėtį – lengvo ir vidutinio sunkumo priemoliai.

Tyrimams atlikti naudotas 4 m darbinio pločio, 6 purenimo noragus turintis giluminis purentuvas „Agrisem Cultiplow 52“ (3.1 pav.). Giluminio purentuvo noragų centrai vieni nuo kitų nutolę 65 cm. Kaltiniai noragai pagaminti iš plieno „Hardox 450“, vieno norago masė – 10 kg. Gamintojas rekomenduoja technologinę operaciją atlikti 5 – 10 km·h⁻¹ darbinio greičio diapazone. Giluminis purenimas atliktas 40 cm gylyje keičiant darbinį greitį.



3.1 pav. Giluminis purentuvas „Agrisem Cultiplow 52“

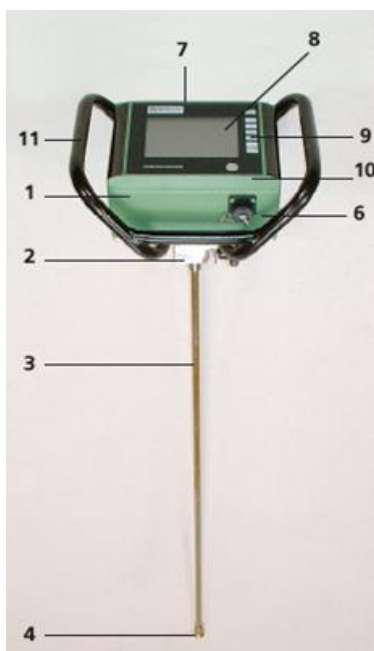
Giluminis purentuvas ražienoje buvo agreguojamas su 2009 metais pagamintu traktoriumi „John Deere 8230“, jo techniniai parametrai ir darbo rodikliai pateikti 3.1 lentelėje. Pasirinkus traktoriaus variklio sūkių – 2000 min⁻¹, buvo pasirinkti trys darbiniai giluminio purentuvo greičiai, siekiant tilpti į giluminio purentuvo greičio diapazono ribų. Norint, kad greičio skirtumai būtų vienodi, parinkti darbiniai greičiai ir traktoriaus pavarų dėžės pavara: 5,5 km·h⁻¹ – F6; 7 km·h⁻¹ – F8; 8,5 km·h⁻¹ – F9.

3.1 lentelė. Traktoriaus charakteristika.

Traktoriaus galingumas	245 Ag
Traktoriaus masė	10750 kg
Pavarų dėžės tipas	Powershift
Varančiųjų ratų sistema	4X4
Priekinės padangos	„Michelin“ 540/65R34
Galinės padangos	„Michelin“ 650/65R38
Priekinių padangų dirvakibių likutis	30 %
Galinių padangų dirvakibių likutis	50 %
Slėgis visuose padangose	1,8 bar

3.2. Dirvos kietumo ir drėgnio nustatymas

Dirvos kietumui ir drėgniui nustatyti buvo naudojamas elektroninis kietmatis „Penetrologger“ (3.2 pav.). Dirvos kietumas (MPa) matuotas iki 45 cm gylyje, prieš ir po giluminį purenimą naudojantis kietmačio GPS sistemine įranga pagal koordinates tose pačiose vietose.



3.2 pav. Elektroninis kietmatis: 1 – korpusas; 2 – smūgių amortizatorius; 3 – zondavimo strypas; 4 – kūginis antgalis; 5 – gylio referentinė plokštelė; 6 – jungtis; 7 – GPS antena; 8 – ekranas; 9 – valdymo skydelis; 10 – nivelyras; 11 – rankenos [4]

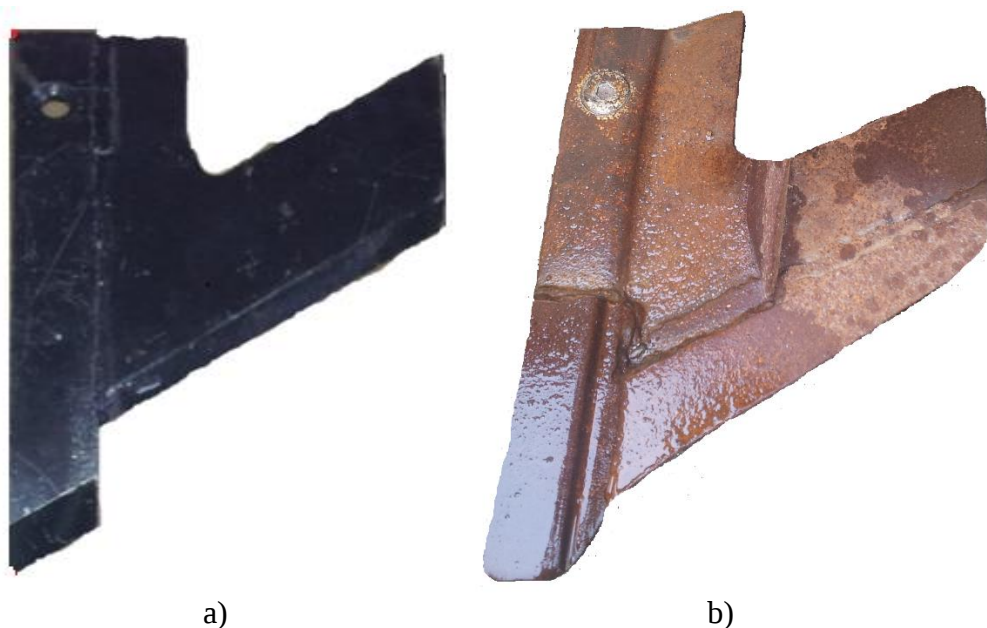
Dirvos drėgmės jutiklis prijungiamas prie elektroninio kietmačio (3.3 a pav.), jis matuoja drėgnį 5 cm gylyje, todėl norint sužinoti dirvos drėgnį (%) giluminio purentuvo darbiniam gylyje reikia iškasti duobę ir tada pamatuoti drėgnį (3.3 b pav.).



3.3 pav. Dirvos kietumo ir drėgnio matavimas: a – elektroninis kietmatis su prijungtu dirvos drėgnomačiu; b – dirvos drėgnio matavimas giluminio purentuvo darbiniam gylyje

Darbo eiga matuojant elektroniniu kietmačiu: kūginis antgalis užsukamas ant zondavimo strypo galo. Priklausomai nuo dirvos pasipriešinimo gali būti užsukami 4 skirtingi antgaliai. Zondavimo strypas prijungiamas prie smūgių amortizatoriaus po kietmačiu. Spaudžiant kūginį antgalį į dirvą vidinis ultragarsinis kietmačio jutiklis tiksliai registruoja gylį iki 45 cm tam panaudojant gylio referentinę plokštelę. Tiriant dirvos kietumą ir drėgnį, 1,0 m² plote daromi penki matavimai. Užregistruoti pasipriešinimo skverbimuisi į dirvą duomenys išsaugomi kietmačio kaupiklyje. Prijungus kietmatį prie kompiuterio perkeliama gauti matavimų duomenys [4].

Siekiant išanalizuoti dirvos kietumo kitimo priklausomybę prieš ir po giluminį purenimą buvo sudaryta matavimų schema (3.4 pav.). Matavimai buvo atlikti tiek technologinėse ir netechnologinėse vėžėse.



3.5 pav. Giluminio parentuvo noragas: a – prieš bandymą; b – po bandymo.

3.4. Traktoriaus ratų buksavimo nustatymas

Traktoriaus ratų buksavimas nustatytas traktoriaus gamintojo įmontuota – dviejų jutiklių radaru (3.6 pav.). Traktoriaus kompiuteris gaudamas teorinį greitį ir radaro realųjį greitį apskaičiuoja ratų buksavimą ir duomenis pateikia monitoriuje (3.7 pav.) ir jie visada kinta keičiantis greičiui, todėl duomenys užrašomi kartą per valandą. Prieš pradedant tyrimus radaras sukalibruotas pagal gamintojo pateiktas rekomendacijas, t. y. neapkrautas traktorius važiuoja keliu 8 km/h greičiu, kompiuteriniame valdymo pulte nuspaudžiamas mygtukas [%], kuris reiškia „traktoriaus ratų buksavimas“, ir laikomas ne mažiau 3 s, kol kompiuterio ekrane pasirodo užrašas, kad kalibravimas atliktas sėkmingai [32].



3.6 pav. Dviejų jutiklių radaras įdiegtas traktoriuje „John Deere 8230“

3.5. Traktoriaus degalų sąnaudų nustatymas

Traktoriaus variklio valdymo kompiuteris „ECU“ registruoja degalų įpurškimo kiekį nuo 5 iki 18 kartų per sekundę priklausomai nuo variklio apkrovos ir alkūninio veleno sūkių dažnio. Mikroprocesorius apdoroja gautus duomenis ir monitoriuje (3.7 pav.) pateikia degalų sąnaudas vienam hektarui realiu laiku. Operatoriui rodomi duomenys užrašomi kartą per valandą [32].



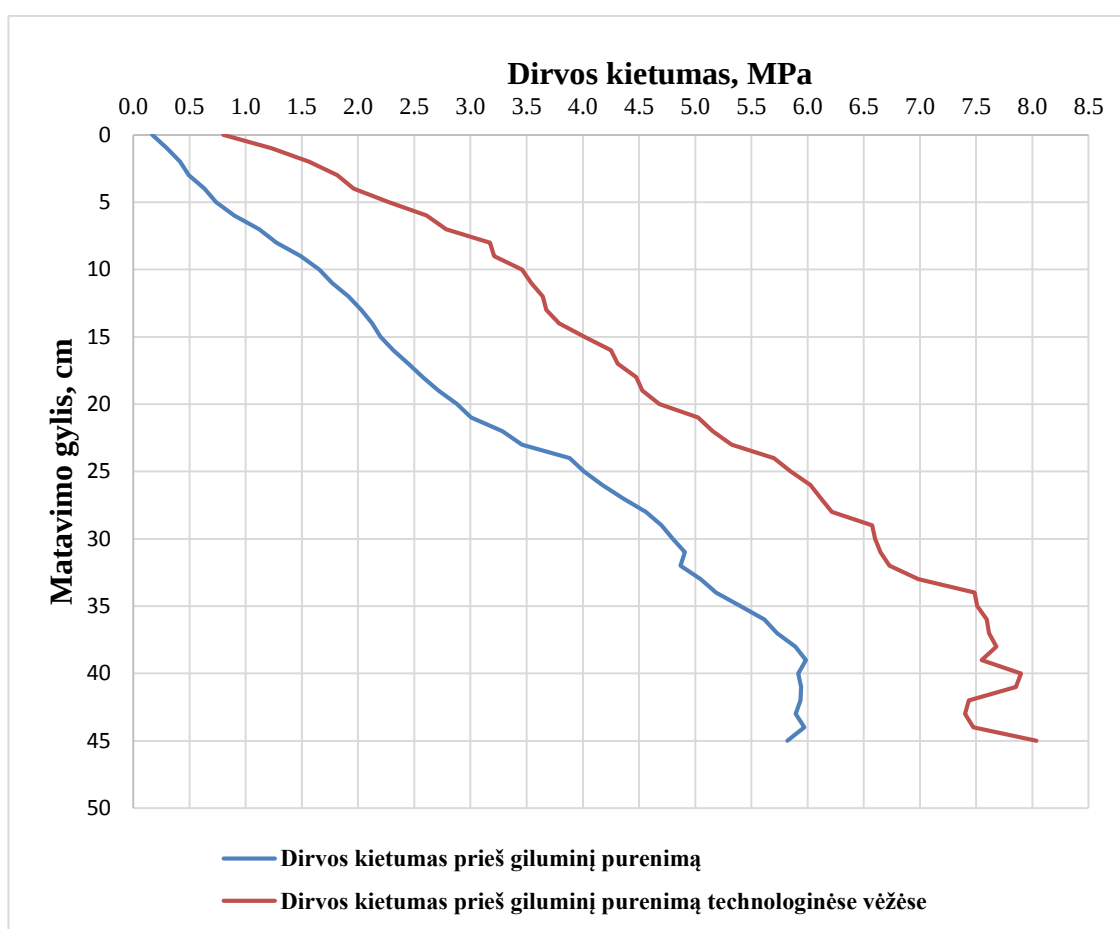
3.7 pav. Traktoriaus monitorius: 1 – traktoriaus ratų buksavimo parodymai; 2 – traktoriaus degalų sąnaudų parodymai; 3,4,5,6,7,8 – traktoriaus darbo rodiklių parodymų mygtukai

Tyrimų duomenų imčių vidurkiams palyginti naudojamas dispersinės analizės metodas, kai lyginami dispersijas įvertinantys dydžiai MSa ir MSe . Duomenų patikimumas įvertintas pagal Fišerio F kriterijų. Skaičiavimams naudota „MS Exel“ kompiuterinė programa ir ANOVA lentelės iš programinio paketo *Data analysis* [4].

4. TYRIMŲ REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS

4.1. Dirvos kietumas ir drėgnis prieš ir po giluminį purenimą

Eksperimentinio tyrimo metu elektroniniu kietmačiu buvo išmatuotas dirvos kietumas prieš giluminį purenimą 2014 m. rudenį. Buvo matuojama tarp technologinių vėžių persidengimo, bei ant pačių technologinių vėžių iki 45 cm. gylyje (4.1 pav.). Nustatyta, kad iki 20 cm. gylyje abiem atvejais dirva buvo kietoka ($< 3 - 5$ MPa.), o 40 cm. gylyje dirva buvo labai kieta ($< 5 - 10$ MPa.).

