

EESTI MAAVILJELUSE INSTITUUT

**Peeter Viil, Raivo Vettik, Enno Koik,
Kalvi Tamm, Jaanus Siim,**

VEDELSÕNNIK – MIKS JA KUIDAS

**UURIMISTÖÖ TULEMUSI
UUENDLIKUS TAIMEKASVATUSES**

**SAKU
2008**

Toimetaja: Jaanus Siim

Fotod: Juhannes Sapas ja Peeter Viil

Uurimistö viidi läbi Põllumajandusministeeriumi poolt rahastatava projekti raames.
Raamatu trükkimine rahastati PRIA poolt MAK raames.

© Eesti Maaviljeluse Instituut

Trükk: AS REBELLIS

ISBN 978-9985-9899-3-7

SISUKORD

Sissejuhatus	5
Summary	6
1. Ülevaade vedelsõnniku käitlemise tehnoloogiast	7
2. Uuenduslikud tehnoloogilised võtted taimekasvatuses	15
3. Värvitahvlid	37
4. Vedelsõnniku käitlemise kulud	49
5. Vedelsõnniku kogused ja paiknemine Eestis	57
6. Põllundusmasinate ja –seadmete maaletoojad ning valmistajad	60

SISSEJUHATUS

Viimasel ajal on oluliselt tõusnud kütuse, tööjõu ja mineraalväetiste – hinnad. Põllumajandus- toodangu omahinna vähendamise üheks võimaluseks on otsida odavamaid lahendusi taimede toitainete vajaduse katmiseks. Kui farmis on vedelsõnnik, siis tuleb selgitada, millistel tingimustel on otstarbekas kasutada seda mineraalväetiste asemel. Eestis tekib aastas enam kui 421 tuhat tonni seavedelsõnnikut ja 856 tuhat tonni veisevedelsõnnikut. Selle hoiustamiseks on hakatud ehitama suurhoidlaid ja põllule veoks ning laotamiseks soetama tänapäevaseid masinaid. Milline on aga vedelsõnniku mõju mullale ja saakidele, eriti just minimeeritud ja otsekülvi tehnoloogiate korral – seda on põhjalikumalt uuritud alles viimastel aastatel. Erinevates mullastiku valdkondades on rajatud nii statsionaarseid kui ka tootmistehnoloogilisi katseid. Tootmistehnoloogiliste katsete läbiviimine on andnud teavet vedelsõnniku väetusomaduste ja käitlusagregaatide töösobivuse kohta. Uurimistöö tulemusena on saadud andmeid erinevate tehnoloogiate mõjust mullale, põllukultuuride saagile ja kvaliteedile ning ressursside kulule tootmistingimustes.

Raamat on koostatud uurimistöõde tulemuste tutvustamiseks tootjaile – selles on Eesti Maaviljeluse Instituudi põllumajandustehnika ja –tehnoloogia osakonna poolt korraldatud viienda tehnoloogiapäeva “Vedelsõnnik – miks ja kuidas” ettekanded. Käsitatud on vedelsõnniku käitlemise tehnoloogiaid, mõju mullale ja põllukultuuride saagile ning väetamise majanduslikkust. Lisaks on raamatus Eestis põllumajandusmasinaid müüvate firmade andmebaas.

SUMMARY

The book contains presentations from the fifth technology day “Slurry – why and how?“, organised by Estonian Research Institute of Agriculture. In addition, the book includes a database of agricultural machinery retailers in Estonia.

Recently, the prices of fuel, manpower and mineral fertilizers have risen sharply. One of the possibilities for reducing the production cost of agricultural produce is to seek less inexpensive solutions. With slurry available in the farm, it must be found out on which conditions it is more expedient to use slurry instead of mineral fertilisers. In Estonia, approximately 421 thousand tons of pig slurry and approximately 856 thousand tons of bovine slurry is generated annually. The articles look into the slurry handling technologies, its impact on soil and yield of arable crops, and economic aspects of fertilisation.

An overview of the legislation regulating the use of slurry is given. The types of slurry storage facilities, the machinery for mixing, transport and spreading, as well as spreading methods are presented. Data is provided on the emission of ammonia from slurry.

The results of a long-term research on the influence of different crop rotations and technologies of soil preparation and fertilisation on the soil bulk density, humus content, water permeability, biota, as well as on the distribution of macro- and microelements in soil are provided.

Formations of compacted layer in soil have become a problem, as it damages the water regime and development of plant roots. The analysis of the relationship between the yield of arable crops and the bulk density of soil has indicated that the optimal bulk density is 1.20-1.35 Mg m⁻³.

Earthworms play an important role in modelling and maintaining the soil fertility. As a result of their intense functioning, the yield of many crops will increase; however, the tests have shown that the more intense soil preparation, the lesser earthworm numbers and biomass in the soil.

In case of long-term shallow soil tillage (0-18 cm), the soil fertility will differentiate vertically: in the uppermost (up to 10 cm) soil layer the P and K content ranks higher than in lower layers. In ploughing variants, the nutritive elements were distributed relatively equally across the entire studied soil layer.

The impact of different soil preparation methods (ploughing-based, minimised, and direct drill) plant protection products and slurry on cereal yield is analysed. The research results indicate that the impact of slurry depends on the spreading technology, soil characteristics, soil preparation method, climate, the given crop, etc, and tends to be positive.

The economic aspects of the use of mineral fertilisers and slurry are compared depending on the field distance and the technology used. The following variants were compared:

1. spreading mineral fertiliser with own spreader, fertiliser carried to the field with own transport;
2. carrying slurry to the field and spreading with own drag hose spreader;
3. slurry carried to field and inserted into soil by means of own disc injector;
4. slurry carried to field as a purchased service by means of tank trailer and spread with own drag hose spreader;
5. slurry carried to field as a purchased service by means of tank trailer and inserted into soil by means of own disc injector.

The cost of slurry was calculated on the basis of nutrient content – it is 10.23-12.14 EURO/t. Also, the total costs of fertilisation with mineral fertilisers and slurry were calculated. As a result, it was concluded that in average production conditions in Estonia when own drag hose spreader is used, it is more cost-efficient to fertilise the fields located in the proximity of about 8.5 km with slurry and the more distant fields with mineral fertilisers.

ÜLEVAADE VEDELSÖNNIKU KÄITLEMISE TEHNOLOOGIATEST

Raivo Vettik, Ph.D, Jaanus Siim, Ph.D,
EMVI põllumajandustehnika- ja tehnoloogia osakonna vanemteadurid

Viimastel aastatel on Eestis rekonstrueeritud hulgaliselt vanu ja ehitatud uusi vedelsõnnikusüsteemidega loomapidamishooneid ning seetõttu on oluliselt suurenenud käitlemist vajava vedelsõnniku kogus. Võrreldes tahesõnnikuga on vedelsõnniku kasutusvõimalused paindlikumad. Vedelsõnnikut saab teisaldamiseks pumbata torude või voolikute kaudu. Tahesõnniku laadimiseks kasutatavate tsüklilise toimega laadurite ning laoturite konstruktsioon on mõnevõrra keerukam. Sõltuvalt vajadusest võib vedelsõnnikut laotada nii kevadel kui sügisel. Samuti on võimalik vedelsõnnikuga pealtväetada kasvavaid kuni 30 cm kõrguseid kultuure. Teraviljade kasvuaegse väetamise tehnoloogiaid ja efektiivsust on uuritud mitmel pool maailmas, sh ka Eestis (P.Viil jt).

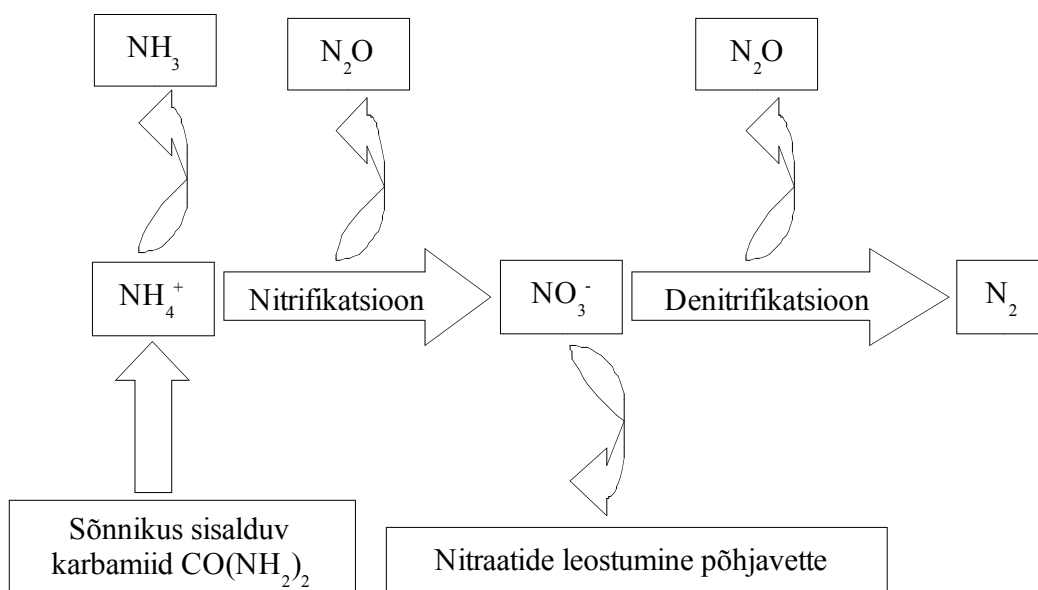
Tootmiskulude minimeerimise ja mullakaitse vajaduse tõttu on hakanud järjest enam levima künni asemel mulla pindmine harimine. Pindharimise masinate suure tootlikkuse tõttu sobivad need laotatud vedelsõnniku kiireks segamiseks mulda. See võte vähendab ammoniaagi lendumiskadu, soodustab orgaanilise aine lagunemist ja ergutab umbrohuseemneid tärkama (Viil, 2007). Sobiva laotusviisi valikul on vedelsõnnikuga väetamine võimalik nii künni, pindharimise kui ka otsekülvi tehnoloogia korral.

Vedelsõnnik väetisena

Mineraalväetiste hinna tõusu tõttu on vedelsõnnik muutunud arvestatavaks kohalikuks väetiseks, sest sisaldab taimedele vajalikke toiteaineid (N, P, K, Ca, S, Mg jt). Lämmastik on vedelsõnnikus esindatud nii anorgaanilises (mineraalses) kui ka orgaanilises vormis. Mineraalne lämmastik, põhiliselt sõnnikus sisalduvast karbamiidist hüdrolüüsunud ammooniumioonidena (NH_4^+) on taimede poolt kergesti omastatav, kuid ammoniaagina (NH_3) kergesti atmosfääri lenduv. Samuti on lenduv dilämmastikoksiid (N_2O), mis tekib pärast vedelsõnniku muldaviimist nitrifikatsiooni ja denitrifikatsiooni käigus. Vedelsõnniku kasutamisel väetisena on ümbritsevale keskkonnale peamiseks riskifaktoriteks vedelsõnnikus sisalduva lämmastiku emissioon atmosfääri ammoniaagina ja lämmastiku oksiididena, samuti leostumine nitraatidena pinna- ja põhjavette (joonis 1).

Ammoniaagi emissiooni mõjutab vedelsõnniku kuivaine ja ammooniumlämmastiku sisaldus ning vedelsõnniku pH. Ammoniaagi emissiooni on uuritud mitmel pool maailmas. Euroopa Liidu toetusel viidi aastatel 1998-2001 läbi rahvusvaheline uurimisprojekt „Ammonia Loss from Field-applied Animal Manure“ (ALFAM), milles osalesid teadlased Taanist, Itaaliast, Hollandist, Norrast, Rootsist, Šveitsist ja Suurbritanniast (Søgaard et al., 2003).

Eestis on vedelsõnniku laotamine keelatud ajavahemikus 1. detsembrist kuni 31. märtsini ning muul ajal, kui maapind on kaetud lumega, külmunud või perioodiliselt üleujutatud. Samuti ei tohi vedelsõnnikut anda muul põhjusel veega küllastunud maale (Veeseadus, 1994). Kui Eestis üldiselt on sõnnikuga lubatud anda haritava maa ühe hektari kohta keskmiselt kuni 170 kg lämmastikku aastas ja mineraalväetistega selline kogus lämmastikku, mis on põllumajanduskultuuride kasvuks



Joonis 1. Vedelsõnnikus sisalduva ammooniumlämmastiku muundumise protsess

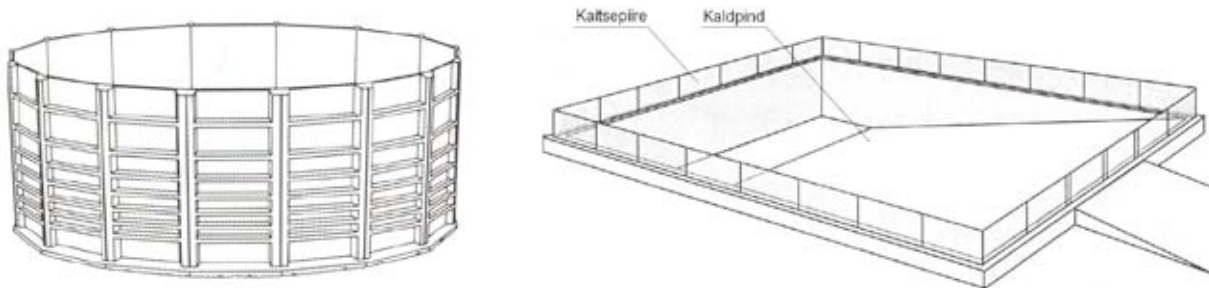
vajalik, siis nitraaditundlikul alal on sõnniku- ja mineraalväetistega kokku lubatud anda haritava maa ühe hektari kohta keskmisena kuni 170 kg lämmastikku aastas. Kaitsmata põhjaveega aladel ei tohi mineraalväetisega antav lämmastikukogus olla aastas üle 120 kg haritava maa ühe hektari kohta ning taliviljadele ja mitmeaastastele rohumaadele korraga antav lämmastikukogus üle 80 kg haritava maa hektari kohta (Pandivere ja Adavere-Põltsamaa nitraaditundliku ala kaitse-eeskiri, 2003).

Vedelsõnniku hoiustamine

Vedelsõnnikut tuleb kuni kasutamiseni hoiustada vastavalt seaduses sätestatud nõuetele. Vastavalt „Saastuse kompleksse vältimise ja kontrollimise seadusele“ pidid intensiivse sea-, veise- ja linnukasvatusega tegelevad ettevõtted (nn IPPC - Integrated Pollution Prevention and Control ettevõtted) rakendama hetkel saadaolevat parimat võimalikku tehnoloogiat (PVT) hiljemalt 31. oktoobriks 2007. Vastavalt Veeseadusele peab hoidla mahutama vähemalt 8 kuu sõnniku.

PVT vedelsõnniku säilitamiseks on lekke- ja korrosioonikindel, mehhaanilistele-, keemilistele ning termilistele mõjuritele vastupidav betoon- või teraselementidest mahuti või eelmainitud mõjurite suhtes vastupidav plastikmaterjalist laguun-tüüpi hoidla (joonis 2). Plastikmaterjali korral tuleb arvestada ka päikese ultraviolettkiirguse kahjuliku mõju enamikele plastikutele. Hoidla võib olla täielikult maa pinnal, osaliselt, või täielikult maa sees. Hoidlat tühjendatakse regulaarselt tehnilise korrasoleku kontrolliks ning hooldustöödeks. Vedelsõnnikut segatakse ainult vahetult enne laotamist, sest segamise käigus lendub hulgaliselt lämmastikku ammoniagina. PVT on hoidla katmine kaane, katuse, tendi, present- või plastkangaga, samuti ujuvkattega, mille materjaliks võib olla hekselpõhk, turvas, kergkruus, plastikgraanulid, rapsiõli vms saasteainete emissiooni vähendav materjal. Lämmastiku emissioon katmata vedelsõnnikuhoidlast on 15-40%, ujuvkatte korral 5-20% ja jäiga katte kasutamisel 5% (<http://www.envir.ee/ippc/estonian/ippc.htm>).

Kui sõnnikuhoidla kuulub 1. jaanuaril 2002. a. kasutusel olnud üle 5 loomühikuga lauda juurde ning asub nitraaditundlikul alal, peab hoidla olema kaetud 31. detsembriks 2008. a. Kui



Joonis 2. Vedelsõnniku „Acontank“ betoonelementidest ja laguun-tüüpi hoidla

laudast on üle 10 loomühiku ja see asub väljaspool nitraaditundlikku ala, siis peab hoidla olema kaetud 1. jaanuariks 2010. a (Hea põllumajandustava).

Vedelsõnniku segamine, pumpamine ja töötlemine

Hoidlas seismisel vedelsõnnik kihistub, sellise vedelsõnniku toitainete sisaldus on kihtide lõikes väga ebahütlane. Seetõttu tuleb vedelsõnnikut enne proovide võtmist ja väljapumpamist segada (homogeniseerida). Veiste vedelsõnniku segamine vähese settega hoidlates peaks algama vähemalt 4 tundi enne laotamist. Mida paksem on sete, seda kauem tuleb vedelsõnnikut segada. Vedelsõnnikut segatakse tiivik- või pumpsegistiga, neid käitatakse kas elektri- või hüdro-mootoriga või saavad nad ajami traktori käitusvõllilt. Seadmed võivad olla nii statsionaarsed (enamasti elektrikäitusega) kui ka teisaldatavad.

Segistid võib liigitada tööpõhimõtte alusel kolmeks:

- 1) mehaanilised - tööorganiks on pöörlev tiivik;
- 2) hüdraulilised - vedelsõnnikut pumbatakse (tagasi);
- 3) pneumaatilised - hoidla põhja juhatakse suruõhku.

Vedelsõnniku põhilised töötlemisviisid on:

- 1) separeerimine – eraldatakse vedel ja paks fraktsioon;
- 2) aeroobne – õhustamine – eesmärgiks on vähendada sõnnikus ammoonium lämmastiku sisaldust ja lõhnaainete eritumist; aereerimisel vedelsõnnik käärneb aeroobselt, käärinud vedelsõnnikuga väetatakse põllu- ja rohumaid;
- 3) anaeroobne – biogaasi tootmine – anaeroobsete protsesside tulemusena viiakse suur osa vedelsõnniku ammoonium lämmastikust mittelenduvasse vormi, väheneb lõhnaainete emissioon ning langeb orgaanilise aine sisaldus; anaeroobse käärimise saaduseks on biogaas ja käärimisjääd; biogaas asendab maagaasi, käärimisjääd väetatakse põllu- ja rohumaid;
- 4) keemiline ja/või bioloogiline töötlemine – eesmärgiks on saaste- ja lõhnaainete emissiooni vähendamine, vedelsõnniku füüsikaliste omaduste muutmine, toitainete sisalduse suurendamine ja/või patogeensete mikroorganismide hävitamine.