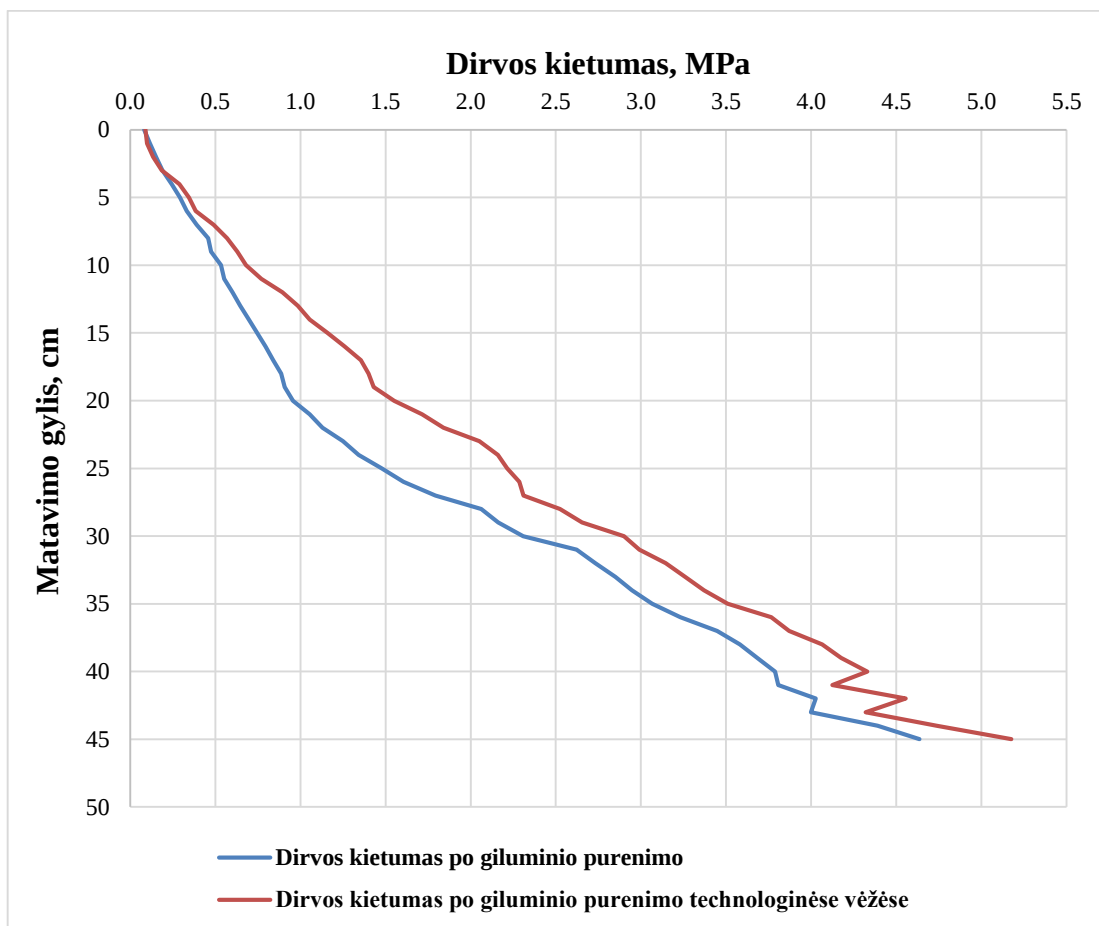


4.1 pav. Dirvos kietumas prieš giluminį purenimą

Didesnį dirvos kietumą technologinėse vėžėse galima pagrįsti tuo, kad technologinėmis vėžėmis važiuojant vykdomos intensyvios tręšimo ir purškimo technologinės operacijos, dirva labiau spaudžiama, traktoriaus ir agregatų svoris labiau veikia gilesnius dirvos sluoksnius. Ūkininko skaičiavimu technologinėmis vėžėmis per sezoną (nuo derliaus iki derliaus) pravažiuojama apie 10 kartų, kadangi giluminį purenimą rekomenduojama daryti kas 3 – 4 metus tame pačiame lauke, tai pravažiavimų skaičius susidaro apie 30 – 40. Analogiškai

netechnologinėse vėžėse sezono metu pravažiuojama iki 6 kartų, tai per 3 – 4 metus susidaro 18 – 24 važiavimai.

Po giluminio purenimo pakartojus bandymą, pastebėtas akivaizdus skirtumas visuose dirvos sluoksniuose iki 40 cm. gylyje (4.2 pav.). Dirvos kietumas abiem atvejais 20 cm. gylyje pasidarė puroka ($< 1 - 2$ MPa.), o 40 cm. gylyje kietoka ($< 3 - 5$ MPa).



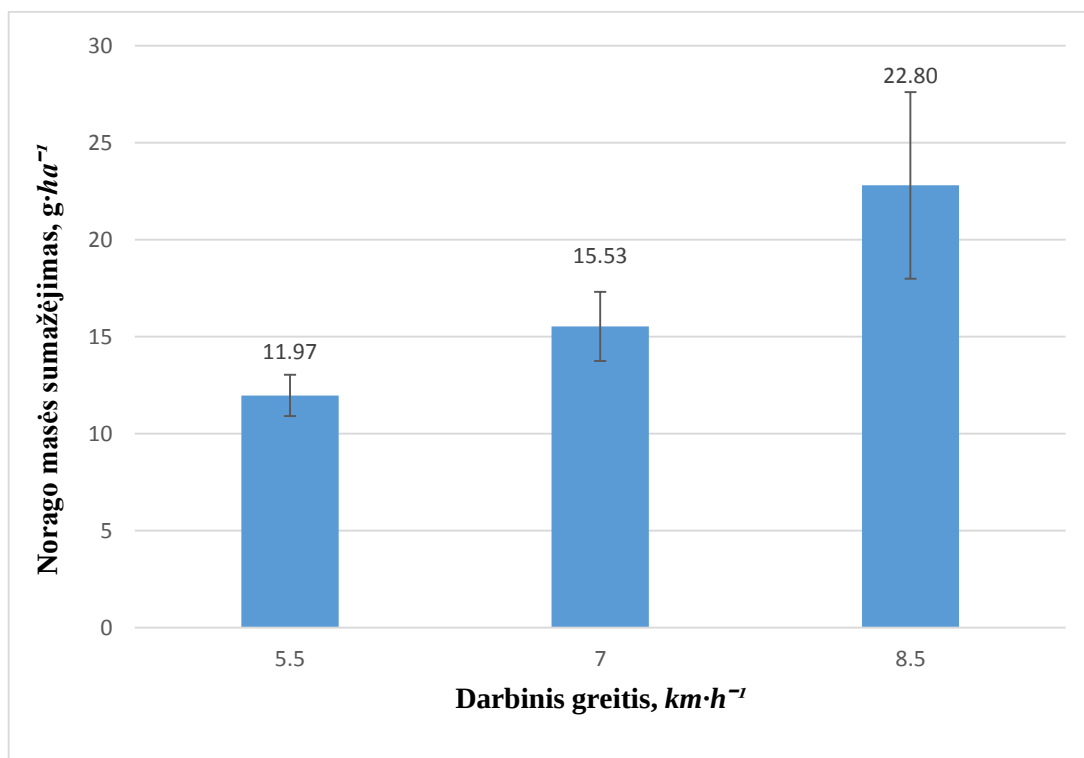
4.2 pav. Dirvos kietumas po giluminio purenimo.

Dirvos drėgnis 5 cm gylyje prieš giluminį purenimą siekė vidutiniškai 28 %, o 40 cm gylyje – vidutiniškai 18 %. Toks drėgmės skirtumas buvo dėl didelio dirvos kietumo, kai dirva kieta blogėja dirvožemio aeracinės savybės, vanduo sunkiau skverbiasi į gilesnius dirvos sluoksnius.

Po giluminio purenimo kitą dieną atlikus drėgnio matavimą pastebėtas didesnė dirvos drėgmė 40 cm gylyje, vidutiniškai buvo 20 %, o 5 cm gylyje pastebėtas drėgmės sumažėjimas iki vidutiniškai 24 %. Tokį dirvos drėgnio režimo pokytį lėmė giluminis purenimas, vanduo lengviau skverbėsi į gilesnius dirvos sluoksnius.

4.2. Giluminio parentuvo noragų dilimas

Keičiant giluminio parentuvo darbinį greitį, dirbant pastoviam 40 cm gylyje, buvo nustatomas giluminio parentuvo noragų masės mažėjimas (4.3 pav.). Atlikus bandymą, pasvėrus noragus ir apskaičiavus kiekvienos grupės noragų masės nudilimą hektarui pastebėta, kad padidinus darbinį greitį nuo $5,5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ iki $7 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ dilimo intensyvumas padidėjo beveik 30 %. Palyginus gautus rezultatus tarp $5,5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ iki $8,5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ noragai nudilo 90 % daugiau.



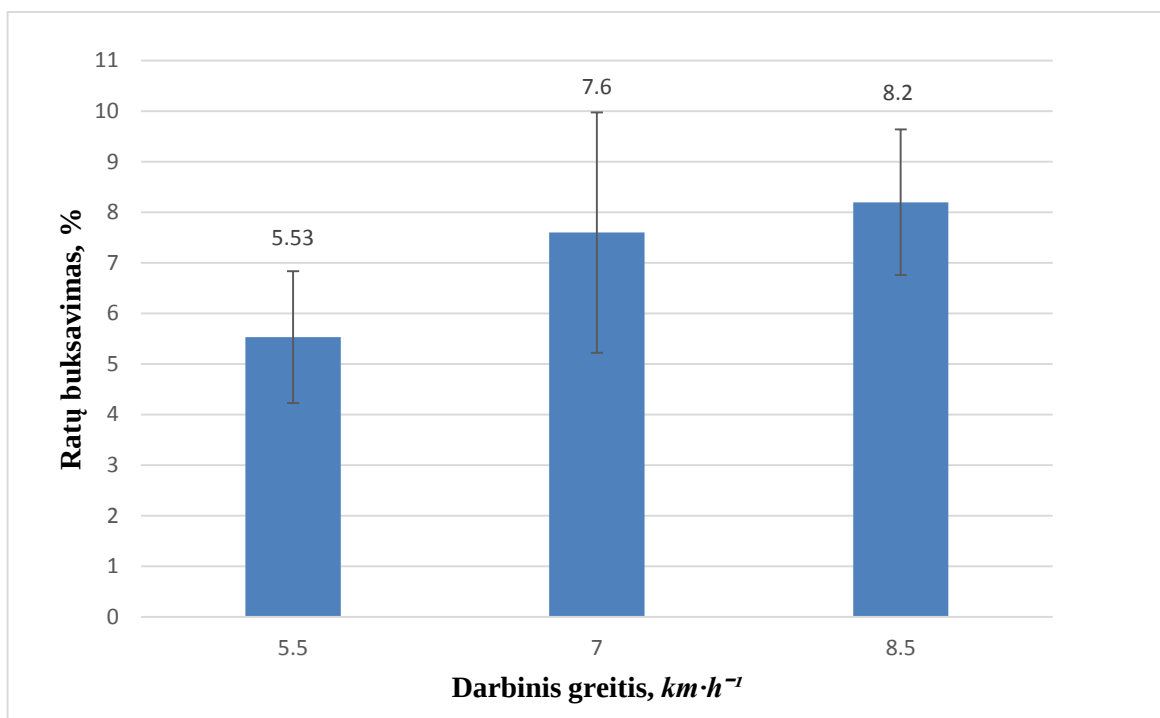
4.3 pav. Darbinio greičio įtaka giluminio parentuvo noragų dilimui (masės mažėjimui) įdirbus vieno hektaro dirvos plotą

Taip greit didėjantis dilimo intensyvumas didinant darbinį greitį atsiranda dėl esančio didelio kietumo, nes didėjant traukos jėgai reikia daugiau jėgos atplėšti dirvos sluoksnį. Taipogi dilimo intensyvumui įtakos turi ir didelis darbinis gylis, todėl norint efektyviai išnaudoti noragų darbinę masę reikia tiksliai žinoti kokiam gylyje yra arimo arba skutimo padas ir tada atlikti giluminį purenimą.

4.3. Traktoriaus ratų buksavimas

Atliekant giluminio purenimo technologinę operaciją 40 cm gylyje, buvo matuojamas traktoriaus ratų buksavimas (4.4 pav.) keičiant darbinį greitį technologinėse ir netechnologinėse vėžėse, esant vidutiniai 28 % dirvos paviršiaus drėgmei. Apskaičiavus atskirų greičių vidurkius

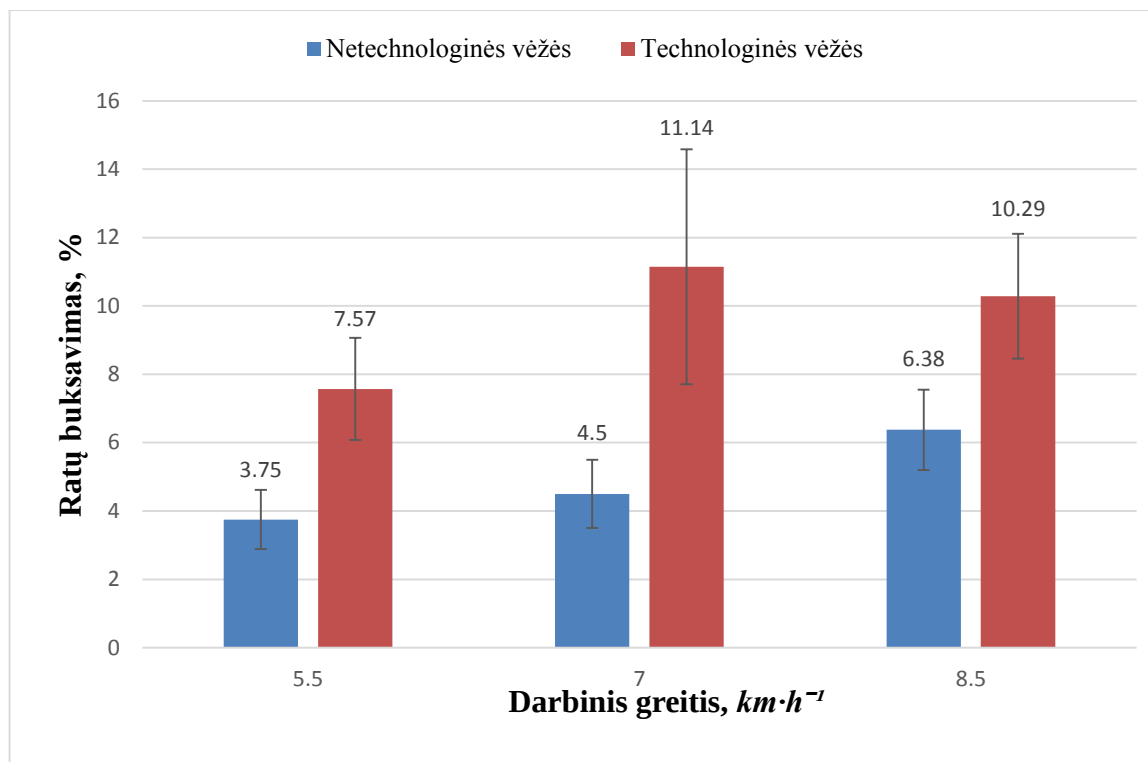
nustatyta, kad didinant darbinį greitį nuo $5,5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ iki $7 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ pastebėta, kad ratų buksavimas didėja $2,07 \%$. Darbinį greitį padidinus nuo $7 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ iki $8,5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ traktoriaus ratų buksavimas padidėja dar $0,6 \%$.



4.4 pav. Giluminio purentuvo darbinio greičio įtaka traktoriaus ratų buksavimui

Atsižvelgiant į tai, kad dirvos kietumas technologinėse vėžėse didesnis nei netechnologinėse, traktoriaus ratų buksavimas buvo nustatinėjamas atskirai (4.5 pav.). Pastebėta, kad yra akivaizdus skirtumas traktoriaus ratams buksuojant technologinėse ir netechnologinėse vėžėse. Didžiausias skirtumas pastebėtas $7 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ darbinio greičiu, ratų buksavimas technologinėse ir netechnologinėse vėžėse skyrėsi $6,64 \%$. Šiuo darbinio greičiu technologinėse vėžėse viršyta ir literatūroje nurodoma traktoriams visais varančiais ratais leistina riba ($8 - 10 \%$). Ši riba truputi viršijama taip pat technologinėse vėžėse dirbant $8,5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$.

Traktoriaus ratų buksavimo neproporcingas didėjimas atsižvelgus į visus darbinius greičius, $7 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ darbinio greičiu technologinėse vėžėse galimai padidėjo dėl dirvos struktūros nevienodumo, galimo dirvos drėgnio svyravimo ir netolygaus kietumo, nes netechnologinėse vėžėse ratų buksavimas didėjant darbinio greičiui didėja proporcingai.

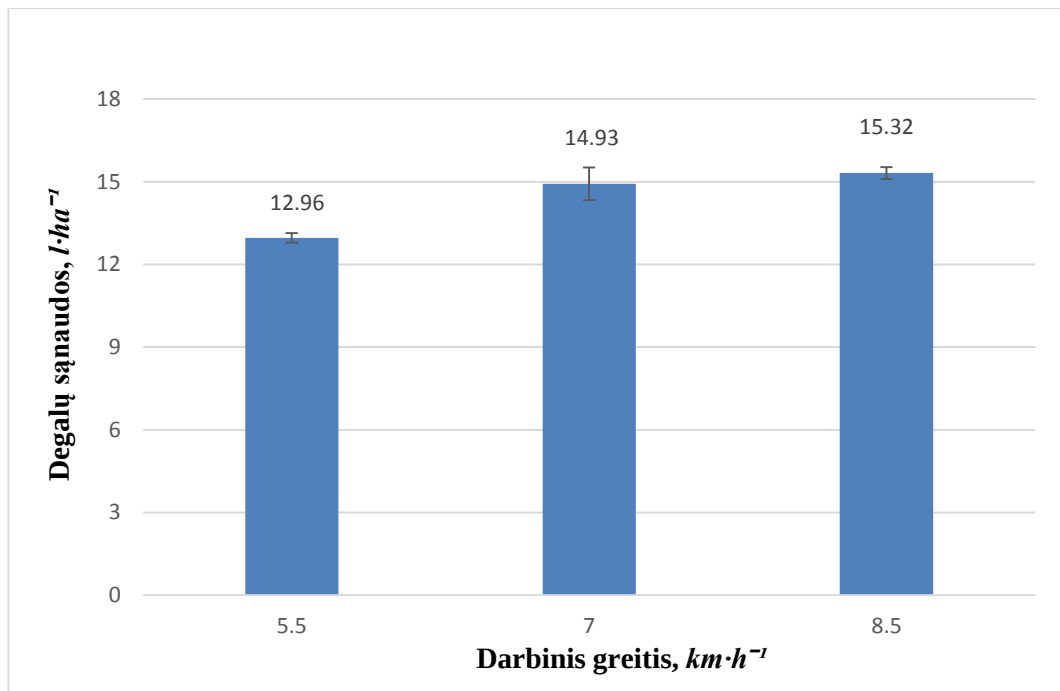


4.5 pav. Traktoriaus ratų buksavimo kitimas technologinėse ir netechnologinėse vėžėse

Kadangi literatūroje pateikiamas optimalus traktoriaus ratų buksavimas yra 6 – 8 %, tai atliekant giluminį purenimą technologinėse vėžėse verta dirbti 5,5 km·h⁻¹ darbinio greičiu.

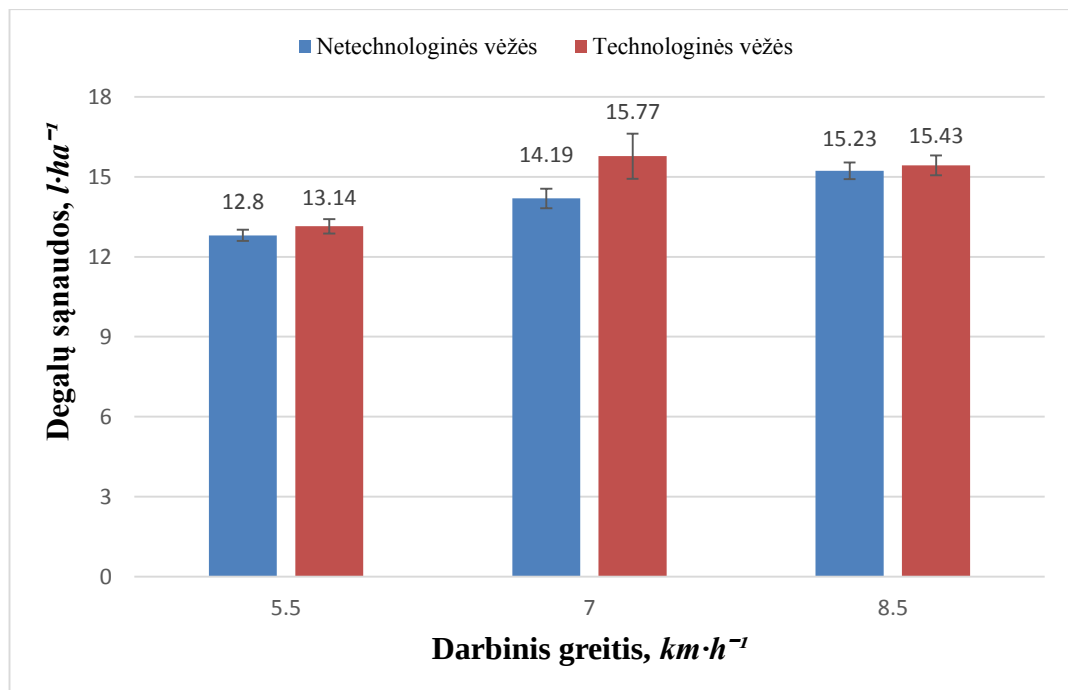
4.4. Traktoriaus degalų sąnaudos

Buvo nustatinėjama kiek traktorius sunaudoja degalų įdirbti vienam hektarui keičiant darbinį greitį, esant pastoviam 40 cm darbiniui gyliui (4.6 pav.). Nustatyta, kad dirbant 5,5 km·h⁻¹ darbinio greičiu traktoriaus degalų sąnaudos mažiausios – 12,96 l·ha⁻¹. Darbinį greitį padidinus nuo 5,5 km·h⁻¹ iki 7 km·h⁻¹, degalų sąnaudos padidėjo 15 %, o nuo 7 km·h⁻¹ iki 8,5 km·h⁻¹, dar 2,6 %.



4.6 pav. Darbinio greičio įtaka traktoriaus degalų sąnaudoms, atliekant giluminį purenimą.

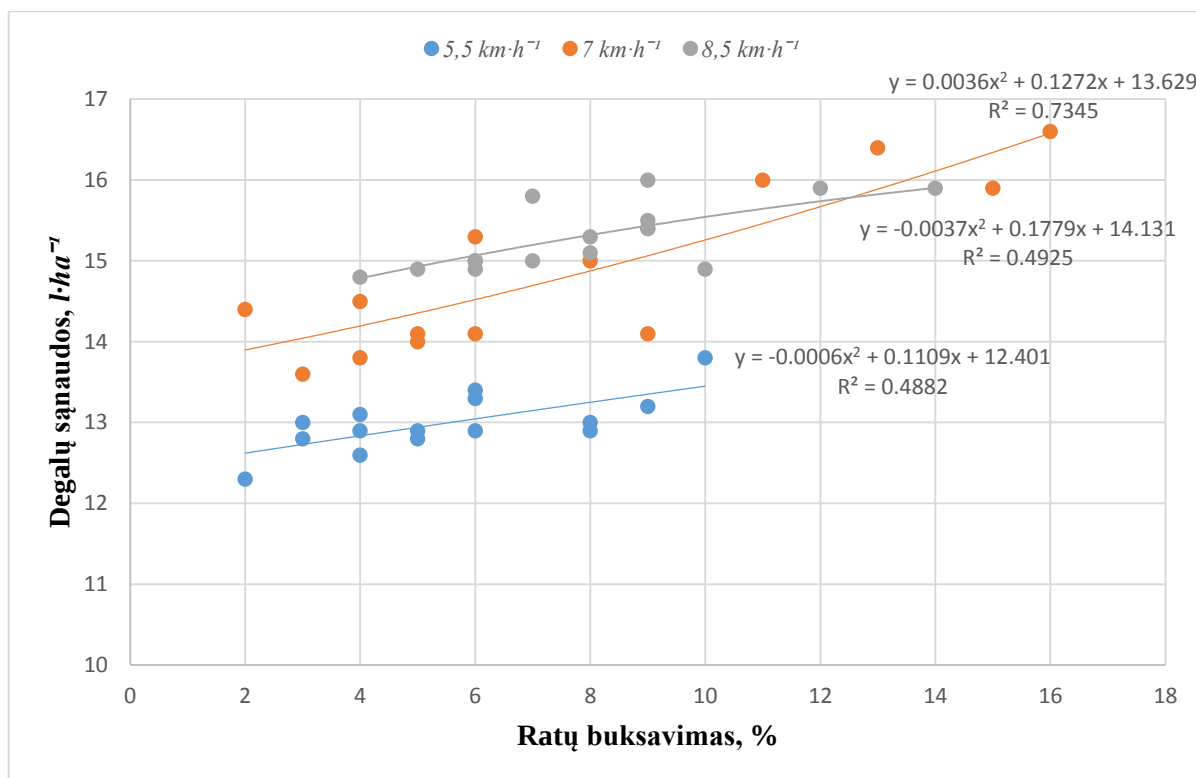
Kadangi traktoriaus ratų buksavimas dėl didesnio dirvos kietumo buvo tiriamas technologinėse ir netechnologinėse vėžėse, todėl tas pats buvo atlikta ir su traktoriaus degalų sąnaudomis (4.7 pav.).



4.7 pav. Degalų sąnaudų kitimas didinant giluminio purentuvo darbinį greitį technologinėse ir netechnologinėse vėžėse.

Mažiausios degalų sąnaudos nustatytos netechnologinėse vėžėse įdirbant dirvą $5,5 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ darbinio greičiu – $12,8 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$. Kaip ir galima buvo tikėtis iš literatūros apžvalgos, didėjant ratų

buksavimui didėja ir traktoriaus degalų sąnaudos (4.8 pav.), nustatyta, kad didžiausios degalų sąnaudos buvo įdirbant dirvą technologinėse vėžėse 7 km·h⁻¹ darbinio greičiu, jos siekė 15,77 l·ha⁻¹. Technologinėse ir netechnologinėse vėžėse degalų sąnaudos 7 km·h⁻¹ darbinio greičiu skyrėsi 11 %, kai tuo tarpu 5,5 km·h⁻¹ ir 8,5 km·h⁻¹ darbiniais greičiais atitinkamai tik 2,6 % ir 1,3 %.



4.8 pav. Traktoriaus degalų sąnaudų priklausomybė nuo ratų buksavimo

Traktoriaus degalų sąnaudos priklauso nuo ratų buksavimo (4.8 pav.). Kuo traktoriaus ratai daugiau buksuoja tuo daugiau degalų sudegina, bet literatūroje yra pateikta, kad traktorius visais varančiaisiais ratais dirbdamas sunkius darbus turi buksuoti 6 – 8 % intervale, tada jis efektyviai naudoja degalus.

Giluminį purenimą patartina vykdyti 7 km·h⁻¹ darbinio greičiu netechnologinėse vėžėse, greičiau nepatartina dėl smarkiai didėjančio noragų dilimo, tokiu darbinio greičiu neviršijama ratų buksavimo riba, o degalų sąnaudos didesnės 11 % palyginus su 5,5 km·h⁻¹ darbinio greičiu, taip išlaikant kiek įmanoma didesnę našumą. Technologinėse vėžėse patartina mažinti darbinį greitį iki 5,5 km·h⁻¹, taip racionaliai naudojant degalus ir neviršijant literatūroje numatytos ratų buksavimo ribos.