Vedelsõnniku transport ja laotamine

Vastavalt seadusandlusele peab üle 300 loomühiku loomi pidav isik, kes kasutab loomapidamis-hoones vedelsõnnikutehnikat, või isik, kes lepingu alusel laotab 300 le loomühikule vastava

koguse loomade vedelsõnnikut, koostama enne vedelsõnniku laotamist laotamisplaani, milles näidatakse laotatav vedelsõnniku kogus, laotusala pindala, laotamisviisid, laotusala põhjavee kaitstus, laotusalal asuvad pinnaveekogud ja veehaarded.

Vedelsõnnik transporditakse ja laotatakse vedelsõnniku- e lägalaoturitega, mis on kas haagised, poolhaagised või liikurmasinad.

Haagislaoturid on tavaliselt kahe- või kolmeteljelised, kogu massi kannab oma veermik.

Poolhaagislaoturite veermik on ühe- kuni kolmeteljeline, ka tandemina, suurt osa laoturi massist kannab tiisli kaudu traktori haakeseadis.

Liikurlaoturitel on oma mootor ja juhtimisüsteem, manööverdamise lihtsustamiseks on tavaliselt kõik rattad juhitud (sh nn "krabikäik").

On veel olemas ripplaoturid, mille jagamispea ja laotusseadis on traktori haakeseadisel (joonis värvitahvil). Vedelsõnnik pumbatakse hoidlast või vahemahutist laoturini ema- ehk toitevooliku kaudu, seda veab traktor järel. Sõltuvalt kasutatava pumba tootlusest saab kasutada kuni 1000 m pikkust toitevoolikut läbimõõduga 65 kuni 90 mm. Voolikute kerimiseks on traktorile haagitud voolikutrummel. Ummistuste vältimiseks ei tohiks kasutatava vedelsõnniku kuivainesisaldus ületada 5% (<http://www.vakutec.at/rtc-vakutec/890>). Sellise laotur suurimaks eeliseks on mulla väiksem tallamine. Peamisteks puudusteks on vooliku takistamatuks liikumiseks vajalik eelnev pinna planeerimine, takistustest tingitud tühisõidud ja vooliku lohistamiseks vajalik lisavõimsus.

Laoturite põhisõlmed on:

1. Raam koos veermikuga, teraspaagiga laoturitel võib raam puududa, mispuhul kandvaks ning siduvaks elemendiks on paak.
2. Vedelsõnniku mahuti, selleks võib olla galvaniseeritud, tsingitud või seest korrosioonitõrjeks epoksiidvaiguga kaetud teraspaak, samuti on kasutusel alumiinium- ja plastpaake.
3. Pump - kas kompressor-vaakum-, laba-, pöördkolb- või tigupump.
4. Jagamispea.
5. Laotusseadised.

Laoturitel on tavaliselt veel mitmeid lisaseadiseid, nt: tankimisseadis, segisti, juhtarvuti, valgustid, rehvirõhu muutmise seadis jt. Hüdrauliliselt liigutatav tankimisseadis hõlbustab paagi täitmist (ei pea ühendama voolikuid). Lihtsamate ja odavamate seadiste korral tuleb imivoolik ühendada ja pumpa ümberlülitada käsitsi. Segisti väldib vedelsõnniku kihistumise sõidu ajal. Arvuti automaatika reguleerib põllule väljastatava vedelsõnniku hulka vastavalt liikumiskii- rusele. Arvutist saab välja printida info vedelsõnniku koguse ja laotamisala kohta.

Pinnase tallamise vähendamiseks on võimalik valida laiad rehvid ja rehvirõhu muutmise süsteemid. Tihti saab rehvirõhku vastavalt vajadusele automaatselt muuta.

Vedelsõnniku vedu ja laotamine põllule võib toimuda nii otseveo- (sama masin transpordib ja laotab) kui ümberpumpamistehnoloogiaga (vedelsõnniku transpordiks ja laotamiseks on erinevad masinad). Ümberpumpamistehnoloogia eeliseks on laoturi tootluse maksimaalne kasutamine. Ka võib siis põllul töötaval laoturil vähendada rehvirõhku. Nii ettevedavate veokite kui laoturi seisakute vältimiseks (seisakud on põhjustatud ettevedavate veokite ja laoturi paagi mahtude erinevusest) võib kasutada põllul vahemahuteid. Vahemahuti suurus peaks olema laoturi ja etteveopaagi mahutavuste kordne, sest siis saavad mõlemad masinad töötada

teineteisest sõltumatult. Ettevedavate paakhaagiste mahutavus on kuni 30 m³. Etteveomasina massi (paagi suurust) piirab nii seadusandlus kui kohalike teede kandevõime. Eesti Vabariigis on maksimaalseks lubatud täismassiks 40 t ja teljekoormuseks sõltuvalt veermiku ehitusest kuni 11,5 t. Lisaks võib kohalik omavalitsus kehtestada teljekoormusele lisapiiranguid. Kevadise teedelagunemise ajal piiratakse teljekoormus sageli 6-8 tonnini.

Vedelsõnniku laotusviisid

Vedelsõnnikut võib laotada:

- põllu pinnale - pindlaotus,
- põllu pinnale koos samaaegse sõbastamisega mulda - tavaliselt ketastega,
- mulda või rohukamarasse sisseviimisega.

Vedelsõnniku laotamiseks põllu pinnale on levinud põhiliselt kaks moodust: vedelsõnnik paisatakse õhu kaudu laiali (paisklaotur) või jaotatakse töölaiuse ulatuses nn lohisvoolikutega (lohisvooliklaotur).

Paisklaoturid on ühe-, kahe- või kolme ja enama paiskeseadisega. Enamlevinud lahenduse korral suunatakse vedelsõnniku juga vastu kaldu asetsevat plaati, mis pihustab sõnniku laiali. Töölaius on 6-12 m. Kahe paiskeseadise korral on need paigutatud laotuspoomile. Töölaius on 12-24 m. Parema laotusühtluse tagamiseks ja vedelsõnniku läbi õhu liikumise tee lühendamiseks on võetud kasutusele kolme ja enama paiskeseadisega laoturid, mille üksikud laotusseadised asuvad maapinnale lähemal ning mille töölaius on väiksem. Sellise paisklaoturi töölaius on 12-16 m. Paisklaoturite kasutamine on piiratud kasvavate taimede, eriti rohumaade väetamisel, kuna sõnnikuga saastunud taimedest pole võimalik valmistada kvaliteetset sööta. Selline laotusviis sobib jahedate, tuulevaiksete ning uduste ilmadega teraviljapõldudele tagastatud peenestatud põhule laotamiseks. Kindlasti tuleb selliselt laotatud vedelsõnnik võimalikult kiiresti pinnasesse segada.

Lohisvooliklaoturitel on poomi külge töölaiuse ulatuses ühtlase vahega paigutatud maapinnani ulatuvad voolikud. Nende kaudu jaotatakse vedelsõnnik ühtlaste 10-15 cm laiuste ribadena maapinnale. Taimede kõrgemalasuavad lehed jäävad puhtaks. Vedelsõnnik suunatakse voolikutesse jagamispea kaudu, mis võib olla vertikaalne või horisontaalne ja varustatud löikeseadmega. Töölaius on 9-24 m. Lohisvooliklaotur sobib nii põllu- kui ka rohumaade (kasvavate taimede) väetamiseks. Kuivanud maapinnale laotatud vedelsõnnik ei imbu piisavalt kiiresti pinnasesse mistõttu lendub palju ammoniaaki.

On veel olemas veetavate jalastega laoturid, mis on põhimõtteliselt sarnased lohisvooliklaoturitega, kuid selle erinevusega, et igale voolikule on paigaldatud „liuguv taldmik“, mille väljavooluavaga kand toetub maapinnale. Vedelsõnnik laotatakse enamasti taimkatte alla mulla pinnale, kuid mõnel seda tüüpi seadisel löikab taldmik vedelsõnniku jaoks väikese sügavusega pilu. Laoturi standardlaiuseks on 7-8 m ja ta sobib nii põllu- kui ka rohumaade (kasvavate taimede) väetamiseks.

Seadised vedelsõnniku sisseviimiseks mulda või kamarasse jagunevad üldjoontes kaheks. Ühel juhul lõigatakse pinnasesse mõne sentimeetri sügavused lõhed, kuhu vedelsõnnik suunatakse voolikute kaudu. Teisel juhul pressitakse vedelsõnnik maa sisse survega.

Avatud lõhega seadised - vedelsõnnik suunatakse 50-150 mm sügavusele pinnasesse. Lõhed lõigatakse kamarasse spetsiaalsete nugade või ketastega. Lõhedevaheline kaugus on

tavaliselt 20-40 cm ning laoturi töölaius 4-8 m. Sellised seadised ei sobi väga kivistele ning raskete muldadega põldudele, kuhu vajaliku sügavusega lõhe lõikamine on problemaatiline.

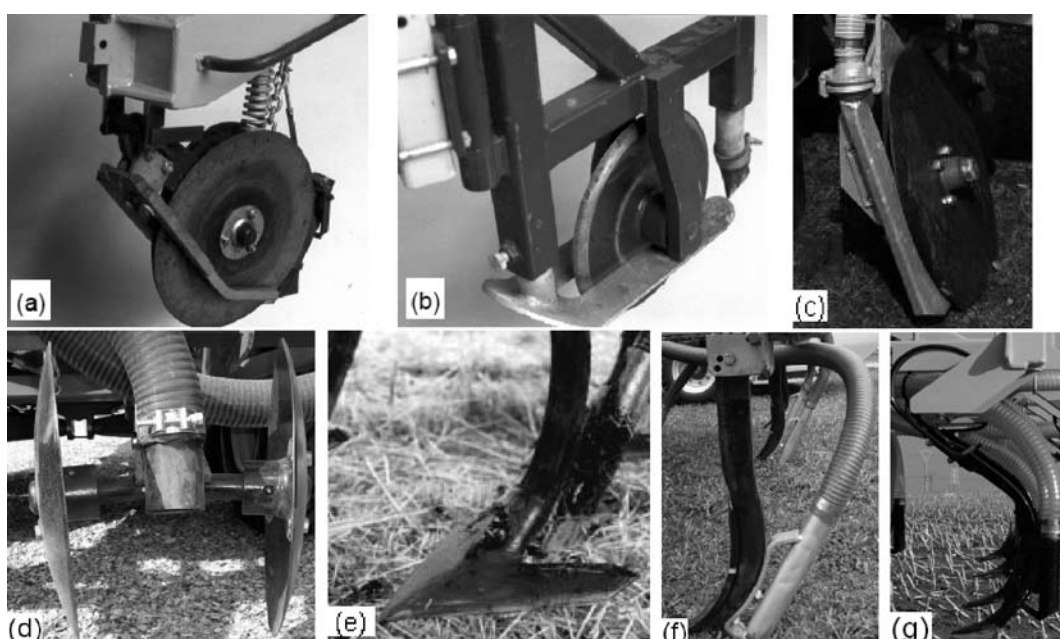
Suletud lõhega seadised - vedelsõnniku suunatakse 50-200 mm sügavusele pinnasesse. Sõnnikuga täidetud lõhe suletakse vannase järel oleva surveratta või rullikuga. Seadise eeliseks on 30-40% väiksemad toitainetekaod võrreldes sama võimsusega lohisvoolik seadisega. Samaaegselt sõnniku laotamisega kobestatakse mõningal määral ka mulda. Seadme puuduseks on väiksem laotuslaius, vajadus võimsamate traktorite järele ning suur oht kasvavate taimede juurestikku vigastada. Suletud lõhega külviseadiste kasutamist piirab eelkõige mullastiku seisund. Kivistele ja savistele (rasketele) muldadele see ei sobi.

Lõhede lõikamiseks on kasutusel järgmised tööseadised:

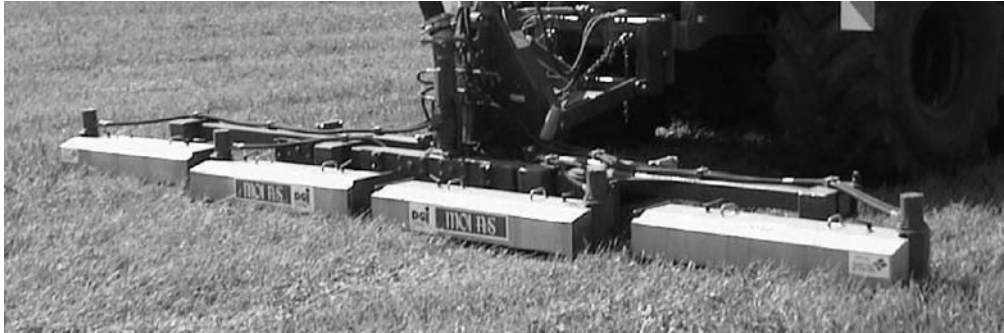
- 1) kahekettaline tööseadis, mis lõikab mulda V-kujulise pilu, kuhu voolikust suunatakse vedelsõnnik (joonis 3a);
- 2) ühekettaline tööseadis (tavaline või paksem, vertikaalsihis kallutatud) (joonis 3b, 3c);
- 3) kahe sfäärilise kettaga tööseadis, mis ka segab vedelsõnniku mullaga (joonis 3d);
- 4) hanijalgkäpp (joonis 3e), kobestuskäpp või S-pii (joonis 3f, 3g).

Survega sisseviimisel (pihustamisel) e survelaotusel pressitakse vedelsõnnik kuni 5 cm sügavusele pinnasesse kuni 13 atmosfäärise rõhuga. Tööseadisteks on kõrgsurvet taluvad jaotuskambriid (joonis 4). Töösendis libisevad need maapinnal, transpordiasendis tõstetakse üles. Kambri alumisel küljel on viis ava, mille kaudu kõrgsurvepumbast tulev vedelsõnnik pihustatakse maasse. Avade juures on pöörlevad noad, mis tekitavad pulseeriva joa ja hoiavad väljalaskeava puhtana. Mooduse eeliseks võrreldes lohisvooliklaotusega võib pidada saasteainete emissiooni vähenemist õhku üle 40%. Seda moodust saab kasutada madala taimestikuga ja pinnakivideta põldudel.

Erinevate seadmetega laotatud vedelsõnniku paiknemisest mulla pinnal või mulla sees annab ülevaate joonis 5. Jooniselt on näha, et paisklaotusel kaetakse kogu põllupind ja taimed vedelsõnnikuga. Lohisvooliklaotusel jääb vedelsõnnik maapinnale ribadena ja taimedele, mis



Joonis 3. Vedelväetise muldaviimise tööorganid

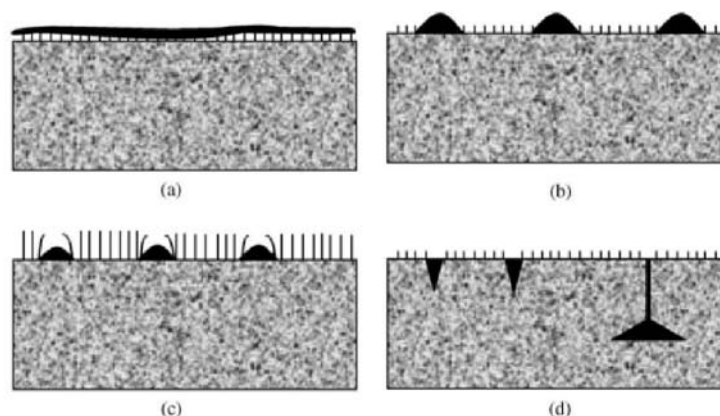


Joonis 4. Vedelsõnniku muldaviimine surveaotusega.

jäid voolikutest väljuva sõnnikunire alla. Veetava jalase korral paikneb vedelsõnnik samuti ribadena, kuid asetseb vahetult mulla pinnal taimkatte all ja osaliselt ka maapinna sees. Madala sisestuse korral asetseb vedelsõnnik pinnasesse lõigatud pilus, suure laotusnormi korral aga jääb osa vedelsõnnikust maa pinnale. Sügava sisestuse korral paikneb kogu laotatud vedelsõnnik pinnasesse lõigatud kanalis.

Parim võimalik tehnoloogia (PVT) väetamisel on väetiste tasakaalustatud andmine kõlvikutele vastavalt mullastiku ja taimede vajadustele, õhusaaste (hais) vältimine ja keskkonna(mulla)säästliku tehnika kasutamine. PVT on vedelsõnniku andmine koos mulda viimisega. Arvestatavad on ka lohisvoolik- ja paisklaotus kui laotatud vedelsõnnik segatakse mulda hiljemalt 6 tunni jooksul peale laotust. Vedelsõnniku laotamisel rohu- ja karjamaadele on PVT vedelsõnniku kamarasse viimine, samuti lohisvooliklaotus. Paisklaotus sõnniku laotamisel rohu- ning karjamaadele ei ole PVT. Ammoniaagi kadude – lendumise vähendamisel on määravaks teguriks sõnniku laotusjärgne kiire muldaviimine (tabel 1). Rohu- ja karjamaade puhul ei ole sõnniku muldaviimine mõne laotusmeetodi korral aga võimalik.

Elurajoonide läheduses tuleb arvestada lõhnasaastega. Seepärast kuulub PVT juurde sõnniku laotamise vältimine nädalavahetustel ning pühade ajal, samuti tuleb arvestada tuule suunaga (<http://www.envir.ee/ippc/estonian/ippc.htm>).



Joonis 5. Vedelsõnniku paiknemine erinevate laotusviiside korral (Misselbrook, 2002)
a – paisklaotus, b – lohisvoolik, c – liuguv taldmik, d – vasakul madal sisestus (avatud lõhe), paremal sügav sisestus (suletud lõhe)

Tabel 1. Ammoniaagi emissioonifaktorid erinevate laotusviiside korral

Laotusviis	Ammoniaagi emissioonifaktor, %
Paisklaotus, muldasegamiseta	70,0
Paisklaotus, muldasegamine pärast 12 tundi	65,0
Paisklaotus, muldasegamine 12 tunni jooksul	55,0
Lohisvooliklaotus	20,0
Madal muldaviimine - avatud lõhe	10,0
Sügav muldaviimine - suletud lõhe	1,0

Tabeli 1 andmetest järeldub, et vedelsõnniku kasutamise efektiivsus sõltub laotustehnoloogiast ning laotamise ja muldaviimimise ajalisest vahest. Pinnalelaotamisel lohisvoolikutega või paisklaoturiga tuleks vedelsõnnik segada mulda võimalikult kiiresti, soovitatavalt vahetult laotuse järel. Selleks sobivad nii rullrandaal, rullkäpprandaal kui hõlmkoorel. Mida kõrgem on laotusaegne õhuperatuur, seda suuremad on lämmastikukaod ja seda väiksemaks jääb vedelsõnniku positiivne mõju (Misselbrook et al., 2006). Samuti suurendab ammoniaagi emissiooni tuul (Pinder et al., 2004). Mulla madalam pH (Sommer et al., 2003) ja suurem niiskus (Potter et al., 2003) aga vähendavad ammoniaagi emissiooni. Temperatuuri ja niiskuse mõju sõnnikus sisalduva ammooniumlämmastiku kaole ammoniaagi emissioonina on esitatud tabelis 2. Seal toodud andmed näitavad, et mida suurem on laotamise ajal õhuniiskus ja madalam on temperatuur, seda rohkem seotakse gaasilist ammoniaaki ja seetõttu vähenevad sõnnikus sisalduva ammooniumlämmastiku kaod.

Ammoniaagi emissiooni saab vähendada ka kui vedelsõnnikule lisada mitmesuguseid preparaate (vedelsõnniku pH regulaatorid, bakteritsiidsed preparaadid jms, <http://www.envir.ee/ippc/estonian/ippc.htm>).

Tabel 2. Ammooniumlämmastiku kadu (%) erineva temperatuuri ja niiskuse korral

Laotamise ja muldaviimise ajaline vahe	Keskmine	Jahe (< 10 °C)		Palav (>25 °C)	
		Niiske	Kuiv	Niiske	Kuiv
1 päev	25	10	15	25	50
2 päeva	30	13	19	31	57
3 päeva	35	15	22	38	65
4 päeva	40	17	26	44	73
5 päeva	45	20	30	50	80
Ei viida mulda	66	40	50	75	90

Kokkuvõte

Erinevate laotusviiside korral kasutatavad seadmed erinevad üksteisest oluliselt nii hinna kui ka nende tööks tarbitava võimsuse poolest. Seetõttu peab kalkuleerima, milline seade antud tingimustes kõige paremini nii hinna kui töö kvaliteedi poolest sobib. Osade laotamistehnoloogiate korral on määravaks teguriks toitaine, eriti ammoniaagi, kadude vähendamiseks vedelsõnniku kiire muldaviimine, millega kaasnevad aga lisakulud. Vedelsõnniku mõningate laotustehnoloogiatega väetamise kulud põllu kaugusest sõltuvalt on artiklis "Vedelsõnniku käitlemise kulud".

UUENDUSLIKUD TEHNOLOOGILISED VÕTTED TAIMEKASVATUSES

P.Viil, Ph.D,

EMVI põllumajandustehnika ja -tehnoloogia osakonna vanemteadur

Eestis on põllukultuuride kasvatamine valdavalt rajanenud intensiivsele mullaharimisele (seda nimetatakse ka traditsiooniliseks ehk künnipõhiseks mullaharimiseks), kus põhitöödeks on kündmine ja künnijärgne korduv pindmine mullaharimine. Taoline tehnoloogia on operatsioonide rohke, nõuab palju mootorikütust ja tööaega, aga ka tööjõudu. Pealegi pole intensiivne harimine kaugelki mulla- ega ka keskkonnasõbralik. Ressursside, eriti mootorikütuse kallinemine ja keskkonnanõuete karmistumine on sundinud põllumehi otsima säästlikumaid viljelustehnoloogiaid. Üheks lahendiks on mullaharimise intensiivsuse vähendamine või sellest loobumine ehk nn. otsekülv eelnevalt harimata mulda. Uute tehnoloogiate evitamisel on oluline küsimus kuidas saada võitu umbrohtudest. Sellele probleemile saadi vastus, kui 1960. a kompanii Chemical Industries Ltd (tänapäeval Syngenta) hakkas tootma herbitsiide parakvat ja dikvat. Peagi lisandus veelgi efektiivsem ja keskkonnale vähem ohtlik kompanii Monsanto herbitsiid roundup. Hiljem lisandusid teiste kompaniide herbitsiidid glüfosaat trimesium (Touchdown) ja glüfosinaat ammooonium (Buster). See andis kiire tõuke adrata viljelustehnoloogiate levikule maailmas. Eestis tehti esimesed adrata põllukultuuride kasvatamise tootmiskatsed 1984.a. Kuusikul. Varajase odra kõrde külvati külvikuga Juko 4030 talirukis. Samal aja rajati ka statsionaarsed põldkatsed algul kuivendatud gleisaviliimullale ja mõni aasta hiljem ka rähksele liivsavimullale. Viimased on kestnud tänaseni. Kaheksakümnendate aastate algul viidi ka Simuna katsejaamas läbi esimesed otsekülvi katsed. Tootmisüksustes hakkas adrata viljelus levima üheksakümnendate aastate keskel. Enam kasutati seda moodust taliviljade kasvatamisel. Kahel viimasel aastal on juba 70-75% taliviljast kasvatatud kas minimeeritud või otsekülvi tehnoloogiaga.

Teine uudne aspekt põllumajanduses tuleneb loomakasvatusest. Uutes kaasaegsetes loomalautades on kõrvaltoodanguks vedelsõnnik. Selle käitlemist, eriti minimeeritud ja otsekülvi tehnoloogiates, on vähe uuritud. Viimasel paaril aastal on ka selle valdkonna uurimistöo tõhustunud. Erinevates mullastiku valdkondades on rajatud nii statsionaarseid kui ka tootmistehnoloogilisi katseid. Tootmistehnoloogiliste katsete läbiviimine on andnud teavet vedelsõnniku väetusomaduste ja käitlusagregaatide töösobivuse kohta. Uurimistöo tulemusena on saadud andmeid erinevate tehnoloogiate mõjust mullale, põllukultuuride saagile ja kvaliteedile ning ressursside kulule tootmistingimustes. Seoses ressursside (eriti mineraalväetiste) kallinemisega suureneb kompleksuuringute vajadus lähiaastatel veelgi.

Uutele tehnoloogilistele viljelusvõtetele üleminekul tuleb endale selgeks teha, miks on seda vaja ja milline lahendus valida. Seega tuleb selgeks teha nii poolt- kui ka vastuargumendid. Lähtealuseks võib välja pakkuda raamatus „No-tillage Seeding in Conservation Agriculture”, 1996.a. toodud argumendid.

Minimeeritud mullaharimisele või otsekülville ülemineku positiivsed momendid, võrreldes künnipõhise tehnoloogiaga, on:

- energeetiliste ressursside kokkuvõid,
- tööaja kokkuvõid vähem tööoperatsioonide,
- tööjõu kokkuvõid,
- paindlikkus kultuuride valikul,
- mulla orgaanilise aine suurenemine,
- mulla lämmastikuvaru suurenemine,
- mulla struktuursuse säilimine,
- mulla elustiku säilimine,
- mulla aeratsiooni paranemine,
- mulla veeläbilaskvuse paranemine,
- erosiooni vähenemine,
- mulla veevaru säilimine,
- vihmutusvajaduse vähenemine,
- mulla temperatuurirežiimi ühtlustamine,
- umbrohtude tärgamise vähenemine,
- muldade masinkandvuse paranemine,
- üldkulude vähenemine,
- tööjõu kvalifikatsiooni väiksem osatähtsus,
- enam jääb aega juhtimistegevusele ja puhkusele.

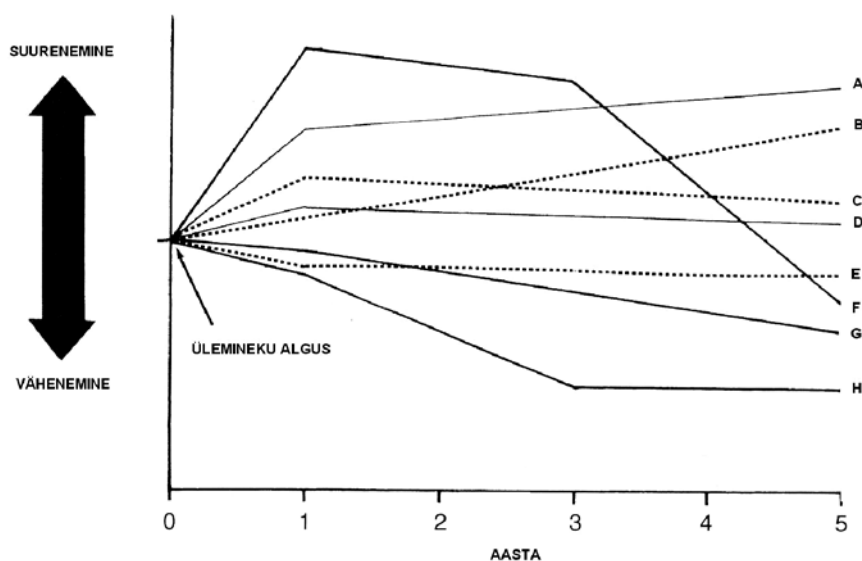
Puudused, võrreldes künnipõhise tehnoloogiaga, on:

- saagi vähenemise risk,
- traktorite suurem võimsustarve,
- uue tehnika vajadus,
- uued probleemid haiguste ja kahjuritega,
- põldude ebatasasuse suurenemine,
- muldade tihenemine,
- väetiste muldaviimise probleemid,
- pestitsiidide muldaviimise probleemid,
- taimede juurekava muutumine,
- lämmastikutoitumise muutumine,
- kemikaalide kasutamisega seotud probleemid,
- umbrohtude koosluse muutumine,
- fosforitoitumise halvenemine,
- uute teadmiste vajadus,
- agregaatide valik,
- teadmiste kättesaadavus,
- põldude väljanägemine.

Minimeeritud mullaharimisele üleminekul soovitatakse arvestada ka mõjude iseloomuga. Paljude võtete mõju on aja jooksul tugevnev. Näiteks paraneb mulla struktuursus ja suureneb vihmausside arvukus, kulud aga näitavad languse trendi (joonis 1).

Mulla lasuvustihedus

Mulla lasuvustihedus on üks olulisemaid mulla viljakust iseloomustavaid näitajaid, sest selle muutumine mõjutab peaaegu kõiki mulla omadusi ja taimede kasvutingimusi nii huumushorisondis kui ka sellest sügavamal. Põllukultuuride saagikuse ja mulla lasuvustiheduse vahelise seose analüüs on näidanud, et optimaalseks lasuvustiheduseks on 1,20-1,35 Mg m⁻³. Lasuvustihedust 1,35-1,50 Mg m⁻³ loetakse taimede kasvule eelkriitiliseks. Sellest suuremat aga kriitiliseks. Mulla tihenemine sõltub suurel määral harimisviisist. Küllalt tavaline on igal aastal sama sügavalt küntud kõlvikutel allpool künnikihti 20-25 cm sügavusel horisontaalse tihenenud kihi tekkimine. Sageli on see mullakiht taimejuurtele läbimatu. Sügavama juurekavaga sammasjuureliste taimede juured, jõudes taolise tiheseni, hakkavad levima horisontaalselt. Tavaliselt tuleb tihenenud kihi likvideerimiseks kasutada spetsiaalseid kobestusriistu või atru, mille sahkade külge on monteeritud nn. vaopõhja kobestid. Tihese iseeneselikku likvideerumist on täheldatud mulla külmumise-sulamise või märgumise-läbikuivamise tsüklite vaheldumisel. Tihes pärsib ka vee liikumist mullas. Suurte sadude korral küllastub tihesepealne mullakiht veega. Tema filtratsioon sügavamale on aeglane. Vesi tõrjub mullast õhu välja ja taimed võivad jääda lühemaks või pikemaks ajaks anaeroobsetesse kasvuoludesse. Tekkivad toksilised raua ja alumiiniumi ühendid, mis on paljudele taimedele mürgised. Liigveest tingituna väheneb muldade kandevõime. Väga selgelt oli seda märgata käesoleva aasta koristusajal künnipõhistel tehnoloogiatel. Kergatrade kasutamisel on tihes oluliselt mullapinnale lähemal (15-18 cm sügavusel). Selle tõttu on ka tihe-



Joonis 1. Minimeeritud mullaharimisele üleminekumõjude trendid (Caster, 1994).

- A – vihmausside arvukus,
- B – mullastruktuuri parenemine,
- C – taimekahjurite arvukus,
- D – väetiste vajadus,
- E – saagikus,
- F – seemnekulu,
- G – üldkulud,
- H – masinakulud.

sepealse mullakihi veemahutavus väike. Seega muldade kandevõime on veelgi väiksem kui tavasügavusega küntud aladel. Tihes pärsib ka kapillaarvee liikumist mullas takistades selle tõusu sügavamatest kihtidest ülemistesse. Tihes pärsib ka taimede juurekava arengut.

Mullaharimise intensiivsuse mõju uurimisel liivsavimullal oli kultuuride järjestus külvikorras selline: taliteravili, kartul, oder, oder (ristiku ja timuti segu allakülv), põldhein, põldhein.

Harimisvariandid olid järgmised: kündmine 22-25 cm – M1, kündmine 33-35 cm – M2, ja pindmine 0-18 cm mulla kobestamine (kartuli väljal 15-18 cm, talivilja väljal otsekülv, otrade väljal 8-10 cm) – M3.

Selgus, et mulla lasuvustihedus sõltus harimise sügavusest, üheksateistkümnenda katseasta lõpuks kujunenud muldade lasuvustihedusest annavad ülevaate joonis 2 ja tabel 1. Nendest andmetest nähtub, et minimeeritud harimise variandis oli pindmine 10 cm mullakiht kobedam kui teistes variantides. Sügavamates kihtides aga mõnevõrra tihenenum kui künnivariantides. Kõikide mullaharimise variantide sügavamate mullakihtide lasuvustihedus oli eelkriitilisele piiri lähedane. Kahekümnenda katseasta lõpuks, pärast erakordset sooja talve ja vihmast sügist, oli mulla lasuvustihedus ligilähedane eelnevale.

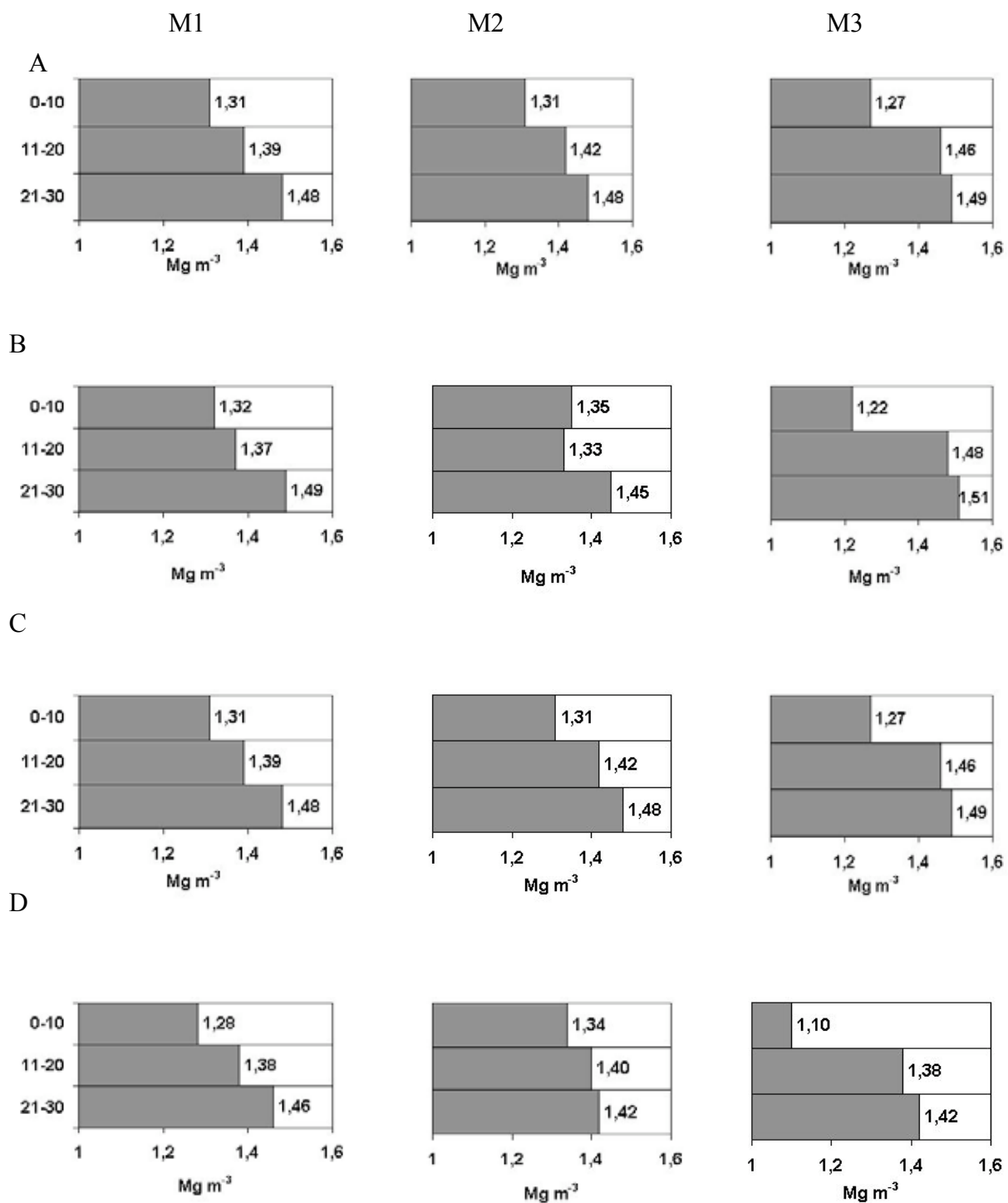
Tabel 1. Mulla lasuvustihedus (Mg m^{-3}) viljavaheldusliku külvikorras katses 2008.a. (pärast saagikoristamist).

Kultuur	Horisont, cm	Mullaharimise variant		
		M1	M2	M3
Talinisu	0-10	1,27	1,34	1,22
	11-20	1,39	1,46	1,48
	21-30	1,49	1,40	1,51
Põldhein II	0-10	1,35	1,34	1,30
	11-20	1,37	1,35	1,40
	21-30	1,46	1,39	1,46
Oder I	0-10	1,31	1,31	1,27
	11-20	1,39	1,42	1,46
	21-30	1,48	1,48	1,49

Sügisedesajud tihendasid mulda erinevalt (tabel 2). Küntud variantide muld tihenes eelkriitilise piiri lähedaseks. Suurte vihmahoogude järel oli muld veega küllastunud, pinnal olid veeloigud. Otsekülvi variandis, mille pindmise 0-10 cm kihi lasuvustiheduseks mõõdeti $1,10 \text{ Mg m}^{-3}$, pinnavee loike ei täheldatud.