IŠVADOS

1. Išanalizavus kitų autorių mokslinius informacinius šaltinius nustatyta, kad žemės dirbimo agregatų darbinis greitis turi įtakos darbinių dalių dilimui, traktoriaus ratų buksavimui ir degalų sąnaudoms.
2. Atlikus dirvos kietumo tyrimus prieš giluminį dirvos purenimą technologinėse ir netechnologinėse vėžėse (iki 45 cm gylyje) nustatyta, kad dirvos kietumas technologinėse vėžėse buvo didesnis 30 %.
3. Eksperimentiniais tyrimais nustatyta, kad didinant giluminio purentuvo darbinį greitį, didėja noragų dilimas, traktoriaus ratų buksavimas ir degalų sąnaudos:
 - 3.1. darbinį greitį padidinus nuo $5,5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ iki $8,5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ noragų nudilimas padidėjo beveik dvigubai.
 - 3.2. darbinį greitį padidinus nuo $5,5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ iki $8,5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, traktoriaus ratų buksavimas didėja 2,67 %.
 - 3.3. didinant giluminio purentuvo darbinį greitį $5,5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ iki $8,5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, traktoriaus degalų sąnaudos didėja nuo 12,96 iki $15,32 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$.
4. Palyginus traktoriaus ratų buksavimą ir degalų sąnaudas technologinėse ir netechnologinėse vėžėse nustatyta:
 - 4.1. didžiausias ratų buksavimo skirtumas technologinėse ir netechnologinėse vėžėse dirbant $7 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ greičiu – 6,64 %.
 - 4.2. didžiausias degalų sąnaudų skirtumas technologinėse ir netechnologinėse vėžėse dirbant $7 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ greičiu – 11 %.
5. Giluminį purenimą racionaliausia atlikti technologinėse vėžėse $5,5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, o netechnologinėse vėžėse – $7 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ greičiu.

INFORMACIJOS ŠALTINIŲ SĄRAŠAS

1. Buragienė S., Šarauskis E., Romaneckas K., Adamavičienė A., Avižienytė D., Katkevičius E. Skirtingų žemės dirbimo technologijų įtaka dirvožemio mechaninėms – fizikinėms savybėms. Žemės ūkio inžinerija. Mokslo darbai. 2011. T.43(3). p.25-42.
2. Sakalauskas A., Šarauskis E., Šniauka P., Vaiciukevičius E., Zinkevičius R. Augalininkystės technologijų inžinerija. 2012. [Žiūrėta 2014 m. sausio 6 d.] Prieiga per:
http://dspace.lzuu.lt/bitstream/1/1709/1/Augalinink_tehnologiju_inziner_mokomoji%20knyga.pdf
3. Romaneckas K., Šarauskis E., Pilipavičius V., Sakalauskas A. 2011, Impact of short-term ploughless tillage on soil physical properties, winter oilseed rape seedbed formation and productivity parameters. Journal of Food, Agriculture & Environment, – Vol.9 (2), P. 295–299.
4. Steponavičius D., Šarauskis E., Vaiciukevičius E., Jasinskas A., Šniauka P., Zinkevičius R. 2010. Žemės ūkio mašinų laboratoriniai darbai. LŽŪU: Akademija, 6 – 11 p.
5. Vadopalas A. 1992, Agronomijos pagrindai. – V.: Mokslas, 263 p.
6. Bogužas V., Arvasas J., Šniauka P. Žemdirbystė 2013. [Žiūrėta 2013 m. Gruodžio 15 d.] Prieiga per: <http://dspace.lzuu.lt/bitstream/1/1709/1/žemdirbystė%20knyga.pdf>
7. Firmos „Laumetris“ internetinė svetainė. [Žiūrėta 2014 m. lapkričio 26 d.] Prieiga per: http://www.laumetris.lt/pll_plugai.
8. Batey T. 2009, Soil compaction and soil management – a review. *Soil Use and Management*.T. (29), P. 335–345.
9. Davies B., Eagle D., Finney B. 1993. Soil Management. London, 280 p.
10. Rucins A., Vilde A. 2006. Impact of plough body parameters on the soil tillage efficiency. *Development of agriculture technologies and technical means in ecological and energetic aspects*. Raudondvaris, P. 42–55.
11. Firmos „He-Va“ oficialus internetinis puslapis. [Žiūrėta 2015 m. vasario 25 d.] Prieiga per: <http://www.he-va.com/index.php?page=4&id=57>
12. Firmos „Vaderstad“ internetinis puslapis. [Žiūrėta 2015 m. kovo 10 d.] Prieiga per: <http://www.vaderstad.com/lt/know-how--patirtis-inios/dirvos-dirbimo-bdai/tiesioginsja>

13. Šarauskis E., Romaneckas K., Vaiciukevičius E., Jasinskas A., Sakalauskas A., Buragienė S., Katkevičius E., Karayel D. Effect environmentally friendly tillage machinery on soil properties. *Engineering for Rural Development*. 2011, Vol. 10, p.70-75.
14. Čiuberkis S., Ožeraitienė D., Bernotas S. 2008, Dirvožemio savybių pokyčiai taikant tradicinę ir supaprastinto rudeninio žemės dirbimo sistemas / *Vagos: LŽŪU mokslo darbai*. Nr.79 (32), P. 37–42.
15. Arvasas J., Bogužas V., Jodaugienė D., Kazlauskaitė S., Lazauskas P., Rupalienė R., Šniauka P. *Žemės dirbimas ir aplinka*. 2008. [Žiūrėta 2015 m. kovo 25 d.] Prieiga per: <http://www.lzuu.lt/nm/l-projektas/zemes-dirbimas-ir-aplinka/titlas.htm>
16. Spoor G. 2006. Alleviation of soil compaction: requirements, equipment and techniques. *Soil Use and Management*, T.- 22, P.113–122.
17. Šarauskis E., Masilionytė L. Giluminiai podirvio pūrentuvai. 2012. *Mano ūkis*. Nr. 12
18. Žemės ūkio padargų pardavėjas „Mascus“ internetinis puslapis. [Žiūrėta 2015 kovo 25 d.] Prieiga per: <http://www.mascus.lt/zemes-ukis/zemes-dirbimo-masinos>
19. Вагин А.Т. 1967, К вопросу обоснования параметров рабочих органов для основной обработки почв. *Вопросы сельскохозяйственной механики: Труды УНИИМЭСХ нечерноземной зоны СССР*. Минск, с. 57–98.
20. Šniauka, P., Šarauskis, E. Augalininkystės mašinų teorijos pagrindai. 147 psl. Akademija 2014.
21. Jankauskas V., Varnauskas V., Kreivaitis R., Adamonis D. Apvirintų paviršių abrazyvinio dilimo tyrimai. *Inžinerija: mokslo darbai*. LŽŪU.- 2006, Nr.7 (1).- P. 64 – 68.
22. Natsis A., Petropoulos G., Pandazaras C. Influence of local soil conditions on mouldboard ploughshare abrasive wear. *Tribology international* 41. 2008. P. 151-157
23. Moghadam A., Ataeiyan P., Azimi S. Design, construction and evaluation of soil internal friction angle and soil adhesion measurement device. 2006. *Agricultural Machinery Engineering*.
24. Hardsono S. Tillage implement effects on wet sticky soil. 2011. *Research Journal of Agricultural Science*. 43(4).
25. Al-Suhaibani S.A., Ghaly A.E., Effect of plowing depth of tillage and forward speed on the performance of a medium size chisel plow operating in a sandy soil. 2010. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences* 5(3). 247-255
26. Hrabe P., Muller M. Research of overlays influence on ploughshare lifetime. 2013. *Research of Agricultural Engineering*. Vol. 59, No. 4: 147-152.

27. Giedra K., Janulevičius A. Traktoriaus varančiųjų ratų apkrovos automatinio reguliavimo būdai ir priemonės. 1999. Akademija, 32 psl.
28. Ahaneku I.E., Ogunjirin O.A. Effect of tractor forward speed on sandy loam soil physical conditions during tillage. 2005. Nigerian Journal of Technology. Vol. 24.
29. Herberg F., Grosa A. Engerriesparen bei der bodenbearbeitung ist keine hexerei. 2013. Sonderthema. 10-15 p.
30. NSW Farmers. Monitoring wheel slip to achieve fuel efficiency. 2013.
31. Damanauskas V., Janulevičius A., Kurkauskas V., Pupinis G. Traktoriaus eksploatacinių rodiklių tyrimai arimo darbuose. 2013. Žemės ūkio inžinerija. Vol. 45.
32. Traktoriaus „John Deere 8230“ naudotojo instrukcija. [Žiūrėta 2015 vasario 4 d.] Prieiga per: http://manuals.deere.com/omview/OMAR259991_19/?tM=
33. Juostas A., Janulevičius A. Traktoriaus darbo režimų, degalų sąnaudų ir deginių emisijos tyrimai arimo darbuose. 2012. Aleksandro Stulginskio Universiteto mokslo darbai.44 (1-3)
34. Adewoyin A.O., Ajav E.A. Fuel consumption of some tractor models for ploughing operations in the sandy-loam soil of Nigeria at various speeds and ploughing depths. 2013. Agricultural Engineering International: CIGR Journal. Vol. 15, No.3 67-74 psl.
35. Moitzi G., Wagentristsl H., Refenner K., Weingartmann H., Piringer G., Boxberger j., Gronauer A. Effects of working depth and wheel slip on fuel consumption of selected tillage implements. 2014. Agric. Eng. Int.: CIGR Journal. Vol. 16, No.1 182-190 psl.

MOKSLINIO DARBO APROBACIJA

Tyrimų rezultatai paskelbti mokslinėje konferencijoje:

2015 m. balandžio 23 d. studentų mokslinėje konferencijoje „Jaunasis mokslininkas 2015“ skaitytas pranešimas tema: **„Giluminio purentuvo darbinio greičio įtaka norago dilimui, degalų sąnaudoms ir ratų buksavimui“**.

Mechanikos inžinerijos sekcijoje užimta II vieta (1 priedas).

Tyrimų rezultatai paskelbti mokslo leidinyje:

Navickas M., Šarauskis E. Giluminio purentuvo darbinio greičio įtaka norago dilimui, degalų sąnaudoms ir ratų buksavimui // Agroinžinerija ir energetika, Nr.20. Kaunas – Akademija. 2015, p. 111-116. ISSN 1392-8244. (2 priedas)

Mauza P., Sakalauskas A., Romaneckas K., **Navickas M.** Giluminio dirvos purenimo įtaka dirvos fizikinėms savybėms // Agroinžinerija ir energetika, Nr.17. Kaunas–Akademija. 2012, p.162–173. ISSN 1392-8244. (2 priedas)

PRIEDAI



Aleksandro
Stulginskio
Universitetas

Studentų mokslinės konferencijos
„Jaunasis mokslininkas – 2015“

Diplomas

Mechanikos inžinerijos sekcijoje laimėjus

II vietą

Martynas Navickas

už pranešimą

„GILUMINIO PURENTUVO DARBINIO GREIČIO ĮTAKA
NORAGŲ DILIMUI, TRAKTORIAUS RATŲ BUKSAVIMUI IR
DEGALŲ SAŪNAUDOMS“

Prorektorė **Laima Taparauskienė**

2015 m. balandžio 23 d.

MS/2015-04-23-17

GILUMINIO PURENTUVO DARBINIO GREIČIO ĮTAKA NORAGŲ DILIMUI, TRAKTORIAUS RATŲ BUKSAVIMUI IR DEGALŲ SAŪNAUDOMS

Martynas Navickas, Egidijus Šarauskis

Įvadas

Stiprėjant konkurencinėms sąlygoms, žemės ūkyje vis plačiau taikomos pažangiausios didelio našumo ir daug technologinių operacijų vienu metu galinčios atlikti savaeigės didelės masės žemės ūkio mašinos (grūdinių ir šakniavaisinių augalų nuėmimo kombainai, kombinuotos žemės dirbimo, sėjos ir tręšimo mašinos, ir kt.). Važinėjant dirvos paviršiumi sunkiomis mašinomis dirvos sluoksnis ratų vėžėse suspaudžiamas iki 0,7 m gylio. Įvertinant tai, kad žemės ūkio mašinos ratai veikia dirvą truputį plačiau negu ratų darbinis plotis tai įprastinio žemės dirbimo su plūgu atveju paveikiama apie 90–95% viso dirvos paviršiaus [1,2,3]. Kai kurios dirvos vietos suvažinėjamos net po 6 ar 7 kartus sezono metu. Dėl šių ir kitų priežasčių (dirvos fizikinių-mechaninių savybių, organinės medžiagos kiekio, meteorologinių sąlygų ir t.t.) stipriai didėja dirvos sluoksnių suslėgimas. Suslėgtos dirvos paviršiuje po liūtis ilgiau užsilaiko vanduo, didėja dirvos tankis ir drėgnis [4]. Norint sumažinti suslėgimo pasekmes dirvai ir joje augantiems augalams, reikia giliai purenti. Giluminio purenimo technologinė operacija yra nedidelio našumo, reika-

laujanti daug energijos sąnaudų, tačiau labai veiksminga [5]. Giluminio purenimo pagrindinis tikslas yra pagerinti augalų vystymąsi ir dirvoje vykstančius mikrobiologinius procesus [4].