Tabel 2. Mulla lasuvustihedus (Mg m^{-3}) talinisu väljal pärast tugevaid vihmahoogusid.

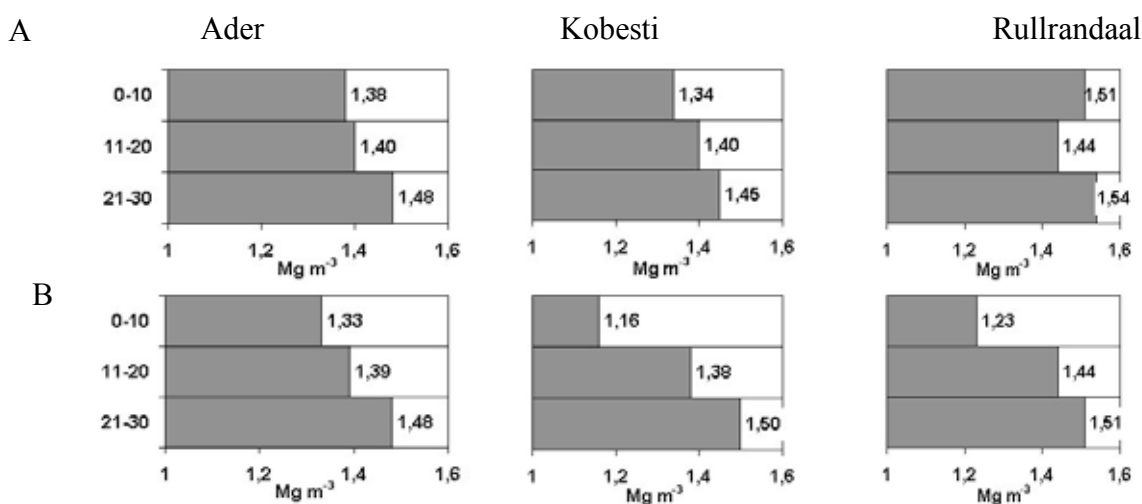
Horisont, cm	Mullaharimise variant		
	M1	M2	M3
0-10	1,34	1,34	1,10
11-20	1,38	1,40	1,38
21-30	1,46	1,42	1,42



Joonis 2. Erineva mullaharimise mõju liivsavimulla lasuvustihedusele.

- A – põldhein II,
- B – talinisu pärast koristamist,
- C – oder I,
- D – talinisu uuskülv sügisel.

Monokultuurse odra katses mõjutas kündmisest loobumine oluliselt tugevamini mulla lasuvustihedust kui viljavahelduslikus katses (joonis 3). Seitseteist aastat ainult pindmiselt haritud variandi 0-10 cm kihi muld tihenes eelkriitilise piirini. Küntud ja kobestatud variantides seda ei täheldatud. Vedelsõnnikuga väetamine (32 t ha^{-1} külvieelse mullaharimise alla) leevendas oluliselt pindmise mullaharimise mulda tihendavat mõju. Analoogne mõju avaldus ka teraviljade kuus aastat vahelduseta kasvatamise tootmistehnoloogilises otsekülvi katses.



Joonis 3. Erineva mullaharimise mõju liivsavimulla lasuvustihedusele (17. katseaastal).

A – mineraalväetise foonil, B – mineraalväetise + vedelsõnniku foonil

Mulla huumusesisaldus

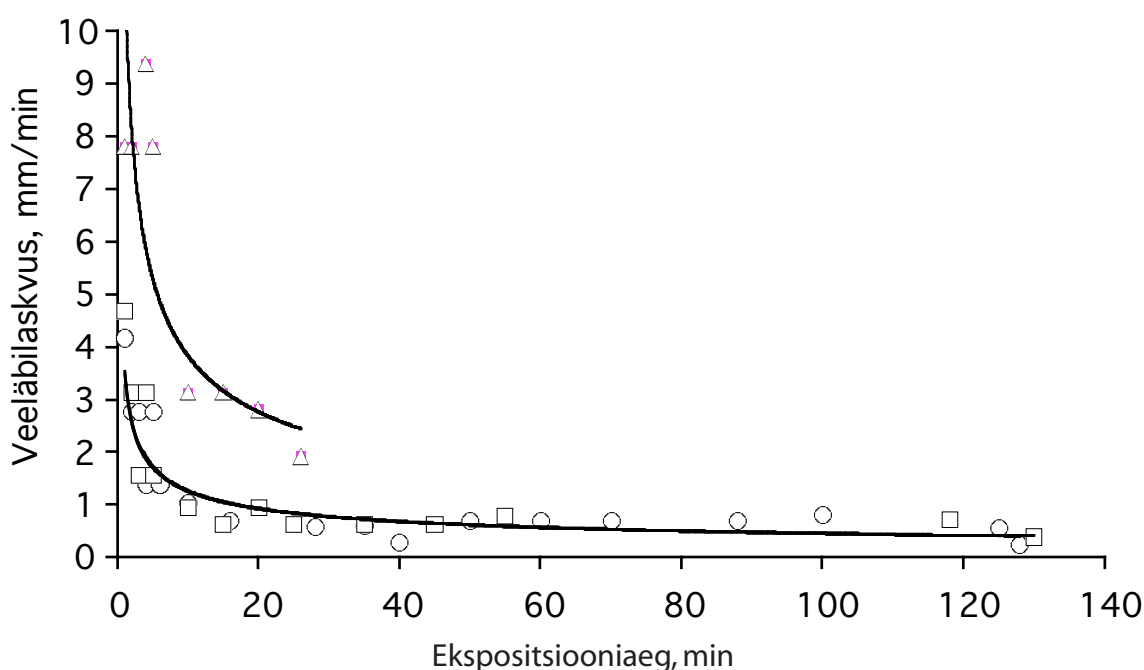
Muldade huumusesisaldust kui baromeetrit jälgides on võimalik saada teavet saavutamaks ökoloogiliselt õige, tasakaalustatud ja mulla viljakust säilitav maade kasutamine. Mulda akumuleerunud huumus (orgaaniline süsinik) täidab eelkõige mulla keskkonnatingimuste kujundaja, režiimide reguleerija ning puhverdusvõime kandja rolli. Tema sisaldust mullas saame mõjutada mitmete agrotehniliste võtete abil. Kasvatatavate kultuuride valiku ja väetamise kõrval on üheks olulisemaks mõjuriks ka mullaharimine.

Pikaajalisest uurimistööst selgus, et minimeeritud mullaharimine hoidis rähkse liivsavimulla huumusebilansi tasakaalus. Taheda sõnnikuga väetamine tagas aga positiivse huumusebilansi. Tahedat veisesõnnikut anti kuueväljalise külvikorra kahele kultuurile – taliviljale 20, 40 ja 60 t ha⁻¹ ning kartulile 40, 60 ja 80 t ha⁻¹. Ka tavapärane künd (22-25 cm) hoidis samal mullal huumusebilansi tasakaalus. Tahke sõnnikuga tugeval väetamisel (külvikorra välja kohta 16-24 t ha⁻¹) aga positiivse. Sügavkünni (33-35 cm) variandis oli sõnnikuta ja ka vähese sõnnikuga (külvikorra välja kohta 10 t ha⁻¹) väetamisel huumusebilanss negatiivne. Positiivse bilansi tagas vaid taheda sõnnikuga tugev (23-24 t ha⁻¹) väetamine. Saviliivmulla viljavaheldusliku külvikorra huumusesisaldus vähenes aga kõikidel mullaharimise foonidel. Eriti tugev - 0,438 t ha⁻¹ kohta aastas oli huumusesisalduse vähenemine sügavkünni foonil. Tugev sõnnikuga väetamine (23-24 t ha⁻¹ aastas) hoidis huumusebilansi positiivsena minimeeritud mullaharimise ja tavapärase künni foonil, sügavkünni foonil aga mitte.

Mulla veeläbilaskvus

Mulla veeläbilaskvus on mulla võime imada ja lasta endast vett läbi. See sõltub mulla mehaanilisest koostisest, struktuurist ja lasuvustihedusest ning niiskusesisaldusest. Vesi tungib mulda esmalt molekulaar- ja kapillaarjõudude mõjul. Edasi liigub gravitatsioonijõudude mõjul. Imendumise ajal on veeläbilaskvus suurim. Vastavalt mulla veega küllastumisele muutub see järjest väiksemaks. Muldade veeläbilaskvusest sõltub olulisel määral kultuuride viljelemiseks kasutatavate võtete kompleks. Läbiviidud katsetest selgus, et veeläbilaskvust mullas mõjutasid nii viljeldav kultuur kui ka mullaharimise intensiivsus. Veeläbilaskvus talivilja väljal, mille eelviljaks oli teise kasutusaasta põldhein, sõltus oluliselt mullaharimise intensiivsusest.

Nii filtreerus vesi (möötmistel oli veekoguseks 100 mm) enam kui viis korda kiiremini kui tavapärasel ja sügavkünnil (joonis 4). Filtratsioonikoefitsiendid olid vastavalt 3,57, 0,68 ja 0,77 mm min^{-1} . Küntud variantide olulisemalt aeglasemat veeläbilaskvust võib mõjutada vaopõhja tihenenud muld, mis tavapärase künni variandis algas 20 cm ja sügavkünni variandis 30 cm sügavusest. Otsekülvi variandis selgepiirilisel väljakujunenud tihes puudus. Mullas oli rohkesti ka vihmausside käike. Taliviljale järgnenud kultuuride väljal oli veeläbilaskvus märgatavalt aeglasem.

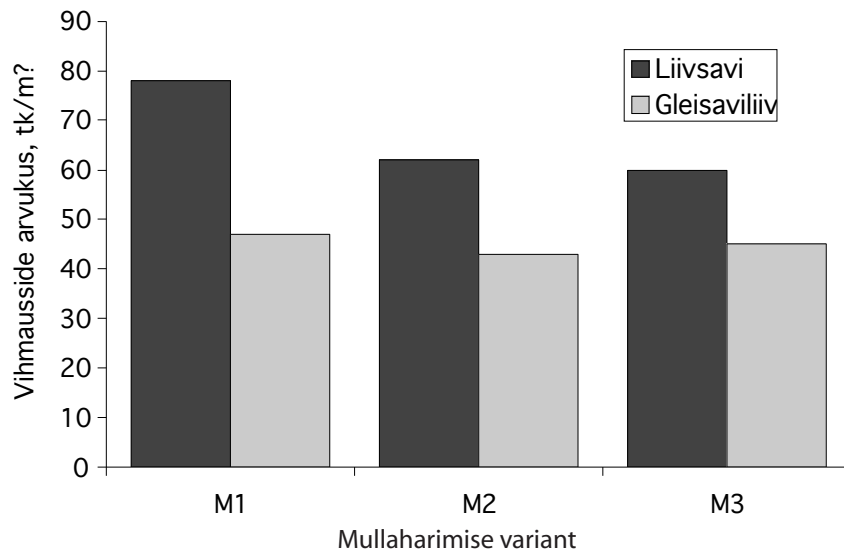


Joonis 4. Mullaharimise intensiivsuse mõju liivsavimulla veeläbilaskvusele talirukkiväljal.
△ - minimeeritud mullaharimine, □ - künd (22-25 cm), ○ – künd (33-35 cm).

Mulla elustik

Mulla seisundi hindamisel ei piisa hinnangu andmisest ainult mulla füüsikalistele ja hüdroloogilistele omadustele. Arvestama peab ka mulla elustikuga, eeskätt vihmaussidega – nendel on mullaviljakuse kujundamisel ja säilitamisel oluline osa. Taimset materjali ümber töötades soodustavad nad huumuse moodustumist ja mulla rikastamist lämmastikuga.

Nende intensiivse elutegevuse tulemusena on täheldatud paljude kultuuride saagikuse

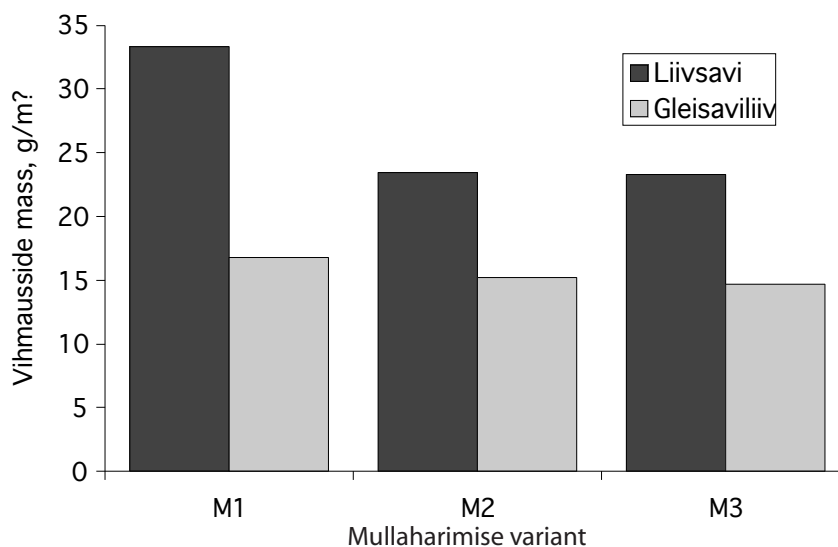


Joonis 5. Mullaharimise mõju vihmausside arvukusele.

M1 – minimeeritud harimine; M2 – künd (22-25 cm); M3 – künd (30-33 cm).

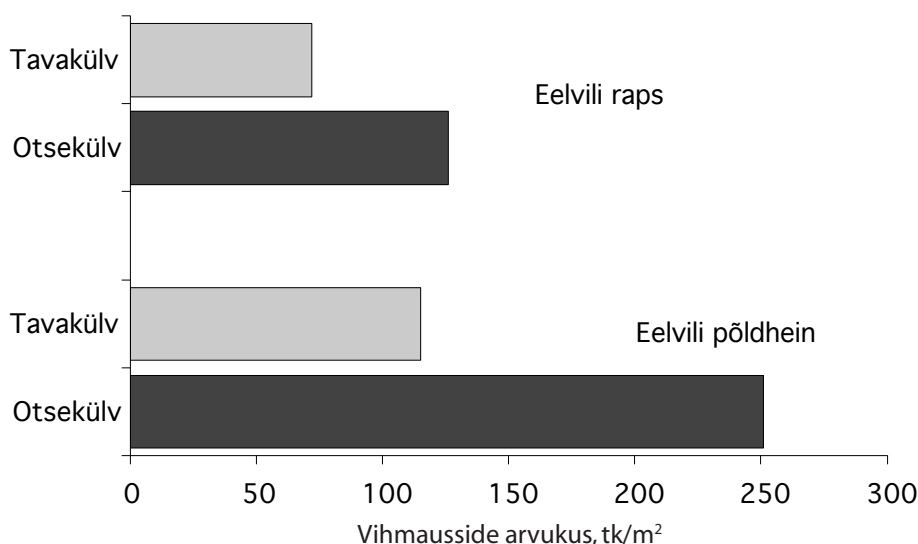
suurenemist. Igasugune põllumajanduslik tegevus võib suuremal või vähemal määral mõjutada kogu mulla elustikku. Tugevat mõju vihmausside elutegevusele avaldavad mullaharimine, viljavaheldus, väetamine ja taimekaitse.

Mullaharimine mõjutab vihmausside arvukust mullas nii otseselt kui kaudselt. Suurt tähtsust omab mulla tihenemine. Senised katsed on näidanud, et mida intensiivsemalt mulda hariti, seda väiksem oli mullas nende arvukus (joonis 5) ja biomass (joonis 6). Kündmisel (aga ka külvi-eelsel mullaharimisel) tuuakse mullapinnale suur hulk vihmausse, kus nad sattuvad lindudele söödaks. Otsekülvil on nende mullapinnale toomine tagasihoidlik. Talinisu otsekülvil on mullas olnud 75-118% rohkem vihmausse kui künnipõhisel viljelemisel (joonis 7).



Joonis 6. Mullaharimise mõju vihmausside massile.

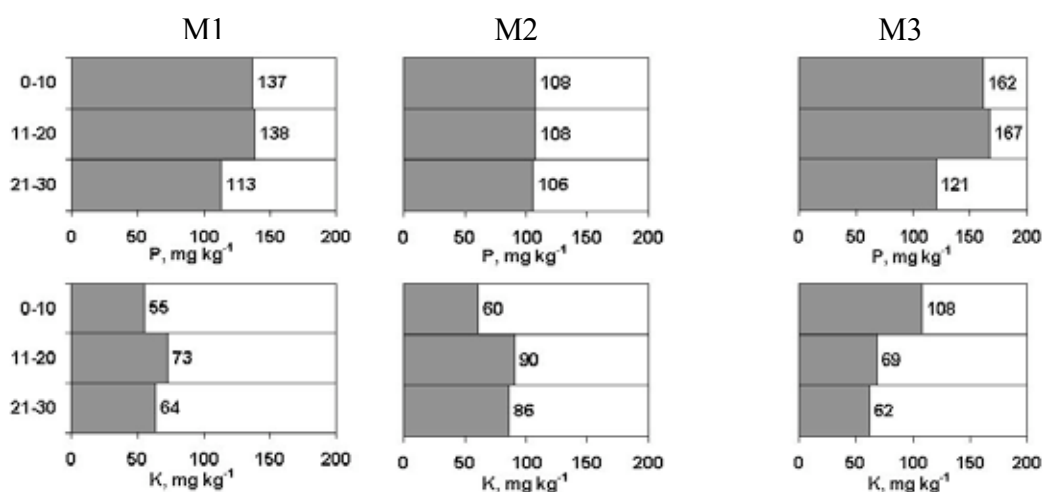
M1 – minimeeritud harimine; M2 – künd (22-25 cm); M3 – künd (30-33 cm).



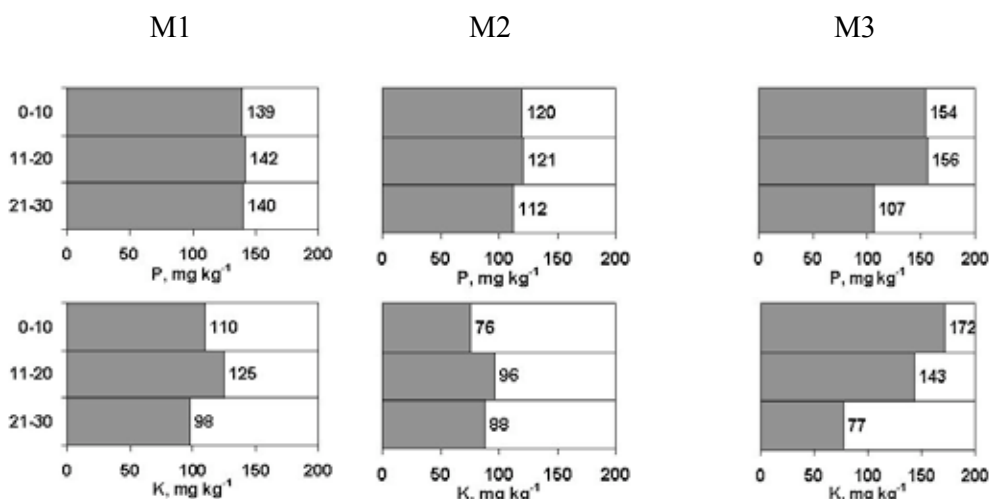
Joonis 7. Talinisu viljelusviisi mõju vihmausside arvukusele.

Toitainete jaotumine mullas

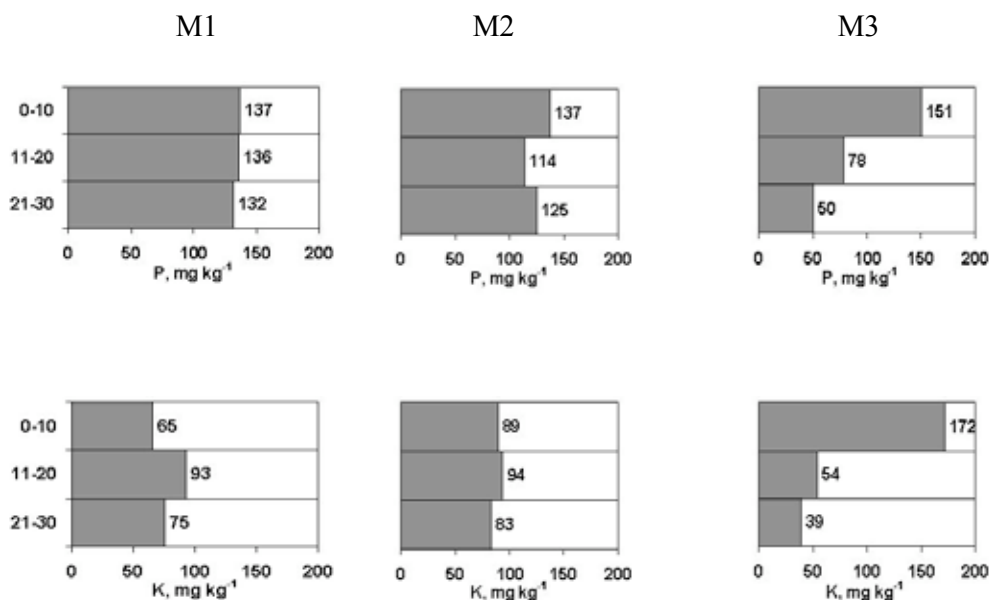
Taim vajab kasvamiseks ja arenemiseks päikeseenergiat, gaase, vett ning mineraalaineid. Katsetes uuriti erineva intensiivsusega mullaharimise mõju makro- ja mikroelementide jaotumisele mullas. Antud ülevaates esitatakse P, K, Cu, B ja Mn jaotumus viljavaheldusliku külvikorra rapsi ja odra väljaldel üheksateistkümnennda katseaasta järel ja monokultuurse odrakatse seitsmeteistkümnennda katseaasta järel. Üldistavalt võib öelda, et pikaajalisel pindmisel mullaharimisel (0-18 cm) toimub mullaviljakuse vertikaalne diferentseerumine. Makroelementide (P ja K) sisaldus oli pindmise 0-10 cm mullakihis oluliselt kõrgem kui sügavamates mullakihtides (joonised 8-11). Künni variantides oli toitained jaotunud suhteliselt ühtlaselt kogu uuritud mullakihis. Monokultuurse odra katses oli pindmisel harimisel toitainete vertikaalne diferentseeritus veelgi suurem (joonised 12 ja 13). Makroelementide jaotumise kõrval võis selles katses täheldada ka mikroelementide jaotumise diferentseerumist (joonised 14 ja 15). Tootmistehnoloogilistes katsetes taolist toitainete diferentseeritust ei täheldatud (joonised 16-19). Ka kolm aastat kestnud tootmistehnoloogilises otsekülvi katses võis täheldada mullaviljakuse vertikaalset diferentseerumist (joonis 20).



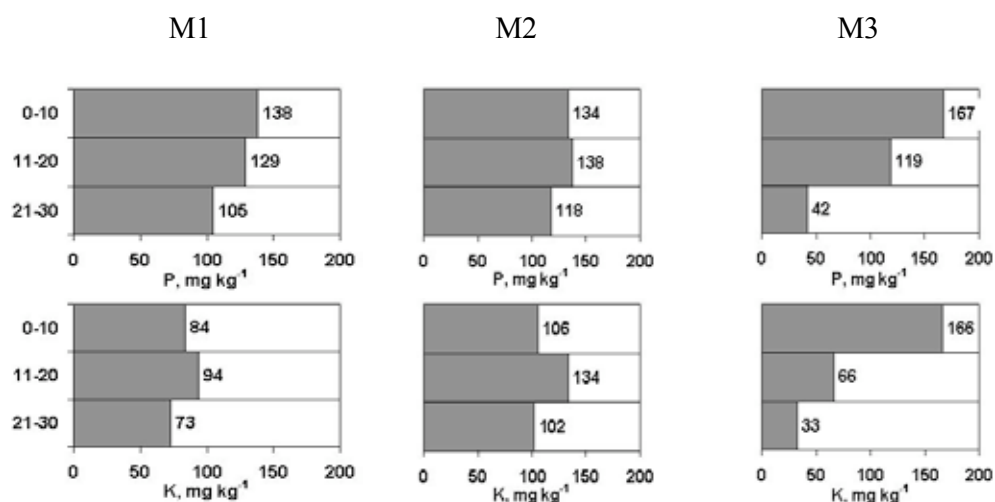
Joonis 8. Erineva mullaharimise mõju makroelementide jaotumisele mullas ilma eelvilja põhuta rapsiväljal.



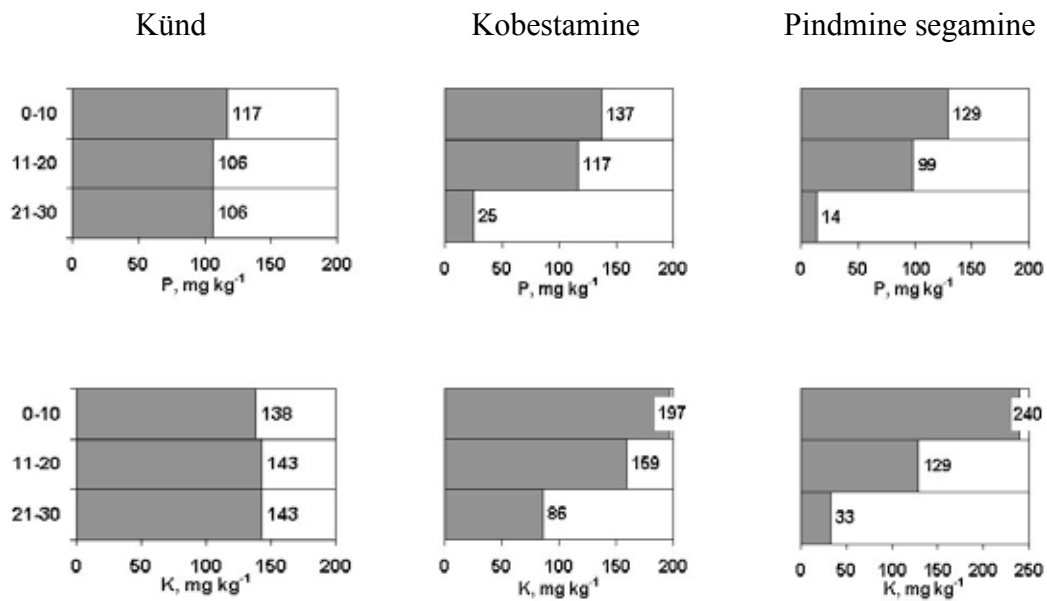
Joonis 9. Erineva mullaharimise mõju makroelementide jaotumisele mullas eelvilja põhuga rapsiväljal.



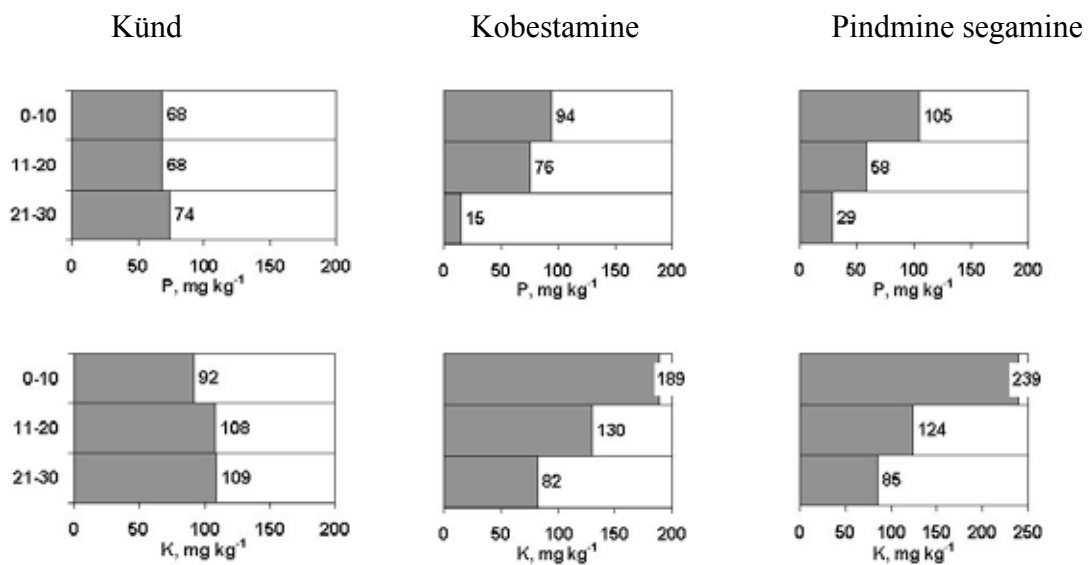
Joonis 10. Erineva mullaharimise mõju makroelementide jaotumisele mullas (ilma põhuta, oder II).



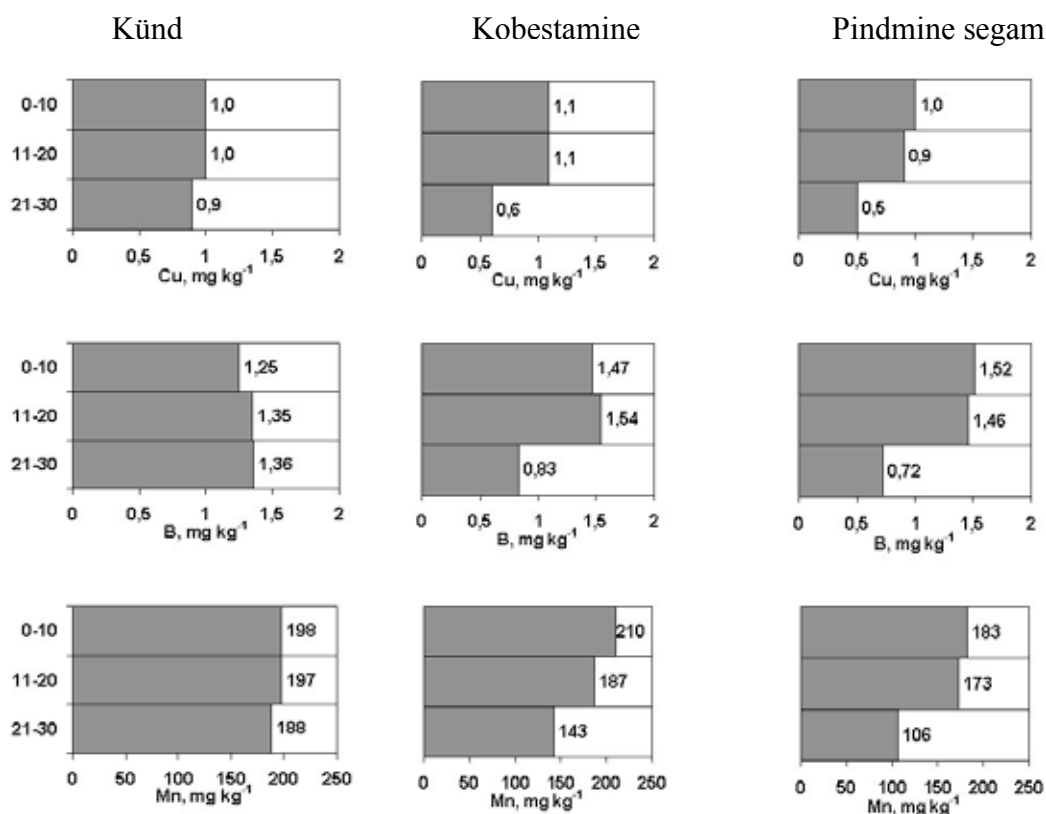
Joonis 11. Erineva mullaharimise mõju makroelementide jaotumisele mullas (põhu foonil, oder II).



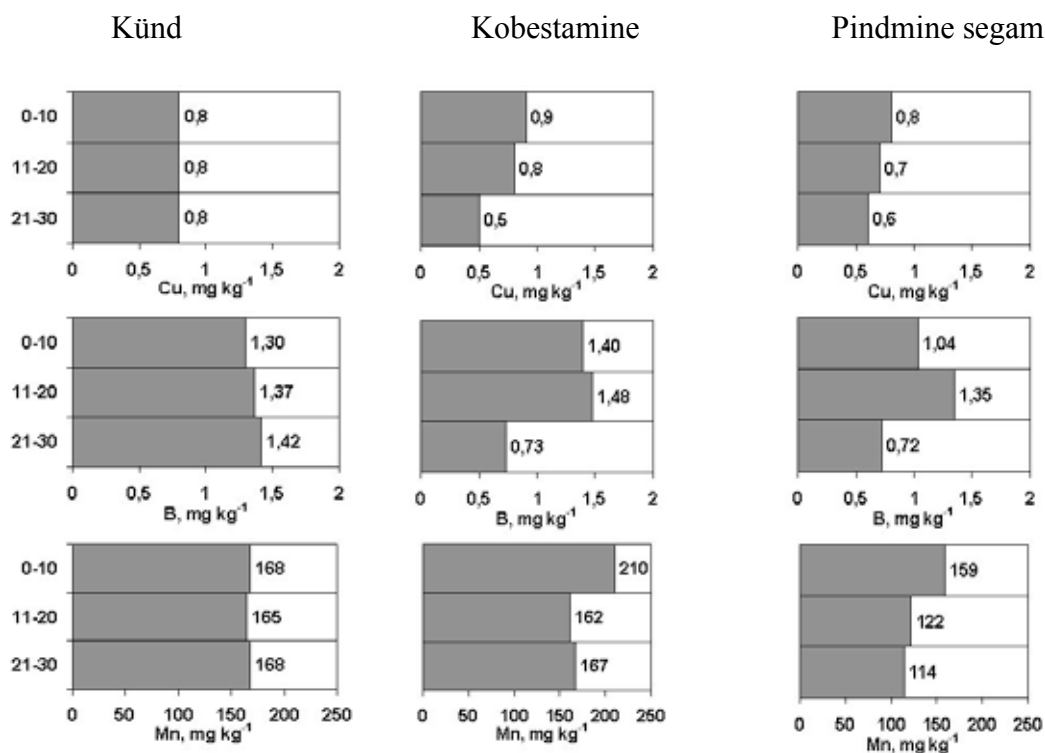
Joonis 12. Erineva mullaharimise mõju makroelementide jaotumisele mullas monokultuurse odra katses (pestitsiidideta foonil).



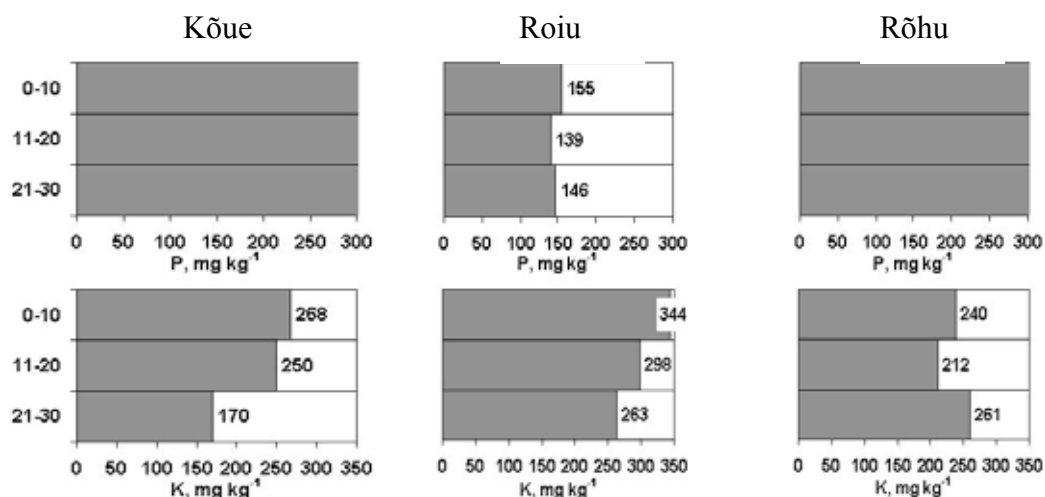
Joonis 13. Erineva mullaharimise mõju makroelementide jaotumisele mullas monokultuurse odra katses (pestitsiidide foonil).



Joonis 14. Erineva mullaharimise mõju mikroelementide jaotumisele mullas monokultuurse odra katses (pestitsiidideta foonil).