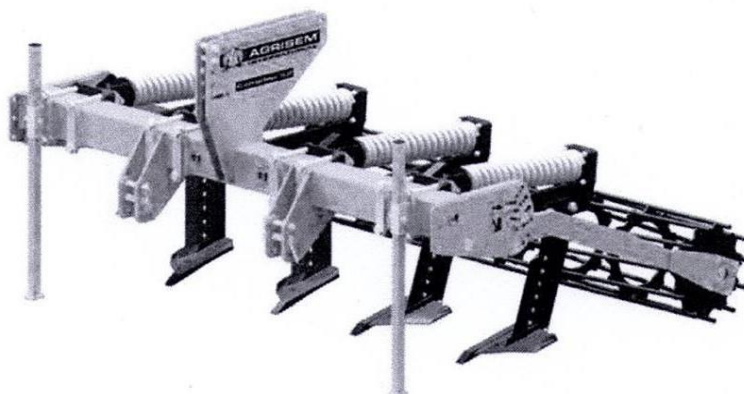
Pagrindinė giluminio parentuvo darbinė dalis yra noragas. Dirbant suslėgtoje dirvoje noragą veikia abrazyvinis dilimas. Dilimo intensyvumas priklauso nuo abrazyvų dydžio, dirvos fizikinių-mechaninių savybių (kietumo, drėgnio ir kt.), darbinio greičio ir kitų veiksnių. Dylant noragams, keičiasi giluminio parentuvo konstrukciniai ir technologiniai parametrai, darbas tampa mažiau tolygus [6]. Dėl to blogėja įdirbimo kokybė, didėja energetinės sąnaudos. Labai svarbus technologinis rodiklis yra darbinis greitis, kuris daro įtaką noragų dilimui, traktoriaus ratų buksavimui bei degalų sąnaudos. Tai svarbus mokslinių tyrimų objektas, kuris iki šiol nėra pakankamai ištirtas.

Darbo tikslas – nustatyti giluminio parentuvo darbinio greičio įtaką noragų dilimui, traktoriaus ratų buksavimui ir degalų sąnaudoms.

Tyrimų metodika

Eksperimentiniai tyrimai atlikti 2014 metų rudenį, Pakruojo rajone, Klovainių miestelio ūkininko Albino Navicko laukuose, kuriuose vyrauja slynzemių ir rudžemių dirvožemiai, o pagal granulimetrinę sudėtį – lengvi ir vidutinio sunkumo priemoliai. Tyrimai vykdyti traktoriumi „John Deere 8230“ ir 4 m darbinio pločio giluminiu parentuvu „Agrisem Cultiplow 52“ (1 pav.), kuris turi 6 noragus, o jų centrai vieni nuo kitų nutolę 0,65 m. Kaltiniai noragai pagaminti iš plieno „Hardox 450“. Giluminis purenimas atliktas 0,4 cm. gylyje, prie skirtingų darbinių greičių. Bandymas buvo atliekamas $1,53 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$; $1,94 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ir $2,36 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ darbiniu greičiu.

Traktoriaus variklio sūkliai visiems trimis darbiniais greičiams buvo vienodi – 2000 min^{-1} . Traktoriaus visose keturiose padangose buvo po 0,2 MPa slėgis.



1 pav. Giluminis parentuvus „Agrisem Cultiplow 52“

Dirvos kietumui ir drėgniui nustatyti naudotas elektroninis kietmatis „Penetrologer“ [7]. Dirvos kietumas matuotas nuo 0 iki 0,45 m gylio, o drėgnis – 0 – 0,05 m gylio sluoksnyje. Dirvos kietumo ir drėgnio matavimai atlikti tose pačiose dirvos vietose prieš giluminį purenimą ir iškart po jo, centre tarp giluminio norago pėds-

kų. Kietumas matuotas technologinėse vėžėse ir netechnologinėse, t.y. matavimai atlikti kitose dirvos vietose, 12 m atstumu nutolusiose į vieną ir į kitą pusę nuo technologinių vėžių centro.

Giluminio purentuvo noragų nudilimas tirtas masės kitimo metodu. Kiekvienas noragas buvo sveriamas prieš giluminį purenimą ir po jo elektroninėmis svarstyklėmis, kurių svėrimo riba 0–30 kg; padalos vertė – 0,005 kg. Prie kiekvieno pasirinkto darbinio greičio (1,53; 1,94 ir 2,36 $m \cdot s^{-1}$) noragai dirbdavo vidutiniškai po 20 ha plotą. Įvertinus noragų masę prieš giluminį purenimą ir po jo, buvo apskaičiuotas noragų masės nudilimas vienam hektarui.

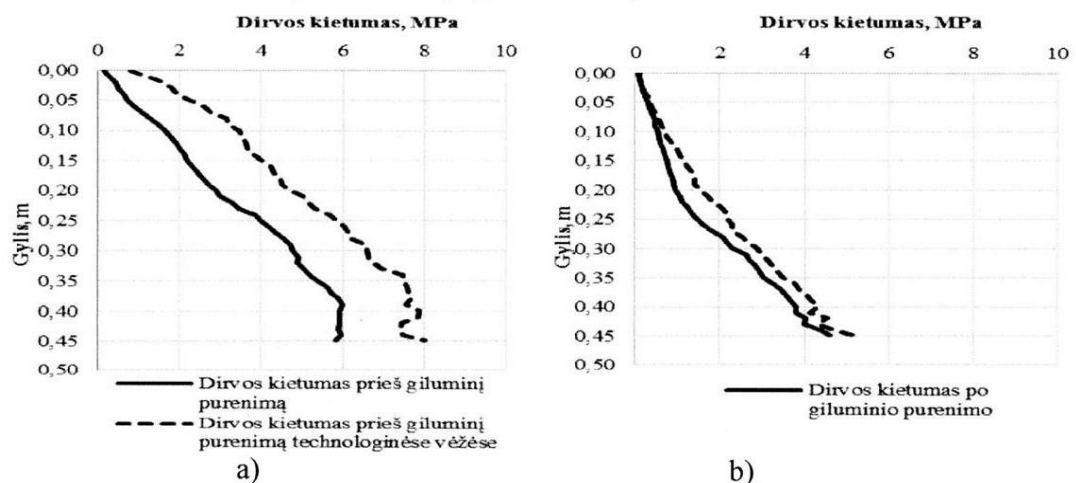
Traktoriaus ratų buksavimas nustatytas traktoriuje įrengta gamykline įranga – dviejų jutiklių radaru. Traktoriaus kompiuteris gaudamas teorinį greitį ir radaro realųjį greitį apskaičiuoja ratų buksavimą ir duomenis pateikia ekrane ir jie visada kinta keičiantis greičiui. Prieš pradėdant tyrimus radaras sukalibruotas pagal gamintojo pateiktas rekomendacijas, t. y. neapkrautas traktorius važiuoja keliu 8 km/h greičiu, kompiuteriniame valdymo pulte nuspaudžiamas mygtukas [%], kuris reiškia „traktoriaus ratų buksavimas“, ir laikomas ne mažiau 3 s, kol kompiuterio ekrane pasirodo užrašas, kad sukalibruota sėkmingai [8].

Traktoriaus variklio valdymo kompiuteris „ECU“ registruoja ciklinį degalų įpurškimo kiekį nuo 5 iki 18 kartų per sekundę priklausomai nuo variklio apkrovos ir alkūninio veleno sūkių dažnio. Mikroprocesorius apdoroja gautus duomenis ir kompiuterio ekrane pateikia degalų sąnaudas vienam hektarui (l/ha) realiu laiku. Operatoriui rodomi duomenys užrašomi kartą per valandą, kurių tikslumas $\pm 5\%$.

Visi tyrimų duomenys statistškai apdoroti „MS Excel“ kompiuterine programa ir ANOVA lentelėmis iš programinio paketo DATA ANALYSIS.

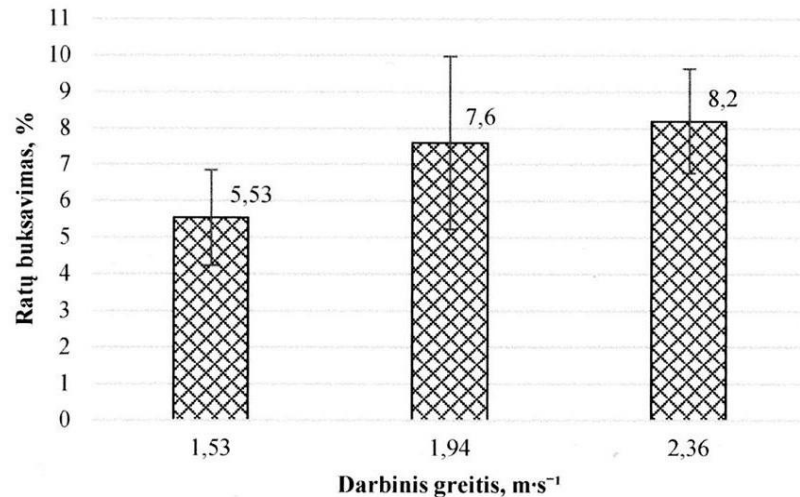
Tyrimų rezultatai

Atlikus dirvos kietumo tyrimus prieš giluminį purenimą (2 pav. a), nustatyta, kad dirva 0,4 m gylyje buvo labai kieta (5–8 MPa). Po giluminio purenimo (2 pav. b) dirvos kietumas tame pačiame gylyje sumažėjo iki 3,5–4,5 MPa.



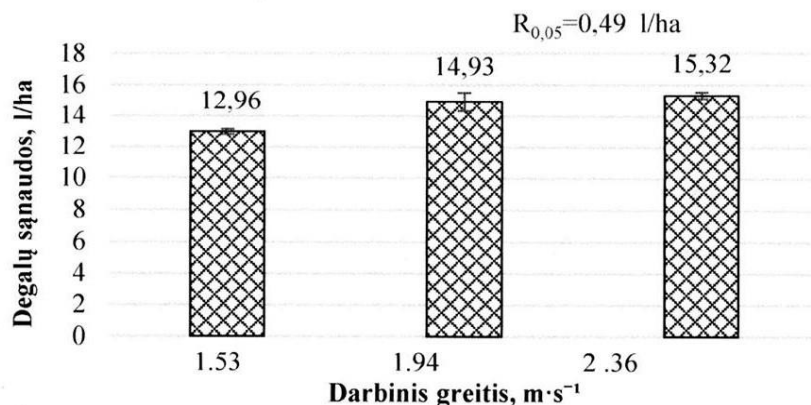
2 pav. Dirvos kietumas: a) prieš giluminį purenimą; b) po giluminio purenimo

Keičiant giluminio purentuvo darbinį greitį buvo tiriamas traktoriaus ratų buksavimas (3 pav.). Nustatyta, kad didinant greitį nuo $1,53 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ iki $1,94 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ traktoriaus ratų buksavimas vidutiniškai padidėjo 2,07%, o darbinį greitį padidinus nuo $1,94 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ iki $2,36 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, traktoriaus ratų buksavimas padidėjo 0,6%. Eksperimentinių tyrimų metu dirvos viršutinio sluoksnio drėgnis buvo apie 28,4 %.



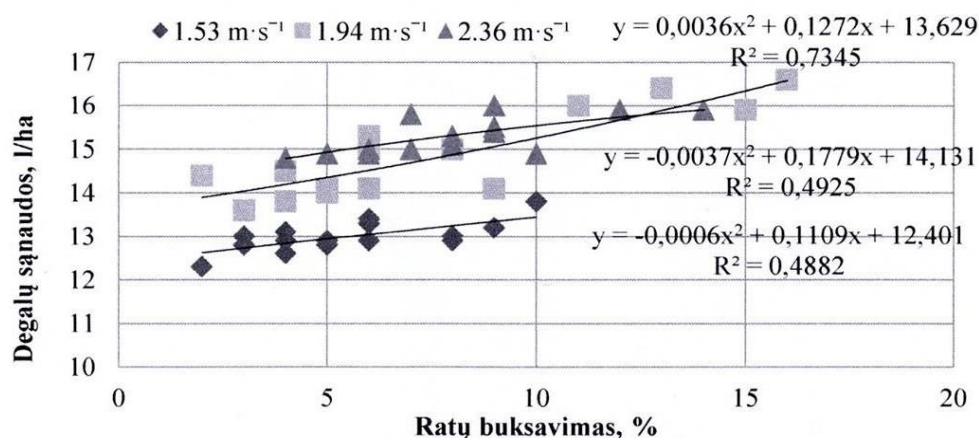
3 pav. Traktoriaus ratų buksavimo priklausomybė nuo darbinio greičiui

Atlikus degalų sąnaudų vienam hektarui tyrimą (4 pav.), nustatyta, kad didinant giluminio purenimo technologinės operacijos darbinį greitį, didėja degalų sąnaudos. Statistiškai patikimas skirtumas nustatytas tarp $1,53 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ir $1,94 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ bei tarp $1,53 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ir $2,36 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ darbinių greičių.



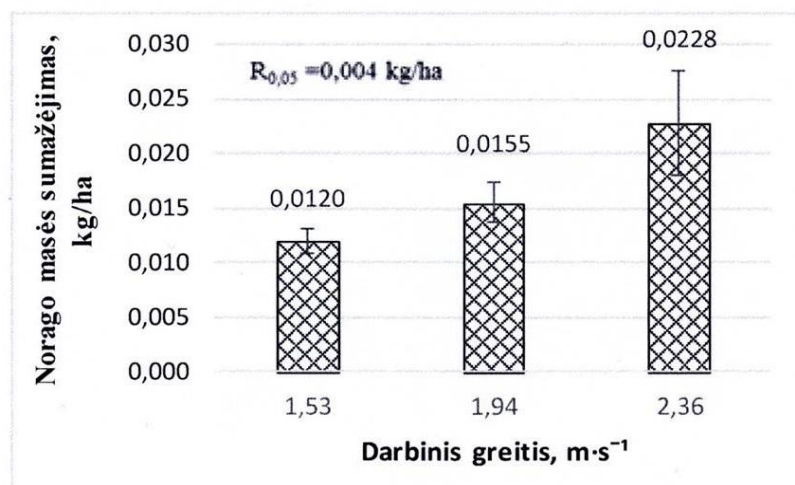
4 pav. Darbinio greičio įtaka degalų sąnaudoms, atliekant giluminį purenimą

Analizuojant eksperimentinių tyrimų rezultatus, nustatyta degalų sąnaudų priklausomybė nuo traktoriaus ratų buksavimo. Didėjant traktoriaus ratų buksavimui, didėja ir suvartojamų degalų kiekis. Degalų sąnaudų priklausomybė nuo ratų buksavimo, esant skirtingiems giluminio purentuvo darbiniais greičiams, pateikta 5 pav.



5 pav. Degalų sąnaudų priklausomybė nuo traktoriaus ratų buksavimo, esant skirtingiems darbiniam greičiams

Keičiant giluminio purentuvo darbinį greitį buvo nustatytas giluminio purentuvo noragų nudilimas (6 pav.). Tyrimų rezultatai rodo, kad, padidinus darbinį greitį nuo 1,53 m·s⁻¹ iki 1,94 m·s⁻¹, noragų dilimo intensyvumas padidėjo 1,3 karto, o greitį padidinus iki 2,36 m·s⁻¹, dilimas padidėjo beveik 2 kartus.



6 pav. Darbinio greičio įtaka giluminio purentuvo noragų dilimui, įdirbus vieno hektaro dirvos plotą

Išvados

1. Dirvos kietumo tyrimais nustatyta, kad giluminis purenimas 0,4 m gylyje dirvos kietumą tiek technologinėse, tiek ir netechnologinėse vėžėse sumažina nuo 5–8 MPa iki 3,5–4,5 MPa.
2. Didinant giluminio purenimo darbinį greitį, didėja traktoriaus ratų buksavimas. Statistiškai patikimas skirtumas nustatytas tarp 1,53 m·s⁻¹ ir 2,36 m·s⁻¹ darbinio greičių.

3. Giluminį purenimą atliekant $1,53 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ greičiu sunaudojama apie 13 l/ha dyzelinių degalų. Darbinį greitį padidinus iki $1,94 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ arba $2,36 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, degalų sąnaudų padidėjimas buvo esminis.
4. Padidinus darbinį greitį nuo $1,53 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ iki $2,36 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ nustatyta, kad didėjant buksavimui didėja ir degalų sąnaudos.
5. Darbinis greitis daro didelę įtaką giluminio purentuvo noragų dilimui. Nustatyta, kad darbinį greitį padidinus nuo $1,53 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ iki $1,94 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, dilimas padidėjo beveik 2 kartus

Literatūros šaltiniai

1. Heuer H., Tomanova O., Koch H.J., Mäländer B. Subsoil properties and cereal growth as affected by a single pass of heavy machinery and two tillage systems on a Luvisol. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 171, 2008, pp. 580-590.
2. Šarauskis E., Romaneckas K., Vaiciukevičius E., Jasinskas A., Sakalauskas A., Buragienė S., Katkevičius E., Karayel D. Effect environmentally friendly tillage machinery on soil properties. *Engineering for Rural Development*. 2011, Vol. 10, p.70-75.
3. Kroulik M., František Kumbálek, Josef Hůla, Ivo Honzík The evaluation of agricultural machines field trafficking intensity for different soil tillage technologies. *Soil and Tillage Research*. 2009, vol. 105, p. 171–175.
4. Bogužas, V., Arvasas, J., Šniauka, P. Žemdirbystė. Akademijs. 2013. 173 p.
5. Buragienė S., Šarauskis E., Romaneckas K., Adamavičienė A., Avižienytė D., Katkevičius E. Skirtingų žemės dirbimo technologijų įtaka dirvožemio mechaninėms –fizinėms savybėms. Žemės ūkio inžinerija. Mokslo darbai. 2011. T.43(3). p.25-42.
6. Jankauskas V., Varnauskas V., Kreivaitis R., Adamonis D. Apvirintų paviršių abrazyvinio dilimo tyrimai. Inžinerija: mokslo darbai. LŽŪU. 2006, Nr.7 (1). p. 64–68.
7. Steponavičius D., Jasinskas A., Šarauskis E., Šniauka P., Vaiciukevičius E., Zinkevičius R. 2010, Žemės ūkio mašinų laboratoriniai darbai. LŽŪU: Akademijs, 110 p.
8. Traktoriaus „John deere 8230“ naudojimosi instrukcija. [Žiūrėta 2014-12-05]. Prieiga: http://manuals.deere.com/omview/OMAR259982_19/RW29387_00005D2_19_02JAN08_1.htm

DEEP SOIL LOOSENING OPERATION SPEED INFLUENCE PLOUGHSHARE WEAR, TRACTOR WHEEL SLIPPAGE AND FUEL CONSUMPTION

Summary

Researches Investigations were done in autumn of 2014 in Pakruojis district. Klovainiai village at the farmer's Albinas Navickas fields. Ploughshare wear, wheel slippage and fuel consumption were determined at three different working operating speeds (5.5 km/h; 7.0 km/h and 8.5 km/h), were determined ploughshares wear, wheel slippage and fuel consumption. Before and after deep soil loosening was determined soil hardness, of soil.

It was found that increasing the operating speed from of 5.5 km/h up to 8.5 km/h ploughshares wear attrition increased almost twice. It was also observed that with an increase of working in running speed is increasing and the tractor wheel slippage, slippage is increasing and increasing fuel consumption.

Key words: deep soil loosening, ploughshare wear, wheel slippage, fuel consumption.

Martynas Navickas – ASU Žemės ūkio mechanikos inžinerijos fakulteto magistrantas; tel. 8 628 60934; el.p. Martynaz91@gmail.com;

Egidijus Šarauskis – ASU Žemės ūkio inžinerijos ir saugos instituto profesorius; tel. (8 37) 75 23 77; el. p. Egidijus.Sarauskis@asu.lt.

GILUMINIO DIRVOS PURENIMO ĮTAKA DIRVOS FIZIKINĖMS SAVYBĖMS

*Povilas Mauza, Antanas Sakalauskas, Kęstutis Romaneckas,
Martynas Navickas*

Įvadas

Sunkiuosius K – 701 pakeitę lengvesniais traktoriais, padvigubinę jų ratus žemdirbiai, regis, primiršo dirvų suslėgimo problemą. Tačiau žemė ir toliau kenčia nuo technikos, ypač šlapią rudenį ir ankstyvą pavasarį. Ją neigiamai veikia ne tik sunkiųjų mašinų ratai, mašinų darbinės dalys, dar labiau dirvą žaloja plūgų ir traktorių slėgis į vagų dugną [1].

Ilgai ariant vienodu gyliu, suplūkiamas podirvinis sluoksnis ir susidaro vadinamasis „armens padas“. Dėl šio „pado“ drėgmė blogiau prasisunkia į gilesnius dirvos sluoksnius, todėl dirvožemio armuo įmirksta, lėtėja dirvožemio aeracija, sunkiau vystosi augalų šaknų sistema. Armens

padas sulaiko koloidinių dalelių judėjimą gilyn. Daugiau palijus, dirvos įdubose užsistovi paviršinis vanduo, dėl to išmirksta ar išretėja kultūrinių augalų pasėliai, gali susidaryti ledo pluta [2]. Viena pagrindinių priemonių sutankėjusių dirvožemio sluoksnių atstatymui yra giluminių purentuvų naudojimas. Giluminiai dirvos neverčiantys purentuvai, dirbdami giliau negu sutinkamas sutankėjęs dirvožemio sluoksnis („armens padas“), dirvą atpjauna ir truputį pakelia. Tokiu būdu visas pakeltas dirvos sluoksnis yra sujudinamas, dirva sutrūkinėja, pagerėja dirvožemio aeracinės, šiluminės ir kt. savybės.

Kaip rodo įvairių tyrimų rezultatai, ne visos dirvožemio fizikinės savybės vienodai reaguoja į minimalų žemės dirbimą: vienos gerėja, kitos suprastėja. Atlikti įvairūs tyrimai parodė, kad gilus purenimas mažina dirvos kietį ir pagerina aeracines savybes. Fizikinės dirvožemio savybės neblogėjo, palyginus su giliu arimu. Kai kuriais atvejais prastėja dirvožemio poringumas, didėja tankis [3,4,5,6].

Darbo tikslas – nustatyti gilaus podirvio purenimo įtaką dirvos fizikinėms savybėms.

Tyrimų metodika

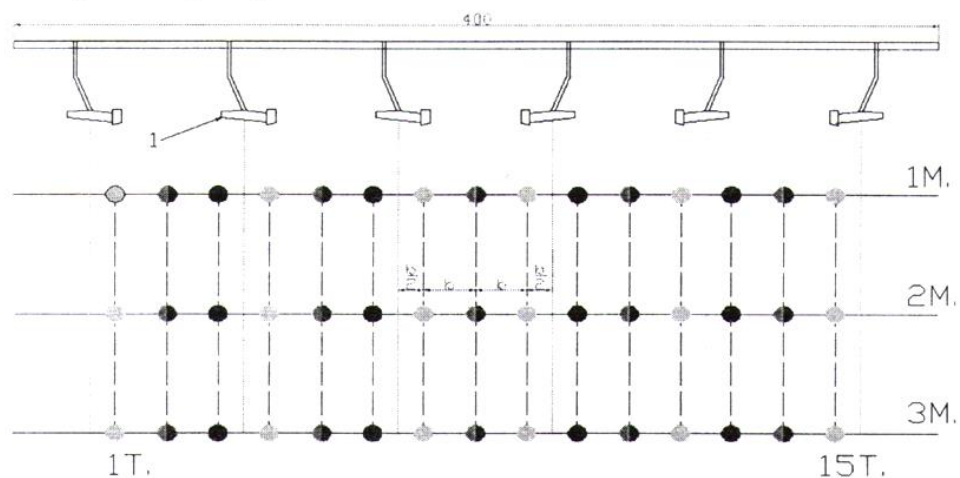
Eksperimentiniai tyrimai atlikti 2010-2011 metais, projekto: „Aplinką ir energiją tausojanti technika žemdirbystėje (AETTŽ)“ parodomąjo bandymo plotuose Vilkaviškio r. Ramoniškių k. pas ūkininką Vygintą Vilimaitį ir Pakruojo r. Moniūnų k. pas ūkininką Albiną Navicką. Tyrimai buvo atliekami žieminių rapsų gamybinuose 3 ha plotuose, taikant minimalią žemės dirbimo ir sėjos technologiją žieminiams rapsams. Giluminis dirvos purenimas atliktas 35 cm gyliu su „Aggrisem Internacional“ firmos „Cultiplow 52“ padargu.

Dirvožemio struktūros ir patvarumo nustatymui buvo paimti 5 ėminiai 0-25 cm gylyje iš kiekvieno gamybinio lauko, rudenį (prieš giluminį dirvos purenimą) ir pavasarį (atsinaujinus augalų vegetacijai). Sudaryti vidutiniai mėginiai. Analizė atlikta N. Savinovo metodu sausuoju ir drėgnuoju dirvožemio sijojimo būdu. Sausuoju būdu mėginiai buvo suskirstyti į orasauses frakcijas, t.y. išsijojama per sietus su 10, 7, 5, 3, 2, 1, 0,5, 0,25 mm skersmens skylutėmis. Drėgnasis sijojimas atliktas naudojant sietus su 5 – 0,25 mm skylutėmis [7,8].

Dirvožemio tankis ir drėgnis nustatyti svėrimo būdu, paimant mėginius Nekrasovo grąžtu 0-10 cm gylyje. Kiekvienas mėginys buvo numeruojamas, pasveriamas bei išdžiovinamas 105 °C temperatūroje iki

pastovios jo masės. Išdžiovinti mėginiai pasverti, apskaičiuotas jų tankis ir drėgnis [9].

Dirvos kiečiui nustatyti buvo naudojamas elektroninis kietmatis. Matuojant elektroniniu kietmačiu, kūginis antgalis užsukamas ant zondavimo strypo galo. Zondavimo strypas prijungiamas prie kietmačio smūgių amortizatoriaus. Spaudžiant kūginį antgalį į dirvą vidinis ultragarsinis penetrometro jutiklis tiksliai registruoja gylį iki 80 cm tam panaudojant gylio referentinę plokštelę [10]. Dirvos kietis tirtas 4 kartus: rudenį prieš ir po žieminių rapsų sėją, sudyigus augalams ir pavasarį – atsinaujinus vegetacijai.

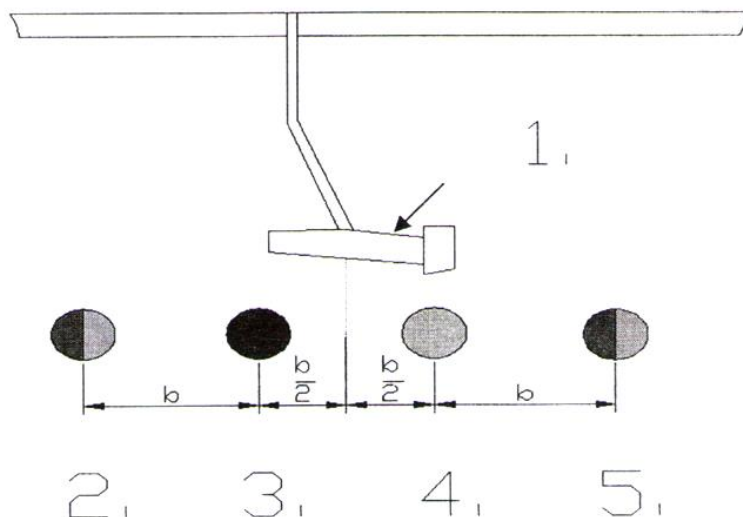


1 pav. Dirvos kiečio nustatymo schema: 1 – giluminio purentuvo noragėlis; 1M, 2M, 3M – matavimai; 1T, 15T – matavimo taškai

Siekiant išanalizuoti dirvos kiečio kitimo priklausomybę prieš giluminį dirvos purenimą ir jį atlikus per visą darbinį agregato plotį buvo sudaryta matavimų schema (1 pav.). Dirvos kietis nustatomas penkiolikoje charakteringų taškų, iš kurių kiekvienam atliekama po 3 pakartojimus. Kad užtikrinti pakankamą gautų matavimo rezultatų tikslumą, matavimus pakartojame 3 skirtingose vietose, kurios nutolusios viena nuo kitos per 200 cm.