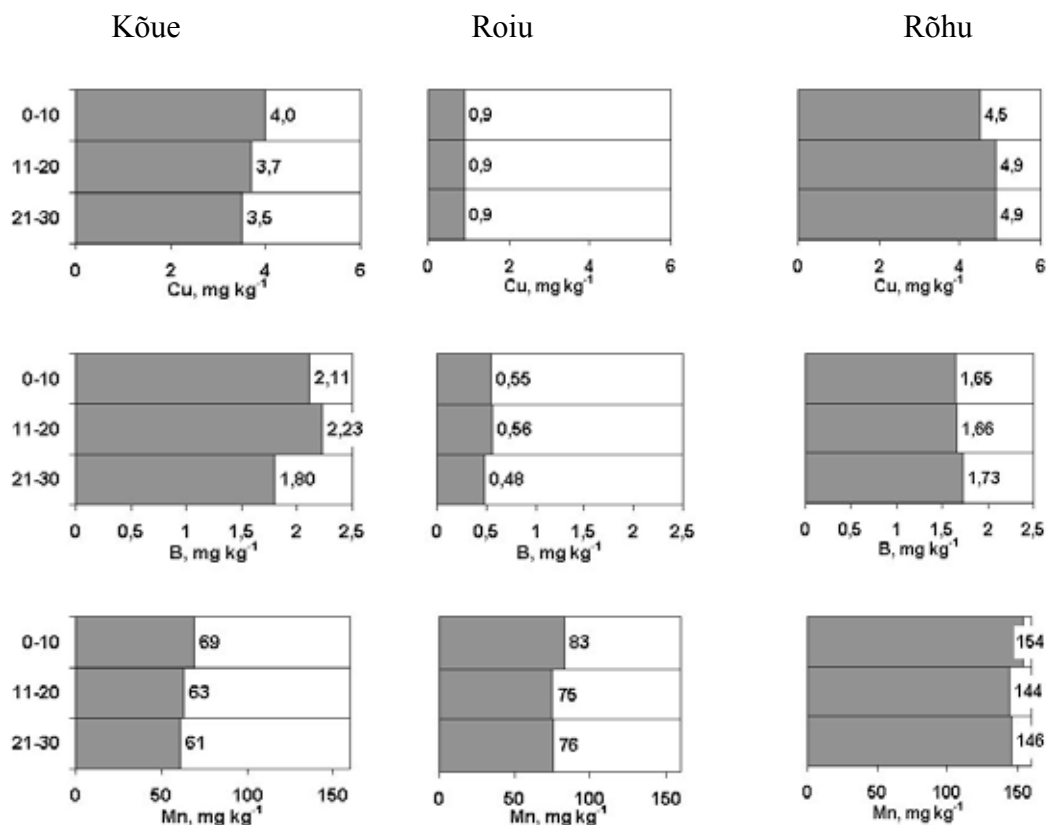


Joonis 15. Erineva mullaharimise mõju mikroelementide jaotumisele mullas monokultuurse odra katses (pestitsiidide foonil).



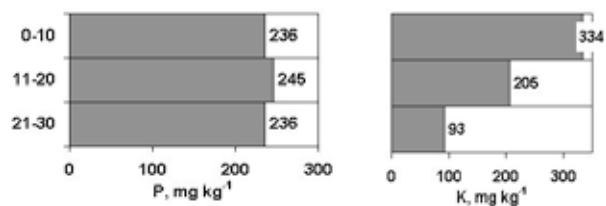
Joonis 16. Erineva mullaharimise mõju makroelementide jaotumisele tootmistehnoloogilises katses 2008.a.

Kõue - minimeeritud mullaharimine 7 aastat
 Roiu - minimeeritud mullaharimine üks aasta
 Rõhu - kündmine

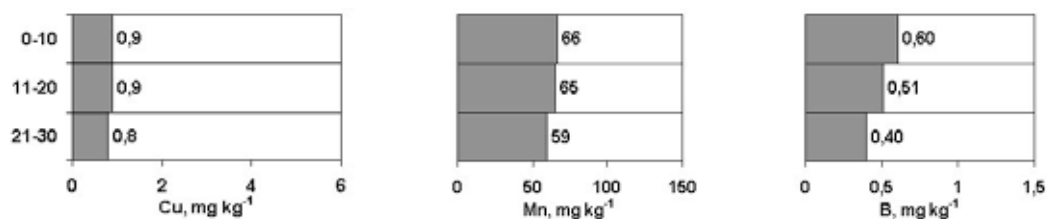


Joonis 17. Erineva mullaharimise mõju mikroelementide jaotumisele tootmistehnoloogilises katses 2008.a.

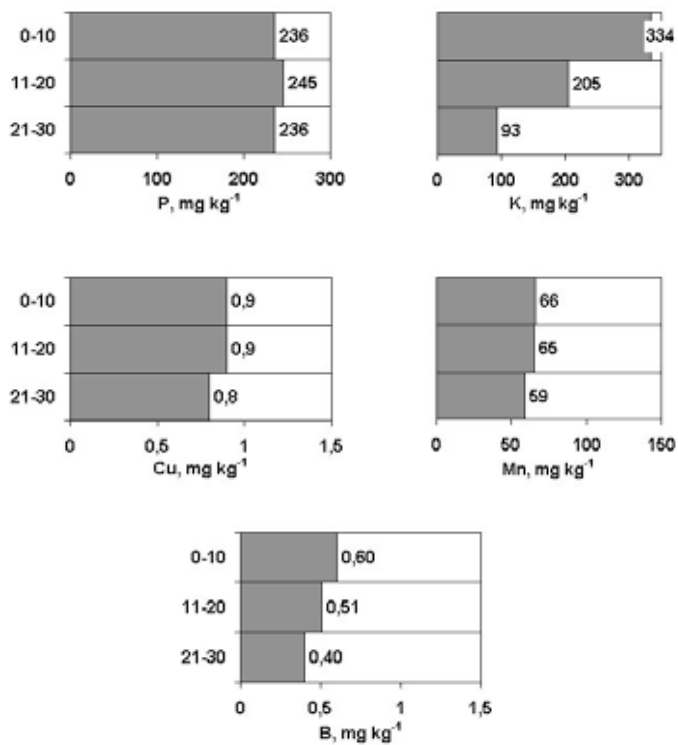
Kõue - minimeeritud mullaharimine 7 aastat
 Roiu - minimeeritud mullaharimine üks aasta
 Rõhu - kündmine



Joonis 18. Minimeeritud mullaharimise mõju makroelementide jaotumisele mullas, taliraps (Rannu 2008.a).



Joonis 19. Minimeeritud mullaharimise mõju mikroelementide jaotumisele mullas, taliraps (Rannu 2008.a).



Joonis 20. Otsekülvi mõju toitainete jaotumisele mullas.

Diferentseeritud mullaharimise mõju põllukultuuride saagile

Viljavahehalduslikus külvikorras uuriti erineva mullaharimise mõju põllukultuuride saagile nii mineraalväetiste ja ka mineraalväetiste + vedelsõnniku foonil. Väetamisvariantidest annab ülevaate tabel 3.

Ühes kuupmeetrilises vedelsõnnikus oli toitaineid: N - 3,2 kg, P - 0,6 kg, K - 2,2 kg ja Mg - 0,4 kg. Vedelsõnnik anti lohisvoolikutega laoturiga. Talinisu ja põldheinete puhul jäi see mullapinnale, rapsi ja otrade puhul segati laotamise päeval (19.04) lausharimise kultivaatoriga 5-7 cm sügavusele mulda.

Tabel 3. Põllukultuuride väetamine viljavaheldusliku külvikorra katses 2008.a.

Kultuur	Mineraalväetis	Mineraalväetis + vedelsõnnik
Talinisu	400 kg ha ⁻¹ Axan Super (27 N-3,7 S – 0,9 Mn)	17 t ha ⁻¹
Suviraps	500 kg ha ⁻¹ (17-6-11 + S ja B)	17 t ha ⁻¹
Oder I	400 kg ha ⁻¹ (17-6-11 + S ja B)	17 t ha ⁻¹
Oder II	330 kg ha ⁻¹ (17-6-11 + S ja B)	17 t ha ⁻¹
Põldhein I	-	17 t ha ⁻¹
Põldhein II	170 kg ha ⁻¹ ammoonium-nitraad (N 58)	17 t ha ⁻¹

Ülevaade põllukultuuride saakidest on toodud tabelis 4. Andmetest nähtub, et lohisvoolikutega laotatud vedelsõnniku mõju jäi tagasihoidlikuks (talinisu ja põldhein II). Erandiks oli põldhein I, kus mõju saagile oli positiivne kõikidel mullaharimise foonidel. Muldasegamisel (rapsi ja odra variantides) oli mõju positiivne.

Tabel 4 Põllukultuuride saagid t ha⁻¹ viljavaheldusliku külvikorra katses 2008.a.

Kultuur	M1		M2		M3	
	NPK	NPK + vedelsõnnik	NPK	NPK + vedelsõnnik	NPK	NPK + vedelsõnnik
Talinisu	6,54	6,98	6,84	6,89	7,14	6,97
Suviraps	2,45	2,40	2,34	2,40	2,27	2,46
Oder I	4,80	5,78	5,02	5,67	4,59	5,36
Oder II	3,65	4,63	4,23	5,06	3,67	4,70
Põldhein I	12,75	14,89	15,74	16,13	13,34	15,56
Põldhein II	11,66	10,56	10,48	12,05	10,95	8,77

Veelgi ilmekam oli veiste vedelsõnniku mõju seitseteist aastat kestnud monokultuurse odra katses (tabel 5).

Tabel 5. Vedelsõnniku mõju monokultuurse odra saagile 2008.a, t ha⁻¹.

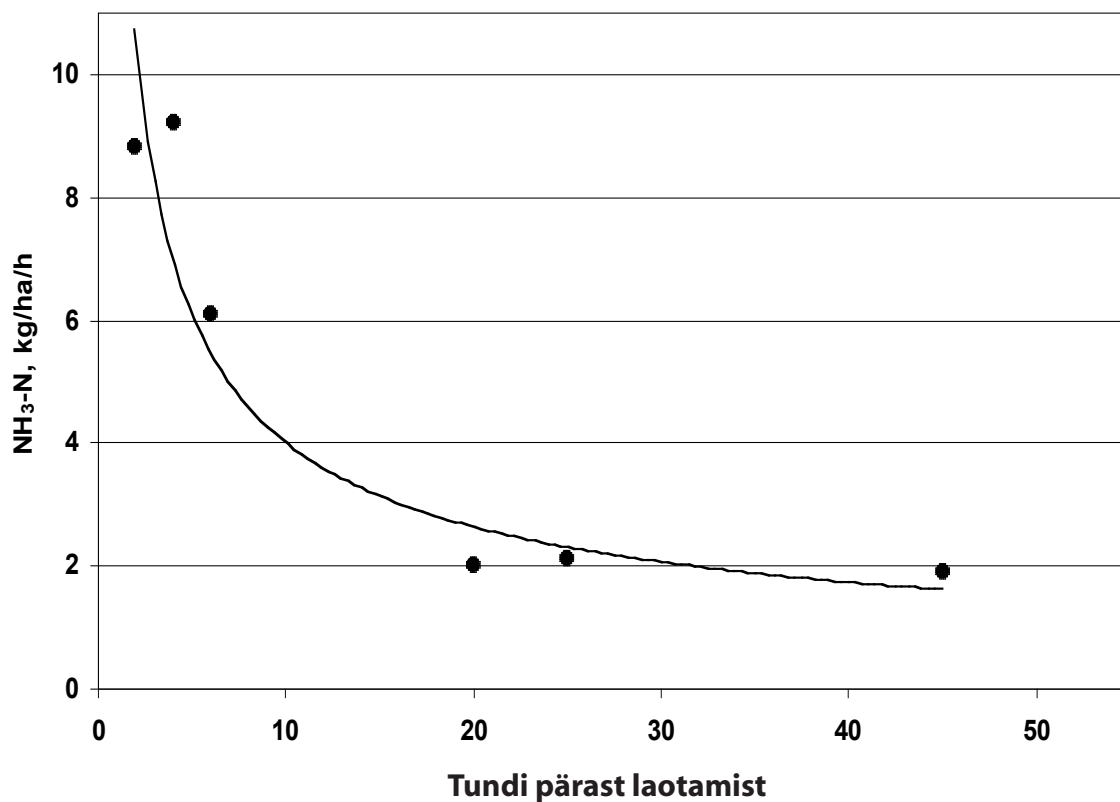
Mullaharimise variant	NPK	NPK + vedelsõnnik	Vedelsõnniku mõju	
			t ha ⁻¹	%
Taimekaitseta foon				
Sügiskünd	3,90	5,71	1,81	46,4
Kevadküünd	3,70	5,06	1,36	36,8
Kobestamine	3,47	5,55	2,08	59,9
Pindmine segamine	3,70	5,58	1,88	50,8
Keskmine:	3,69	5,48	1,79	48,5
Herbitsiidide foon				
Sügiskünd	3,61	5,55	1,94	53,7
Kevadküünd	4,02	4,90	0,88	21,9
Kobestamine	3,33	5,22	1,89	56,8
Pindmine segamine	3,99	5,92	1,93	48,4
Keskmine:	3,74	5,40	1,66	44,4
Herbitsiidide + fungitsiidide foon				
Sügiskünd	4,46	6,27	1,81	40,6
Kevadküünd	4,75	6,20	1,45	30,5
Kobestamine	4,39	5,78	1,39	31,7
Pindmine segamine	5,13	6,58	1,45	28,3
Keskmine:	4,68	6,21	1,53	32,7

Vedelsõnnik (25 t ha⁻¹) viidi mulda ketasseadisega, kevadkünnivariandis aga pärast laotamist täiendavalt adraga. Andmetest nähtub, et vedelsõnniku mõju jäi kõige tagasihoidlikumaks just kevadkünni alla antud variandis. Pindmisel muldaviimise (5-7 cm) oli mõju monokultuurse odra saagile kõrge. Uurimistööst selgus ka, et mida intensiivsem oli taimekaitse, seda tagasihoidlikumaks jäi vedelsõnniku positiivne mõju. Vedelsõnnikuga väetamine stimuleeris antud katses odrataimede produktiivset võrsumist (tabel 6), mida võibki pidada saagitõusu peapõhjuseks.

Tabel 6. Produktiivvõrseid, tk m⁻², monokultuurse odra katses 2008.a.

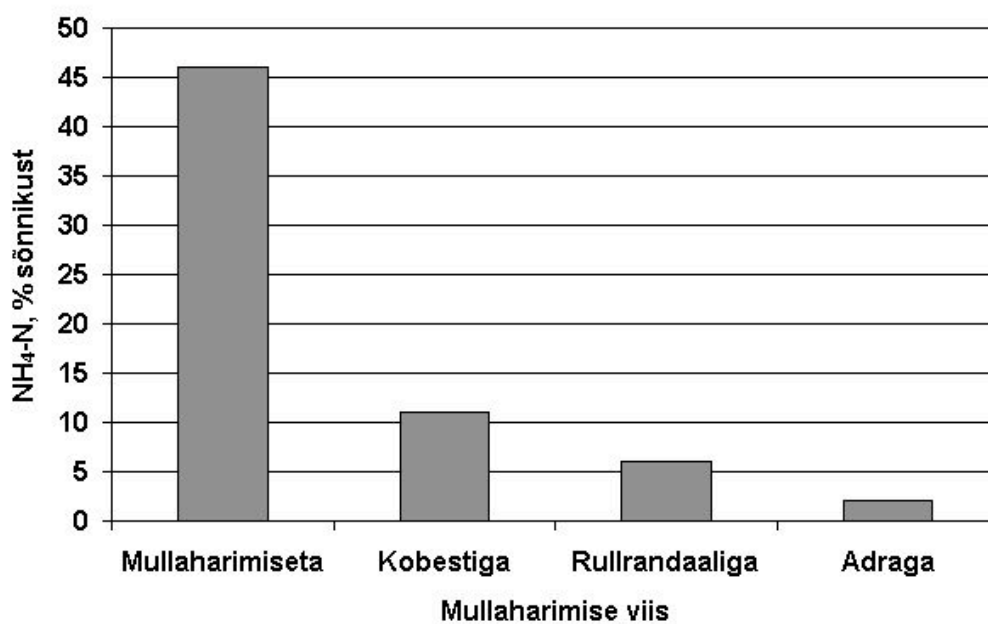
Mullaharimise variant	Kompleksväetist 400 kg ha ⁻¹ (17-10-14)	Kompleksväetist 400 kg ha ⁻¹ (17-10-14) + vedelsõnnikut 25 t ha ⁻¹	Vedelsõnniku mõju	
			tk m ⁻²	%
Sügiskünd	546	798	252	46,2
Kevadküünd	530	729	199	37,5
Kobestamine	539	745	206	38,2
Pindmine segamine	518	788	270	52,1
Keskmine:	533	773	237	44,5

Vedelsõnniku efektiivsus pindlaotusel sõltub sellest, kui kiiresti ta mulda segatakse. Esimes-
tel laotusjärgsetel tundidel võib lämmastikukadu olla ligi 9 kg hektarilt (joonis 21).



Joonis 21. NH₃-N emissioon veiste vedelsõnnikust (Jokela, Meisinger, 2004).

Lämmastikukadu vedelsõnnikust on olnud kõige väiksem, kui ta on mulda viidud adraga
(joonis 22).



Joonis 22. Vedelsõnniku muldaviimise mõju lämmastikukaole (Tompson, Meisinger, 2002).

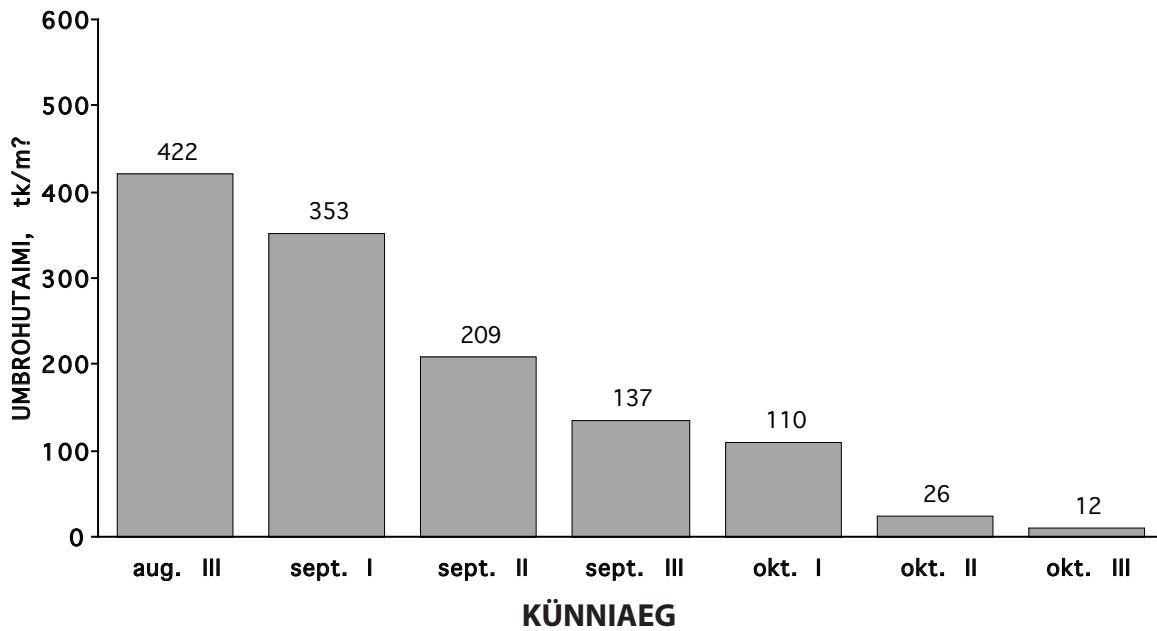
Vedelsõnniku mõju odrale võis täheldada juba varajases kasvufaasis (tabel 7).