Kadangi giluminis purentuvas sudarytas iš 6 purenimo noragų, kurie prie korpuso pritvirtinti vienodu (68 cm) atstumu, kontroliniai matavimo taškai tarp gretimų noragų yra išsidėstę vienodais atstumais. Pažymėtuose tokiomis pačiomis spalvomis kontroliniuose taškuose gilaus dirvos purenimo įtaka dirvos kiečiui turėtų būti analogiška.

Tolimesniam eksperimentinių tyrimų metu gautų matavimų rezultatų statistiniam apdorojimui sudaroma duomenų grupės schema (2 pav.). Vadovaujantis šia schema pateikiami statistiškai įvertinti ir apdoroti dirvos kiečio matavimų rezultatai skirtinguose 8 gyliuose.



2 pav. Matavimų vietų grupės schema: 1 – giluminio puretuvo noragėlis; 2; 3; 4; 5 – kiečio matavimo taškai

Tyrimų rezultatai

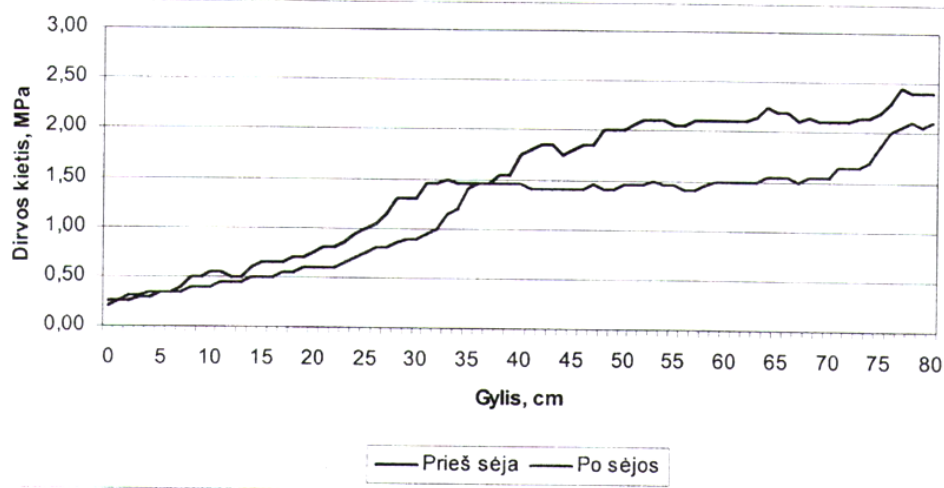
Atlikus dirvožemio struktūros ir jos patvarumo tyrimus rudenį (prieš atliekant giluminį dirvos purenimą) ir pavasarį (atsinaujinus augalų vegetacijai) buvo nustatytas teigiamas pokytis (1 lentelė). Didėjo makro - mezostruktūros kiekis, tuo tarpu mažėjo nepageidaujamos mikrostruktūros kiekis. Tokia dirva pakankamai atspari vėjo erozijai. Abejuose rajonuose struktūros patvarumas nustatytas aukštas (virš 70 proc.) ir taip pat pavasarį juntamas padidėjimas, lyginant su matavimais atliktais rudenį.

Drėgmės 0-10 cm gylyje pilnai pakako augalų vystymuisi, o dirvožemio tankis atitiko augalų agrotechnikai keliamus reikalavimus.

1 lentelė. Podirvio purenimo įtaka dirvos fizikinėms savybėms

Monitoringo atlikimo vieta	Struktūra proc.				Struktū- ros patvaru- mas proc.	Drėgnis 0-5 cm proc.	Drėgnis 0-10 cm proc.	Tankis g/cm ³
	mega-	makro-	mezo-	mikro-				
	> 10 mm	1-10 mm	3-5 mm	<0,25 mm				
Vilkaviškio r.: ruduo	79,1	20,1	4,1	0,8	71,6	28,3	25,9	1,25
	71,6	28,0	6,2	0,4	76,0	23,6	27,5	1,29
pavasaris								
Pakruojo r.: ruduo	66,0	32,4	6,4	1,6	72,4	30,0	23,8	1,35
	61,5	37,5	8,1	1,0	73,9	19,2	23,5	1,24
pavasaris								

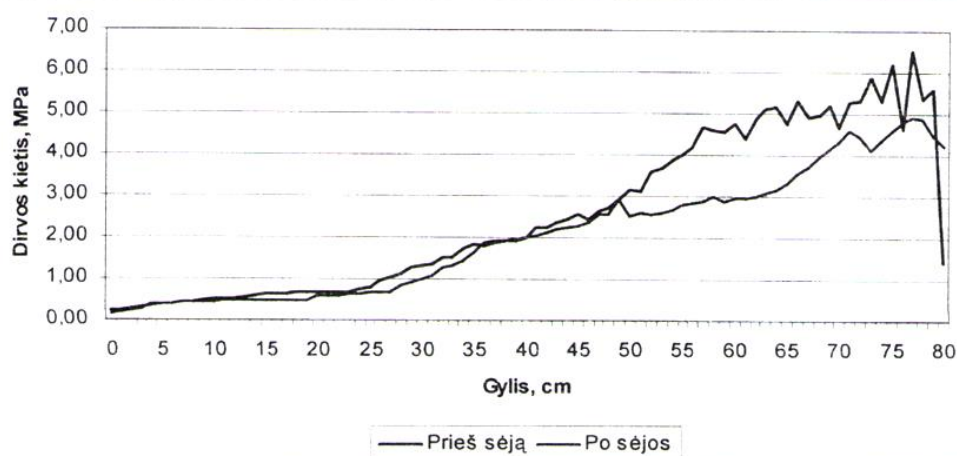
Vilkaviškio rajone išmatavus dirvos kietį elektroniniu kietmačiu prieš žemės dirbimą ir sėją 2010 rudenį, nustatyta, kad dirvos kietis visuose tirtuose sluoksniuose buvo purus (< 1 MPa) ir puokas (1-2 MPa), virš 50 cm – kietokas (2-3 MPa), todėl po giluminio žemės dirbimo ir sėjos dirvos kietis sumažėjimas ypač viršutiniuose dirvos sluoksniuose nebuvo toks ryškus (3 pav.).



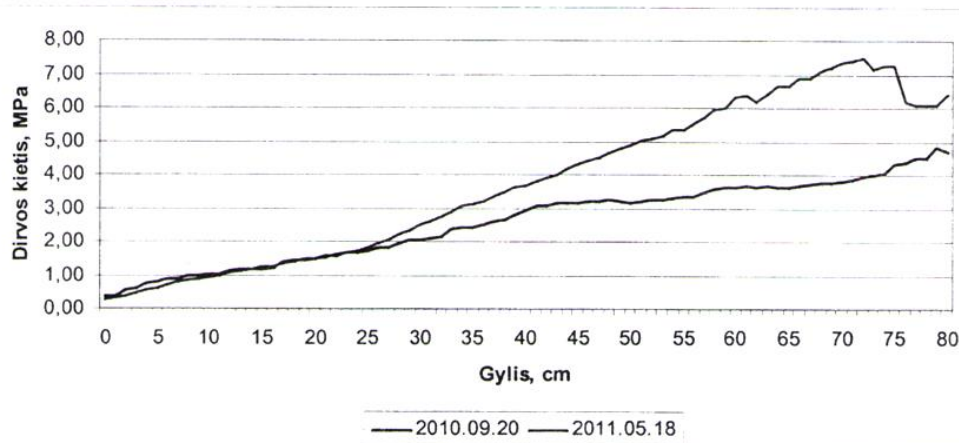
3 pav. Dirvos kietis prieš ir po žeminių rapsų sėjos (2010 m., Vilkaviškio rajonas)

Atlikus matavimus Pakruojo rajono ūkio dirvoje, nustatyta, kad giliuose dirvos sluoksniuose dirvos kietis labai staigiai didėjo. Virš 60 cm

gylyje dirva buvo labai kieta (> 5 MPa). Sudėtinga paaiškinti, kodėl dirvos kietis šiuose sluoksniuose toks didelis. Viena iš priežasčių galėtų būti ta, kad toje vietoje kažkada būta sodybos, supiltas gruntas ar panašiai. Viršutiniame dirvos sluoksnyje kietis prieš žemės dirbimą ir sėją bei po jos skyrėsi labai nežymiai (4 pav.). Viena iš priežasčių, dėl ko tokia maža giluminio purenimo įtaka viršutiniame dirvos sluoksnyje ta, kad šioje dirvoje giluminis purenimas jau buvo naudotas ir ankstesniais metais. Tačiau gilesniuose dirvos sluoksniuose (> 50 cm), įdirbus giluminiu purentuvu ir pasėjus žieminius rapsus, dirvos kietis sumažėjo.



4 pav. Dirvos kietis prieš ir po žieminių rapsų sėjos (2010 m., Pakruojo rajonas)

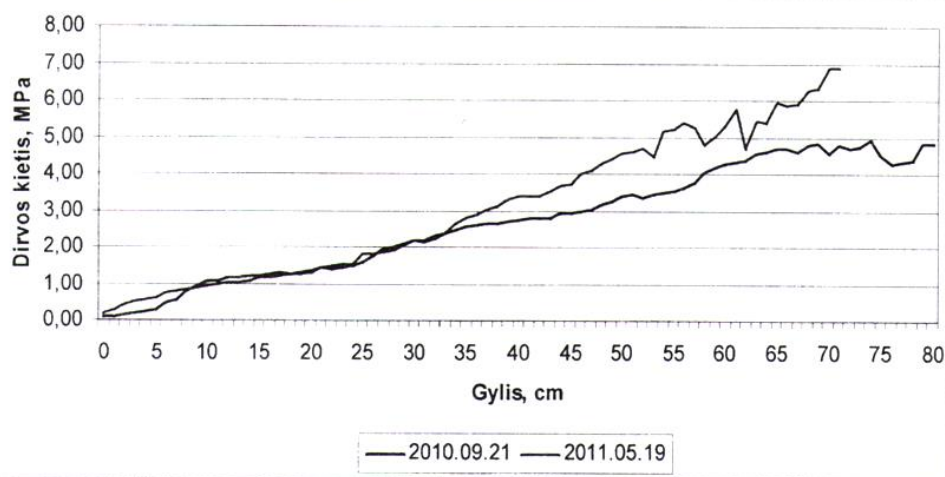


5 pav. Dirvožemio kietis žieminių rapsų pasėlyje prieš žiemojimą ir atsinaujinus vegetacijai pavasarį (Vilkaviškio raj.)

Augalams sudygus (praėjus 6-7 savaitėms nuo sėjos) žymesnių pokyčių nenustatyta. Dirvos kietis purentame sluoksnyje didėjo tolygiai. 2011 metų pavasarį Vilkaviškio rajono ūkyje dirvos kietis rapsų pasėlyje didėjo skirtingai. Viršutiniame sluoksnyje (iki 10 cm gylio) dirva buvo puri (iki 1,0 MPa), iki 27 cm – puroka (iki 2 MPa) (5 pav.).

27 cm gylyje pastebėtas tam tikras dirvos kietės „lūžis“, nes kietis pradėjo didėti žymiai sparčiau. Tai galėtų būti dėl to, kad panašiam gylyje rudenį dirvą pureno giluminio žemės dirbimo padargo noragai.

Panaši dirvos kietės kitimo dinamika nustatyta ir Pakruojo rajono rapsų pasėlyje (6 pav.). Čia didesniame nei 55 cm gylyje dirva taip pat buvo labai kieta - virš 5,0 MPa.

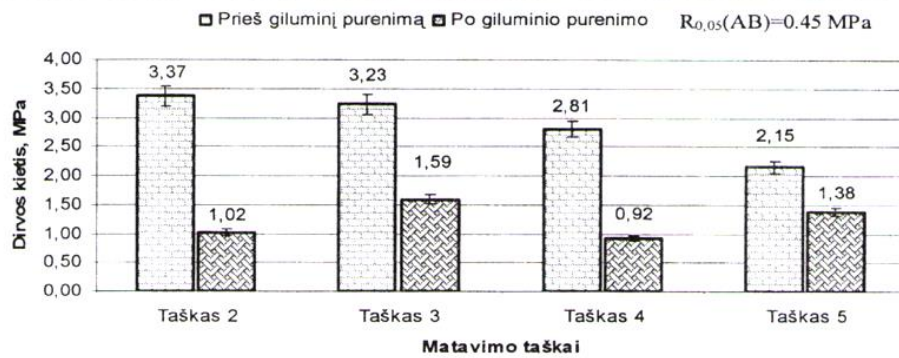


6 pav. Dirvožemio kietis žieminių rapsų pasėlyje prieš žiemojimą ir atsinaujinus vegetacijai pavasarį (Pakruojo raj.)

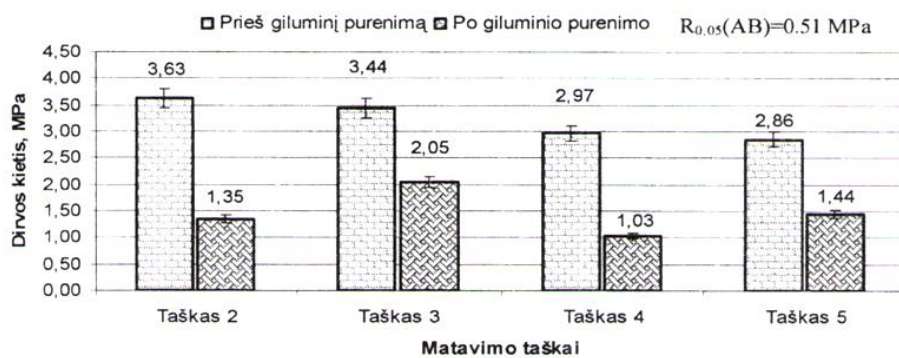
Išnagrinėjome kaip dirvos kietis kinta toje pačioje vietoje prieš giluminį purenimą ir atlikus jį. Modelinis tyrimas atliktas Pakruojo rajono ūkyje. Tyrimų metu dirvos kietis nustatytas aštuoniuose gyliuose (15; 20; 25; 30; 35; 40; 45 ir 50 cm.), siekiant įvertinti dirvos kietės pokyčius visame purenamame dirvos sluoksnyje.