Tabel 7. Klorofüllimõõtuuri SPAD näit monokultuurse odra külvides 2008.a.

Mullaharimise variant	Kuupäev	NPK foonil	NPK + vedelsõnniku foonil	Vedelsõnniku mõju
Sügiskünd	14.05	34,6	44,9	10,3
Kevadküünd		32,6	44,8	12,2
Kobestamine		34,1	44,8	10,7
Pindmine segamine		37,0	45,3	8,3
Sügiskünd	27.05	49,2	52,9	3,7
Kevadküünd		49,2	51,0	1,8
Kobestamine		50,8	50,9	0,1
Pindmine segamine		48,9	50,7	1,8
Sügiskünd	03.06	48,2	53,4	5,2
Kevadküünd		46,5	51,8	5,3
Kobestamine		47,5	52,6	5,1
Pindmine segamine		47,9	54,5	6,6
Sügiskünd	09.06	41,5	48,1	6,6
Kevadküünd		42,3	47,7	5,4
Kobestamine		43,2	48,2	5,0
Pindmine segamine		39,8	51,2	11,4

Põhk

Põhk on taimekasvatuse kõrvaltoodanguks. Teda kasutatakse loomadele söödaks, allapanuks ja ka väetiseks. Odrapõllul võib põhust tekkida kuni 0,45 tonni huumust hektari kohta (H. Roostalu, 2008). Viimastel aastatel on hakatud põhku kasutama ka biokütusena. Eks iga põllumees otsustab ise, mida ta põhuga teeb. Valdavalt peaks põhk jääma põllumajanduslikku ringesse. Eriti tuleb hinnata tema tagastamist mulda koos vedelsõnnikuga. Katsed on näidanud, et eriti vajalik on taoline põhu kasutamine põllukultuuride viljelemisel minimeeritud mullaharimisel. Katses, kus talirukki järgsele kartulile anti põhku 4 t ha⁻¹ koos vedelsõnnikuga 15 t ha⁻¹ suurenes kartuli mugulasaak 18,1%. Kolm tonni odrapõhku koos vedelsõnnikuga suurendas odrasaaki 5,4%. Koristamise ajal tuleks põhk tagastada peenestatuna ja ühtlaselt laotatuna mullapinnale. Tema lagundamise soodustamiseks tuleks anda vedelsõnnikut 20-25 t ha⁻¹ ja võimalikult varakult segada mullaga. Kergetel muldadel võiks seda tööd teha rullrandaaliga või kergadraga. Keskmistel või rasketel muldadel aga rull-käpprandaaliga. Harimissügavus sõltub tagastatava põhu kogusest. Kohe-kolme tonni korral piisab 7-9 cm. Iga lisatonna korral peaks muldaviimise sügavust suurendama 2 cm võrra.



Joonis 23. Künnyaaja mõju umbrohtumusele.

Künnipõhine põllukultuuride viljelus

Siin on põhitööks künd. Valdavalt on hakatud hästi kündma. Künni üheks ülesandeks on umbrohtude tõrje. Nende tõrje efektiivsus sõltub ajast. Mida varem sügisel seda teha, seda efektiivsem on nende tõrje (joonis 23).

Varajase künniga provotseeritakse kuni 35 korda rohkem umbrohuseemneid tärkama kui hilise künniga. Suurem osa nendest hukub talvel. Tali- ja talvituvad umbrohud aga hävitatakse kevadise külvielse mullaharimise käigus. Külvielseks mullaharimiseks on aegade jooksul olnud lausharimise kultivaator. Viimastel aastatel on ka selles tehnoloogias toimunud muutuseid. Üha enam kasutatakse külvielseks mullaharimiseks labasiluritega varustatud rulle. Taoline agregaat sobib sügisel küntud kerge ja keskmise löimisega muldade kevadiseks külvielseks mullaharimiseks. Raskema löimisega muldade (nii sügisel kui ka kevadel küntud) külvielseks harimiseks on hakatud järjest enam kasutama kobestuskäppadest ja rõngasrullidest koosnevat agregaati. Kui lausharimise kultivaatoritega harimisel katkutakse mullasolevad kivid pinnale, siis nende agregaatide kasutamisel jäävad kivid mulda, ega sega järgnevate tööde tegemist.

Põldpuju tõrjest

Varasematel aastatel võis täheldada puju rohket esinemist jäätmaadel ja põldude piiretel. Viimasel ajal on see umbrohi hakanud ulatuslikult levima ka põldudel. Eriti rohkesti oli seda märgata käesoleval aastal nii teravilja kui ka teiste kultuuride põldudel. Üheks selle põhjuseks on peetud põllukultuuride viljelemise uute tehnoloogiate ulatuslikku kasutamist. Efektiivne põldpuju tõrje koosneb võtete kompleksist, kus tuleb kasutada nii kaudseid (puhas külvis, sõnniku ja kompostide õige käitlemine, umbrohtude tõrje väljaspool põldu jt.) kui ka otseseid võtteid

(koorimine, õigeaegne kündmine ja herbitsiidide optimeeritud kasutamine). Minimeeritud mullaharimise tehnoloogia korral (muld haritakse rullrandaaliga või rull-käpprandaaliga) tuleks võimalikult kiiresti pärast kultuuri koristamist sügisel kõlvik mustaks harida. Sellega provotseeritakse umbrohuseemned tärkama ja pikaajalised umbrohud uut lehekodarikku kasvatama. Hilissügisel (oktoobris) tuleks haljendama löönud kõlvikud üle pritsida üldhävitava toimega herbitsiididega, mis hävitab kogu kasvav taimestiku. Tuntuim ja enam kasutatav preparaat on Roundup Gold. Kulunorm 1,2-4,8 ltr ha⁻¹. Otsekülvi tehnoloogias tõrjutakse umbrohtusid, kaasa arvatud ka põldpuju, vaid keemiliste preparaatidega kas enne külvi või pärast külvi enne külvide tärkamist.

Minimeeritud mullaharimise ja otsekülvi rekordsaigid tootmispõldudel 2008.a.

Tähelepanu vääriv on see, et nii minimeeritud kui ka otsekülvi viljelemisel on Eestimaal kasvatatud väga kõrgeid teravilja ja rapsisaake.

Austust vääriv on **OÜ Valdereks** tulemus talinisu kasvatamisel. Mitmetel põldudel küündis see 8-9 tonnini hektarilt. Eriti viljakal põllul, kus nii makro- kui ka mikroelementide tarve (v.a. Mn) oli väike, andis talinisu „Olivin” 12,74 t ha⁻¹ teri. Mida siis sellel põllul tehti:

eelvili:	talirüps;
mullaharimine:	rullrandaal Amazone Catros;
külvieelne umbrohutõrje:	Roundup Gold 0,5 l ha ⁻¹ ;
külv:	25.08.07;
külvisemäär:	200 idanevat seemet m ⁻² ;
väetamine sügisel :	200 kg ha ⁻¹ kompleksväetist (15:9:12);
sügisene umbrohutõrje:	Sektor: 0,15 kg ha ⁻¹ (koos taimekaitsega anti ka mangaansulfaati 1,25 kg ha ⁻¹);
kevadel:	orase äestamine;
pealtväetamine:	
ammooniumnitraat:	190 kg ha ⁻¹ ;
kaaliumkloriid:	100 kg ha ⁻¹ ;
kompleksväetis	(15:9:12): 100 kg ha ⁻¹ ;
ammooniumnitraat:	250 kg ha ⁻¹ ;
taimekaitse ja väetamine:	
Mustang:	0,5 ltr ha ⁻¹ ;
vaskvitriol:	0,5 kg ha ⁻¹ ;
mangaansulfaat:	1,25 kg ha ⁻¹ ;
CCC :	0,5 ltr ha ⁻¹ ;
Input :	0,5 ltr ha ⁻¹ ;
Proteus:	0,5 ltr ha ⁻¹ ;
CCC:	1,0 ltr ha ⁻¹ ;

Opera:	0,5 ltr ha ⁻¹ ;
MgSO ₄ :	2,5 kg ha ⁻¹ ;
Karbamiid:	5,0 kg ha ⁻¹ .

Sellise tulemuse tagas väga oskuslik taimekaitse ja väetamine. Samuti sobilik külvisemäär, mis andis taimetele endale taimiku tiheduse kujundamise võimaluse. Koristuseelselt oli produktiivvõrseid 590 tk m⁻².

Märkimist väärib **OÜ Rannu Seeme** tulemus talirapsi kasvatamisel minimeeritud mullaharimisel. Makroelementide poolest keskmise ja mikroelementide poolest viljakal mullal kasvatatud talirapsi „Excalibur“, suurimaks saagiks kujunes 7,4 t ha⁻¹. Kuidas selline saak saadi:

eelvili:	oder;
mullaharimine:	rullrandaal Väderstad Carrier;
külv:	19.08.07;
külvisenorm:	1,5 kg ha ⁻¹ ;
väetamine sügisel:	
PK (16:30):	300 kg ha ⁻¹ ;
ammooniumnitraat:	115 kg ha ⁻¹ ;

sügisene taimekaitse:	
Teridox 500 EC:	2,5 ltr ha ⁻¹ ;
Fusilade Forte:	0,6 ltr ha ⁻¹ ;
boor:	2 ltr ha ⁻¹ ;
Folicur EW 250:	0,5 ltr ha ⁻¹ ;

kevadine väetamine:	
ammooniumnitraat:	235 kg ha ⁻¹ (varakevadel);
NS (21:24):	200 kg ha ⁻¹ ;

kevadine taimekaitse:	
boor:	1,0 ltr ha ⁻¹ ;
Proteus:	0,75 ltr ha ⁻¹ ;

See tulemus saavutati väga väikese külvisemääraga. Koristusaegseks taimede tiheduseks kujunes keskmiselt 30 tk m⁻². See andis tuumakad seemned. Koristatud talirapsi 1000 seemne massiks kujunes 8,03 g.

Kokkuvõtteks

Energiasäästlikumad põllukultuuride viljelustehnoloogiad leiavad järjest enam omaksvõtmist põllumeeste poolt. Nende evitamine nõuab sihikindlat teadmiste omandamist. Vedelsõnniku kasutamine kohaliku väetisena on samuti reaalsus. Altminekud nii ühes kui teises valdkonnas on paratamatud. Selgeks tuleb õppida nende võtete keskkonnasõbralik kasutamine. Järjest vähem tuleb põllumeeste poolt kurtmist, et ei saa teha seda ja teist. Selle asemel on hakatud otsima lahendeid, kuidas raskustest üle saada. Rõõmu teeb ka tootjate ja uurijate koostöö tihenemine. Siinkohal tahaksin tänada kõiki tootjaid, kes on võimaldanud nende tootmisüksustes läbi viia uute tehnoloogiate evitamise kulgemist ja jälgida mullas toimuvaid protsesse.



Vedelsõnniku pumpamine haagisveokisse pumpsegistiga



Vedelsõnniku überpumpamine haagisveokist laoturisse



Vedelsõnniku laotamine paisklaoturiga



Vedelsõnniku laotamine lohisvooliklaoturiga



Muldaviimisseadmega vedelsõnnikulaotur



Vedelsõnniku viimine rohumaa kamarasse



Vedelsõnnik on viidud mulda



Vedelsõnniku ripplaotur



Sügavkobesti mullatihese lõhkumiseks



Keskmete ja raskete lõimisega muldadele sobilik rullkäpprandaa



Sobilik agregaat tavatehnoloogias külveelseks mullaharimiseks



Keskonnasõbralik otsekülvik



Nisu külviaja mõju taimede arengule: vasakul – optimaalne, paremal – hiline külviaeg



Rapsitehnoloogia – mullaharimine ja külv



Pindmine mullaharimine – saagikas taliraps



Pindharimine – taliraps



Otsekülvatud taliodra oras



Teravilja otsekülv hernekõlvikusse



Mullaelustikusõbralik otsekülv



Optimaalne taimede vahekaugus külvireas



Suur külvisemäär – keskpärane saak



Optimaalne külvisemäär



Pöldpuju – probleem 2008



Pöldpuju – tõrjeks glüfosaat

VEDELSÖNNIKU KÄITLEMISE KULUD

Enno Koik, Ph.D,

EMVI põllumajandustehnika ja -tehnoloogia osakonna teadur

Kalvi Tamm, Msc,

EMVI põllumajandustehnika ja -tehnoloogia osakonna teadur

Raivo Vettik, Ph.D,

EMVI põllumajandustehnika ja -tehnoloogia osakonna vanemteadur

Viimasel ajal on märkimisväärselt kasvanud põllumajanduse oluliste tootmissisendite – energia, tööjõu ja mineraalväetiste hinnad. Seega tekib põllumehel küsimus, kuidas oleks võimalik toodangu omahinna kasvu pidurdada. Üheks võimaluseks on otsida odavamaid lahendusi taimede toitainete vajaduste rahuldamiseks. Kui ettevõttes on olemas vedelsõnnik, siis tuleks selgitada, mis tingimustel on otstarbekas kasutada seda mineraalväetiste asemel.

Väetamise soovitude kohaselt tuleks vedelsõnnikut laotada kevadel enne kündi või juba tärganud teraviljadele ja kasvu alustanud kõrreliste heintaimedele.

Artiklis võrreldakse selleks koostatud arvutusmudeli abil omavahel mineraalväetise ja vedelsõnniku kasutamise majanduslikkust sõltuvalt põllu kaugusest vedelsõnnikuhooldlast. Põllu kaugust on rõhutatud seetõttu, et vedelsõnniku ja mineraalväetise põllule veetavad kogused erinevad oluliselt ning seetõttu erinevad ka transpordikulud.

Samuti võrreldi erinevaid vedelsõnniku käitlemise tehnoloogiaid, need olid järgmised:

1. mineraalväetise laotamine oma laoturiga, kui oma veok veab väetise põllule;
2. vedelsõnniku vedu põllule ja laotamine oma lohisvooliklaoturiga;
3. vedelsõnniku vedu põllule ja muldaviimine oma löikeketaslaoturiga;
4. vedelsõnnik veetakse põllule teenusena paakhaagisega ja laotatakse oma lohisvooliklaoturiga;
5. vedelsõnnik veetakse põllule teenusena paakhaagisega ja muldaviimine oma löikeketaslaoturiga.

Vedelsõnniku käitlemise masinate hinnad septembris 2008. aastal

Arvutuste lähteandmeteks koguti erinevatelt masinate maaletoojatelt vedelsõnniku käitlemistehnika hindu, hinnavaheemikud on esitatud tabelites 1-3.

Tabel 1. Paakhaagiste hinnad septembris 2008. a.

	Maht, m ³	Hinnavaheemik, tuhat EEK (km-ta)
Tsentrifugaalpumbaga	12	145–251
	13	186–335
	15	333–376
	17	255–492
Vaakumpumbaga	8	207–235
	10	243–253
	12	294–302
	15	317–462

Tabel 2. Vedelsõnniku laotusseadiste hinnad septembris 2008. a (ilma paakhaagise hinnata)

	Töölaius, m	Hinnavahemik, tuhat EEK (km-ta)
Lohisvoolikud	12	156–248
	16	197–297
	18	292–431
Jalased	6	223–240
	8	267–303
	12	394–460
Lõikekettad	4,5	147–242
	6	284–499
	8	419–616
Vedrupiid, käpad	3	128–129
	6	223–337
	7,5	347–400

Tabel 3. Segistite hinnad septembris 2008. a.

	Pikkus, m	Hinnavahemik, tuhat EEK (km-ta)
Traktorilt käitatavad tiiviksegistid	2	16–20
	3	21–43
	4	18–56
	Tootlikkus, m ³ /min	
Traktorilt käitatavad pumpsegistid	5 - 7	31–71
	6 - 8	53–83
	7 - 10	59–84
Elektriamiga pumpsegistid	2,5	27–60
	3	49–63
	4	56 –84
	6	74–94

Vedelsõnniku käitlemise teenustööde hinnad septembris 2008. aastal

Kahe firma poolt pakutavate teenustööde hinnad oktoobris 2008. a on toodud tabelites 4 ja 5. OÜ Clickset hindadele lisandub kulu kütusele. Agregaadi või komplekti väljasõidutasu Järvamaa piirest välja on 3000 kr. Läga transpordil kaugemale kui 3 km lisandub koormatasu 250 kr/ koorem. Teenuse lõplik hind kujuneb kokkuleppel. Läga laotatakse liikurlaoturiga, millel on võimalik kasutada rohukamarasse laotamiseks ketasseadiseid ning mulda viimiseks kobestusseadiseid. Käideldakse nii sea kui veise vedelsõnnikut.

Tabel 4. OÜ Clickset teenustööde hinnad

Töö	Hind km-ta
Läga veo täisteenus (segamine, pumpamine, vedu)	45 kr/m ³
Läga laotamine põllul: lõikeketastega – rohumaale, käppkobestitega - mullale	40 kr/m ³
Läga vedu	650 kr/ töötund
Läga paisklaotus	650 kr/ töötund
Läga pumpamine	650 kr/ töötund
Läga segamine	8500 kr/ ööpäev
Lägasegisti rent	3000 kr/ ööpäev
Lägapumba rent	2200 kr/ ööpäev
Lägakonteineri rent	2000 kr/ ööpäev

Tabel 5. Kemira Grow-How teenustööde hinnad

Töö	Hind km-ta
Läga laotamine lohisvooliklaoturiga (12 m, 15 m ³ paak)	26 kr/m ³
Läga laotamine lõikeketasseadmega (15 m ³ paak)	34 kr/m ³
Läga ettevedu paakautoga kuni 7 km kaugusele	20 kr/m ³
Läga etteveo lisatasu üle 7 km, lisakilomeetri kohta	1 kr/m ³ /km

Hinnad sisaldavad kulu kütusele. Käideldakse ainult veise vedelsõnnikut.