Išanalizavus gautus matavimų rezultatus nustatyta, kad didžiausias foninis dirvos kietis (4 matavimo taškų vidurkis) prieš gilaus dirvos purenimo operaciją buvo nustatytas 20 cm gylyje ir siekė 3,22 MPa. Giliai supurenus dirvą šis dydis sumažėjo 45,7 % ir siekė 1,47 MPa.

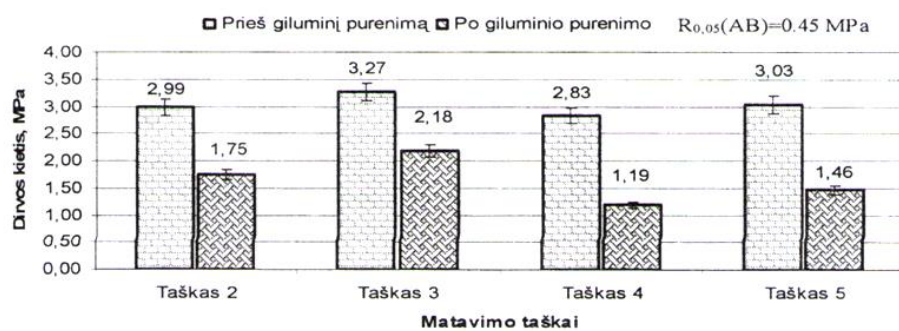
Atlikus atskirų matavimo taškų vidurkių palyginimo dispersinę analizę, nustatytas esminis dirvos kietio skirtumas tarp giliai purentos dirvos ir nepurentos dirvos matavimo taškų šiuose gyliuose: 15; 20; 25; 30; 35; 40 cm (7 pav.).



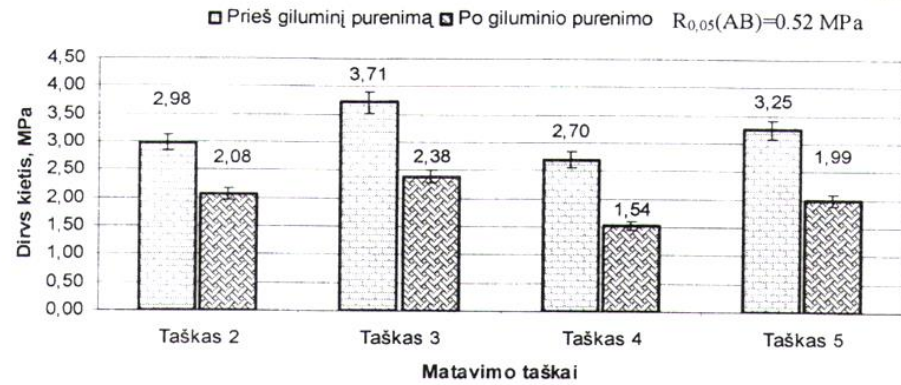
a)



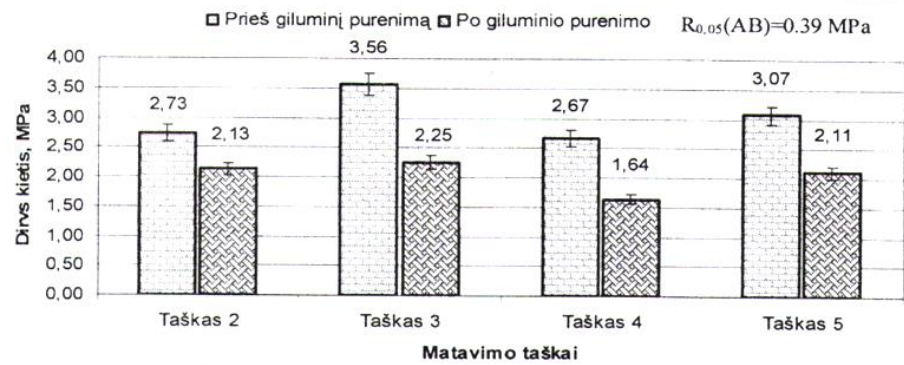
b)



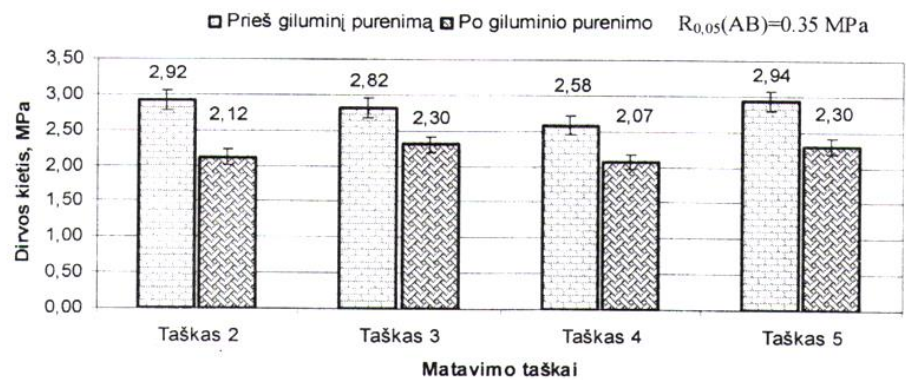
c)



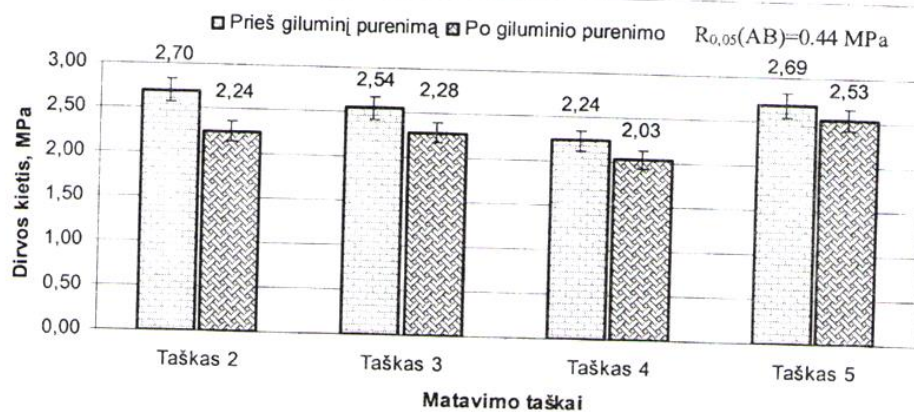
d)



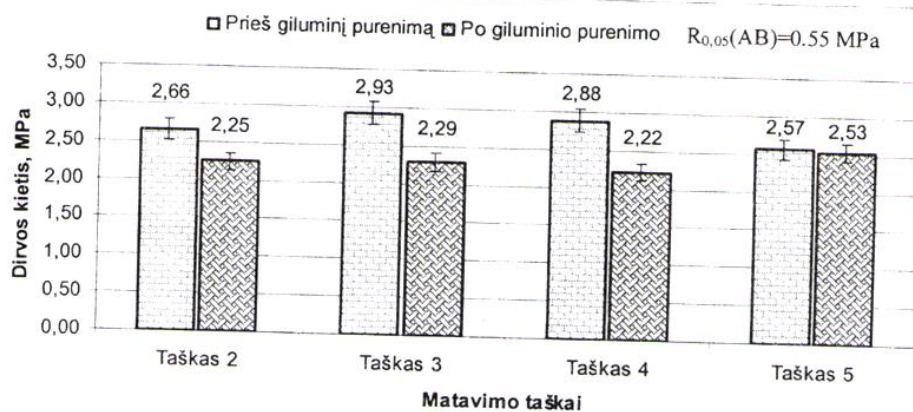
e)



f)



g)



h)

7 pav. Dirvos kietis prieš ir po giluminio dirvos purenimo: a – 15 cm, b – 20 cm, c – 25 cm, d – 30 cm, e – 35 cm, f – 40 cm, g – 45 cm, h – 50 cm gylyje

Nors vizualiai 45 cm gylyje tarp nepurentos ir giliai purentos dirvos skirtumas akivaizdus, tačiau statistiškai patikimas esminis vidurkių skirtumas nustatytas tik antrame taške (7 pav. - g). Paskutiniame tirtame gylyje (50 cm) esminis skirtumas nustatytas 2, 3 ir 4 taške (7 pav. - h).

Gilesniuose dirvos sluoksniuose giluminio purenimo įtaka buvo minimali, tam įtakos galėjo turėti tai, kad giluminio purentuvo norago darbinis gylis siekė tik iki 35 cm.

Išvados

1. Išanalizavus dirvos struktūros ir jos patvarumo tyrimo duomenis esminių skirtumų neaptikta, tačiau pastebėtas teigiamas pokytis. Nustatytos palankios sąlygos žieminių rapsų sėjai, augimui ir vystymuisi.
2. Abejuose regionuose giluminis dirvos purenimas sumažino porarmeninių dirvos sluoksnių kietį (kiečio mažėjimas užfiksuotas nuo 20-25 cm. gylio).
3. Modeliniais bandymais nustatytas esminis dirvos kiečio skirtumas tarp giliai purentos dirvos ir nepurentos dirvos matavimo taškų šiuose gyliuose: 15; 20; 25; 30; 35; 40 cm.
4. Poarmenio purenimas 35 cm gyliu neturėjo esminės įtakos gilesnių (nuo 45 cm) dirvožemio sluoksnių kiečiui.

Literatūra

1. Bakasėnas A. Suslėgtas podirvis: purenti ar palikti? // Mano ūkis. – 2005. – Nr.11.
2. Motuzas A.J., Buivydaite V.V., Vaisvalavičius R., Šleivys R.A. Dirvotyra. Vadovėlis. Vilnius. Enciklopedija, 2009, 336 p.
3. Feiza V., Šimanskaitė D., Deveikytė I., Šlepetienė A. Pagrindinio žemės dirbimo supaprastinimo galimybės lengvo priemolio dirvose // Žemdirbystė: mokslo darbai/ LŽI, LŽŪU. – Akademija, 2005(a), t. 92 (4), p. 66-79
4. Bartėnas V., Sakalauskas A., Romaneckas K. Pagrindinio žemės dirbimo įtaka cukrinių runkelių derliui // Agroinžinerija ir energetika/ LŽŪU – Akademija, 2011, t. 16, p. 17-22
5. Šimanskaitė D. Skirtingų žemės dirbimo ir sėjos įtaka dirvai ir derliui // Žemdirbystė: mokslo darbai/ LŽI, LŽŪU. – Akademija, 2002, t. 79, p. 131-138
6. Feiza V., Feizienė D., Deveikytė I. Supaprastintas žemės dirbimas pavasarį: 1. įtaka dirvožemio fizikinėms savybėms // Žemdirbystė: mokslo darbai/ LŽI, LŽŪU. – Akademija, 2006, t. 93 (3), p. 35-55
7. Нерпин С., Чудновский А. 1967. Физика почвы. Москва: Наука. С. 13–18.
8. Ревут И. В. 1972. Физика почв. Ленинград «Колос». 365 с.
9. Vadiunina, A., Korčagina, Z. 1986. Methods of Soil Analysis (Physical methods). Agropromizdat, Moskva, 416 pp.
10. Elektroninio kietmačio „Penetrometro“ naudojimosi instrukcija. [žiūrėta 2011-11-03]. Prieiga: <[http://pkd.eijkelkamp.com/Portals/2/Eijkelkamp/Files/Manuals/M1-0615SAe %20Penetrologger.pdf](http://pkd.eijkelkamp.com/Portals/2/Eijkelkamp/Files/Manuals/M1-0615SAe%20Penetrologger.pdf)>.

DEEP SOIL LOOSENING INFLUENCE ON SOIL PHYSICAL PROPERTIES

Summary

Researches did in 2010 - 2011 years, industrial fields in 3 ha in Vilkaviskis r. Ramoniskiu vlg. at the farmer Vygintas Vilnaitis and in Pakruojis r. Moliunu vlg. at farmer

Albinas Navickas. Solidity of the soil, the structure of the soil and its hardness before and after doing the cultivating technological operation of the soil deepness. The aim of work is to set the influence of cultivated subsoil to physical features of the soil.

Analyzing the structure of soil and research data of its hardness, we don't find essential differences. Optimal circumstances were established for winter rape sowing, growing. In both regions cultivation of deep soil decreased the hardness of plow sole. Decrease of hardness was fixed from 20-25 cm. By modeling researches it was established the difference of hardness of soil, between deep cultivated soil and uncultivated soil measure points in those depths: 15, 20, 25, 30, 35, 40 cm. Cultivation of soil plough in depth of 35 cm didn't have essential influence on hardness of deeper soil layers (from 45 cm).

Key words: deep cultivation, plow sole, hardness of soil, structure of soil.

Povilas Mauza – ASU Žemės ūkio mašinų katedros magistrantas; tel. 8 626 06 007,
el. p. Povilas.Mauza@gmail.com

Antanas Sakalauskas – ASU Žemės ūkio mašinų katedros docentas; tel. (8 37) 75 23 57,
el. p. Antanas.Sakalauskas@asu.lt

Kęstutis Romanekas – ASU Žemdirbystės katedros docentas; tel. 8 656 30 044,
el. p. Kestas.Romanekas@asu.lt

Martynas Navickas – ASU Žemės ūkio inžinerijos fakulteto III kurso studentas; tel. 8 628 60 934, el. p. Martynaz91@gmail.com