Läga etteveo- ja laotamisteenust pakub veel Agriland OÜ, aga nendel kehtivad kokkuleppehinnad. Kasutatakse liikurlaoturit Challenger Terra Gastor 2244. Laoturiga otse hoidlast põllule ei veeta, sõltumata veokaugusest veetakse ette paakveokitega. Etteveoks on 2-3 paakveokit mahuga 30 m³. Segamist laguunis peab tegema tellija oma masina ja pumbaga. Tellija annab majutuse ja ööpäevas 2 korda süüa.

AS Ekseko toob sealäga oma lepingulistele klientidele kohale ja laotab 12 m lohisvooliklaoturiga hinnaga 4,35 kr/m³ km-ta. Veo ja laotamise piirkauguseks oli küsitluse ajal 30 km. AS Ekseko laotab oma masinatega lisaks Viljandimaal oleva peamaja sõnnikule ka oma tütarettevõtte Põlva Peekon Tsooru seafarmi (Võrumaal) ja Lutsu seafarmi (Põlvamaal) vedelsõnniku ning veel koostööpartneri OÜ Lõpe Agro Vooru seafarmi (Viljandimaal) ja Lõpe seafarmi (Pärnumaal) vedelsõnniku.

Harjase OÜ-st on võimalik tellida vedelsõnniku veo ja laotuse (paisklaotus) teenust hinnaga 650 kr/h km-ta.

Vedelsõnniku hind toiteelementide sisalduse alusel

Põllumeest huvitab kindlasti vedelsõnniku väärtus võrrelduna mineraalväetistega. Seda hinda on tal vaja teada, kui sõnnikut müüakse ettevõttest välja, et toiteelementide müügiga kahju ei saaks. Teisalt hakkavad võrreldes sõnniku hoiustus-, transpordi- ja laotuskuludega olulisteks muutuma mineraalväetise hoiustamise/transpordi/laotamise kulud. Kui oma ettevõtte põldudele ei saa keskkonnakaitsenõuete tõttu rohkem vedelsõnnikut laotada ja hoidlad enam ei mahuta, siis tuleb ülejääv sõnnikukogus kusagil realiseerida. Sageli peab selleks, et ostjad

huvitatud oleksid, vedelsõnnikut odavamalt müüma ja võib-olla isegi veel hinnast maha võtma sõnniku ostja kulud transpordile ja laotusele. Tegelikult peaks vedelsõnniku hinna kalkuleerimisel arvestama ka selle järelmõju ja mõju mulla huumusebilansile. Samas ei tea me täpselt, kuidas võrrelda toiteelementide omastatavust erinevat liiki väetiste korral.

Antud juhul on arvutused tehtud väetisemüügifirmade 2008. aasta augustis kehtinud hindade alusel. Esmalt on lähtutud lihtväetises olevatest hindadest, mille järgi keskmiselt maksab N 17,8 kr/kg, S 7 kr/kg, Mg 51,6 kr/kg, B 231 kr/kg ja K 13,7 kr/kg. Edasi leiti kompleksväetistest N, S ja K elimineerimise teel P hinnaks 68,2 kr/kg. Lähtuvalt kahe ettevõtte veisevedelsõnniku elementide sisaldusest N=2,5, P=0,62, K=2,2, S=0,5 (kirjanduse andmeil) ja 0,74 kg/t mikroelemente (kirjanduse andmeil) saadi vedelsõnniku hinnaks 160 190 kr/t.

2007. aasta kevadel oli Tallinna ümbruses tahesõnniku hinnaks 50–60 kr/t, kaugemates maapiirkondades 25–35 kr/t. Jäneda ÕNK arvutas mineraalväetise hinna kaudu veiste tahesõnniku hinnaks 2007. aasta suvel 90 kr/t. Siis oli mineraalväetise toimeaine 1,9 2,1 korda odavam kui praegu. Jäneda arvutuste järgi peaks tahesõnniku väärtus 2008. aasta sügisel olema seega ca 175 190 kr/t. Vedelsõnnikus on aga toitaineid vähem kui tahesõnnikus ja esimese turuhind peaks teisest olema vastavalt väiksem.

Tehnoloogiate majanduslik võrdlus

Arvutuste algandmed

Taliniisu väetatakse kevadel pealt taimede lämmastikuvajaduse katmiseks normiga 80 kg/ha. Mineraalväetiseks on ammooniumnitraat (N 34%) hinnaga 6100 kr/t (kõik hinnad on ilma käibemaksuta). Mineraalväetise laotusnorm on sel juhul 235 kg/ha. Vedelsõnniku hektarinormi määramisel lähtutakse selle lämmastikusisaldusest, mis sõltub loomaliigist, kasutatavatest söötadest ja sõnnikuhoidlast. Sea ja veise vedelsõnniku lämmastikusisaldus on kirjanduse andmeil vahemikus 2 5 kg/t, mida kinnitavad ka Eesti ettevõtetes tehtud analüüsid. Kuna antud juhul uurime vedelsõnniku kasutamise tasuvust võrreldes tööstuslike lämmastikväetistega taliviljade ja rohumaa pealväetamisel, siis arvestatakse 2 kg/t ammooniumlämmastiku sisaldusega, mis annab pealväetamisel kiire efekti. Ammooniumlämmastik võib kergesti atmosfääri lenduda sõltuvalt vedelsõnniku laotamisviisist, ilmastikutingimustest ning laotamisjärgsest mullaharimisest (vt artiklit „Vedelsõnniku käitlemise tehnoloogia ja kasutatav tehnika“, tabelid 1 ja 2).

Kuna ammooniumnitraadist on 50% ammoonium, siis mineraalväetise antava ammooniumikoguseks on 40 kg/ha. Lohisvooliklaoturi kasutamisel eeldame, et antud vedelsõnnikust lendub ammoniaagina 20%, ja mulda jõudev ammooniumikogus on keskmiselt 1,6 kg/t. Seega tuleb 40 kg ammooniumi hektarinormi mulda viimiseks anda põllule 25 t/ha vedelsõnnikut. Agregaadiks on 102 kW traktor hinnaga 962 000 kr ja tunnihinnaga 535 kr/h oma töö ning vaakumpumbaga 15 m³ paagiga 12 m töölaiusega lohisvooliklaotur (tabel 1). Üldiselt tuleks lohisvooliklaoturi järel teha ka täiendav mullaharimine. Kuna aga tegemist on pealväetamisega, siis täiendavat mullaharimist ei saa teha.

Teise masinana on võrdluses vedelsõnniku löikeketaslaotur. Agregaadiks on 158 kW traktor ja 15 m³ paagiga 6 m töölaiusega löikeketaslaotur (tabel 1). Kuna sellist tüüpi laotusseadise kasutamisel arvestame ammooniumlämmastiku kaoks 5%, siis mulda jõudev ammooniumiko-

gus on keskmiselt 1,9 kg/t ja seega on vaja 40 NH₄ kg/ha andmiseks laotada 21 t vedelsõnnikut. Selle laoturi kasutamisel täiendavat mullaharimist ei ole vaja teha.

Veokulude arvutamisel arvestatakse, et vedelsõnniku etteveoteenuseks renditakse paakauto baashinnaga 20 kr/m³. Kui tuleb vedada kaugemale kui 7 km, lisandub baashinnale 1 kr/m³ iga lisakilomeetri eest.

Mineraalväetis laotatakse 75 kW traktori ja ketaslaoturiga. Masinate põllutööde kulud on leitud tunnihinna arvutamise algoritmide abil. Mineraalväetis veetakse põllule 102 kW traktori ja 10 t kandejõuga haagisega. Sõidukulude arvutamisel on lähtutud 20 ha suurusest põllust.

Kõikide tehnoloogiate korral on arvesse võetud vedelsõnniku eelnev segamine 15 kW elektrimootoriga pumpsegistiga, mille jõudlus on 4,6 m³/min ja hind 72 000 kr.

Kuna artiklis selgitatakse põllu kauguse mõju väetise ja väetamistehnoloogia valikule, siis tuleb leida ka laoturi sõidukulud lähtuvalt põllu kaugusest. Mudelit rakendatakse nii mineraalväetise kui ka vedelsõnniku laoturi korral kui väetised veetakse põllule teiste agregaatidega. Sõidukulud arvutatakse varem koostatud metoodika järgi, millega on võimalik hinnata põllu kauguse mõju väetamiskuludele.

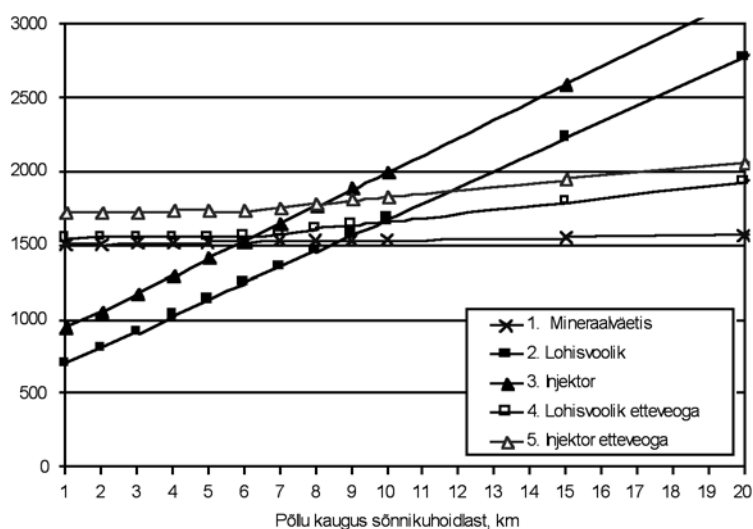
Tulemused

Ootuspäraselt selgub, et mineraalväetisega väetamisel mõjutab põllu kaugus väetamiskulusid oluliselt vähem kui orgaanilise väetisega väetamisel, kuna viimasel juhul on tegemist oluliselt suuremate transporditavate kogustega.

Etteveo teenustöö kasutamisel vedelsõnnikuga väetamisel olid väetamiskulud peaaegu konstantsed (mõnevõrra muutub ainult agregaatide põllulesõidukulu) kuni 7 km-ni, millest alates hakkas kehtima kaugusest tingitud hinnalisa.

Arvutustes eeldati, et vedelsõnnik on ettevõtte enda toodang ja kulud on sel juhul seotud ainult veo ja laotusega. Võrreldes mineraalväetise kasutamisega kasvavad need kulud sõidukauguse pikenedes kiiremini ja seetõttu on vedelsõnniku kasutamine tasuvam ettevõtte keskuse läheduses. Ammooniumi põhjal tehtud arvutuste tulemused näitavad, et Eesti keskmistes põllumajandustootmise tingimustes tuleks oma masinate korral kuni 8,5 km kauguseid põlde väetada vedelsõnnikuga kasutades selleks lohisvooliklaoturit, kaugemaid põlde on otstarbekam väetada tööstusliku lämmastikväetisega (joonis 1).

Joonis 1. Väetamiskulud sõltuvalt põllu kaugusest, väetiseliigist ja -tehnoloogiast



Vedelsõnniku tehnoloogiate vahelises võrdluses on soodsam oma lohisvooliklaotur kuni 8,5 km kauguseni. Sealt edasi on soodsaim sama seadme kasutamine etteveoga. Kui aga lohisvoolilaoturiga laotatakse külvielselt ja läga segatakse mulda, siis tuleb lisada ka see kulu. Näiteks kui 24 h jooksul peale laotamist tehakse mulla segamine (agregaadis 4 m ketaskoorel hinnaga 230 000 kr ja 158 kW traktorit (hinnaga 962 000 kr), siis peaks hektarihinnale lisama ca 300 kr. Sellisel juhul oleks odavam kasutada löikeketaslaoturit, kuna siis on vedelsõnniku veokulud sama ammooniumlämmastiku normi juures kõige väiksemad ning ei ole vaja teha täiendavat mullaharimisoperatsiooni.

Tabel 6. Mineraalväetise veo- ja laotuskulud oma laoturiga, kui oma veok veab väetise eraldi põllule. Ammooniumnitraadi laotusnorm on 235 kg/ha

Põllu kaugus, km	Kululiik, kr/ha				Kokku
	Laotamine (töö)	Väetise maksumus	Väetise põllulevedu	Laoturi põllule sõit	
1	62	1433	12	1	1508
2	62	1433	14	1	1511
3	62	1433	17	2	1514
5	62	1433	22	3	1521
7	62	1433	27	5	1527
10	62	1433	34	7	1536
15	62	1433	46	10	1552
20	62	1433	59	13	1568

Tabel 7. Vedelsõnniku veo- ja laotuskulud oma lohisvooliklaoturiga.

Laotusnorm on 25 m³/ha

Põllu kaugus, km	Kululiik, kr/ha		Kokku
	Vedu ja laotamine	Segamine	
1	532	167	699
2	607	202	808
3	681	237	917
5	830	306	1136
7	978	376	1355
10	1202	481	1682
15	1573	655	2229
20	1945	830	2775

Tabel 8. Vedelsõnniku veo- ja laotuskulud oma löikeketaslaoturiga. Laotusnorm on 21 m³/ha

Põllu kaugus, km	Kululiik, kr/ha		Kokku
	Vedu ja laotamine	Segamine	
1	764	180	944
2	852	210	1062
3	941	239	1180
5	1118	298	1416
7	1296	356	1652
10	1562	444	2006
15	2005	591	2596
20	2448	737	3186

Tabel 9. Kulud kui vedelsõnnik veetakse põllule teenusena paakhaagisega ja laotatakse oma lohisvooliklaoturiga. Laotusnorm on 25 m³/ha

Põllu kaugus, km	Kululiik, kr/ha				Kokku
	Laotamine	Segamine	Ettevedu	Laoturi põllule sõit	
1	937	111	500	2	1549
2	937	111	500	3	1551
3	937	111	500	5	1553
5	937	111	500	8	1556
7	937	111	525	12	1585
10	937	111	600	17	1665
15	937	111	725	25	1798
20	937	111	850	34	1931

Tabel 10. Vedelsõnnik veetakse põllule teenusena paakhaagisega ja laotatakse oma löikeketaslaoturiga. Laotusnorm on 21 m³/ha

Põllu kaugus, km	Kululiik, kr/ha				Kokku
	Laotamine	Segamine	Ettevedu	Laoturi põllule sõit	
1	1172	133	420	2	1727
2	1172	133	420	5	1730
3	1172	133	420	7	1732
5	1172	133	420	11	1736
7	1172	133	441	16	1762
10	1172	133	504	23	1832
15	1172	133	609	34	1948
20	1172	133	714	45	2064

Väetise elemendi hind „mullas“

Vedelsõnniku toiteelementide sisalduseks võeti arvutustel N=2,5, P=0,62 ja K=2,2 kg/t. Sellele lähima elementide suhtega müügil olev mineraalväetis on „Rossosh NPK 16-16-16/prill“, mille elementide sisaldus on: N=16%, P=7% ja K=13,3%

Eespool saadi lihtväetiste hindade alusel N hinnaks 17,8 kr/kg ja K hinnaks 13,7 kr/kg. Arvestades ülejäänud osa fosforile, saame P hinnaks 38 kr/kg.

Arvestades lisaks käitlemise kulusid on elementide hinnad „mullas“ vastavalt tehnoloogiale esitatud tabelis 11.

Vedelsõnniku puhul arvestati ainult oma masinatega ja ilma etteveota tehnoloogiad. Kuna antud juhul kasutatakse kompleksväetist, siis eeldame, et seda laotatakse külvielselt. Vedelsõnniku külvielsel laotamisel lohisvooliklaoturiga tuleb teha täiendav mullaharimistö, mille kulud võeti samuti arvesse.

Kuna sõnniku P sisaldus on suhteliselt madal, siis selle elemendi mulda viimise kulud on kõrgemad võrreldes lämmastiku ja kaaliumiga. Mineraalväetisel on väetise elemendi hind kõrge ja muldaviimise hind elemendi kohta nii väike, et käitlemisega seotud kulud moodustavad väga väikese osa mulda viidud elemendi hinnast. Elementide hinna järgi on tasavägiselt odavam kasutada vedelsõnnikutehnoloogiad kuni 7 km kauguse põlluni.

Tabel 11. Toiteelementide kulud (kuni element on mullas), kr/kg

Põllu kaugus, km	Mineraalväetis			Vedelsõnnik lohisvooliklaoturiga			Vedelsõnnik löikeketaslaoturiga		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K
1	18	39	14	5	25	7	4	24	7
2	18	39	14	5	27	8	5	27	8
3	18	39	14	6	30	8	6	30	9
5	18	39	14	7	35	10	7	36	10
7	18	39	14	8	39	11	8	42	12
10	18	39	14	9	47	13	9	51	14
15	18	39	14	12	59	17	12	66	19
20	18	39	14	14	71	20	15	82	23

Järeldused ja soovitus

1. Ammooniumi põhjal tehtud arvutuste tulemused näitavad, et Eesti põllumajandustootmise keskmistes tingimustes (2008. aasta turuolukorras) on odavam oma lohisvooliklaoturitega orienteerivalt kuni 8,5 km kaugusel olevaid põlde kevadel pealtväetada vedelsõnnikuga, kaugemaid põlde tuleks väetada tööstusliku lämmastikväetisega.
2. Vedelsõnniku laotustehnoloogia valikul on oluline arvestada ka põllu kaugusega sõnniku ladustamise kohast. Mida suuremad on hektarile antavad sõnnikukogused seda suuremat mõju avaldab kuludele veokaugus. Vedelsõnniku laotustehnoloogiate omavahelises võrdluses on soodsam oma lohisvooliklaotur orienteerivalt kuni 10 km kauguseni. Sealt edasi on soodsam sama masinaga laotamine vedelsõnniku etteveoga.
3. Kui lohisvooliklaoturiga laotatakse külvielselt koos täiendava muldasegamisega, siis tuleb

hektarihinnaile lisada ca 300 kr, mis kokkuvõttes teeb lohisvooliklaotuse sama kalliks või isegi natuke kallimaks kui on löikeketaslaotus.

4. Mineraalväetiste hindade 2008. aasta septembri tasemel on vedelsõnniku hind toiteelementide sisalduse alusel 160–190 kr/t.
5. Põllumehel on võimalik vedelsõnniku käitlemiseks kasutada ka teenustöid.
6. Enne vedelsõnniku käitlusmasinate soetamist tasuks põllumehel kindlasti kalkuleerida, kas kasutada oma masinaid või tellida teenustöid.

VEDELSÕNNIKU KOGUSED JA PAIKNEMINE EESTIS

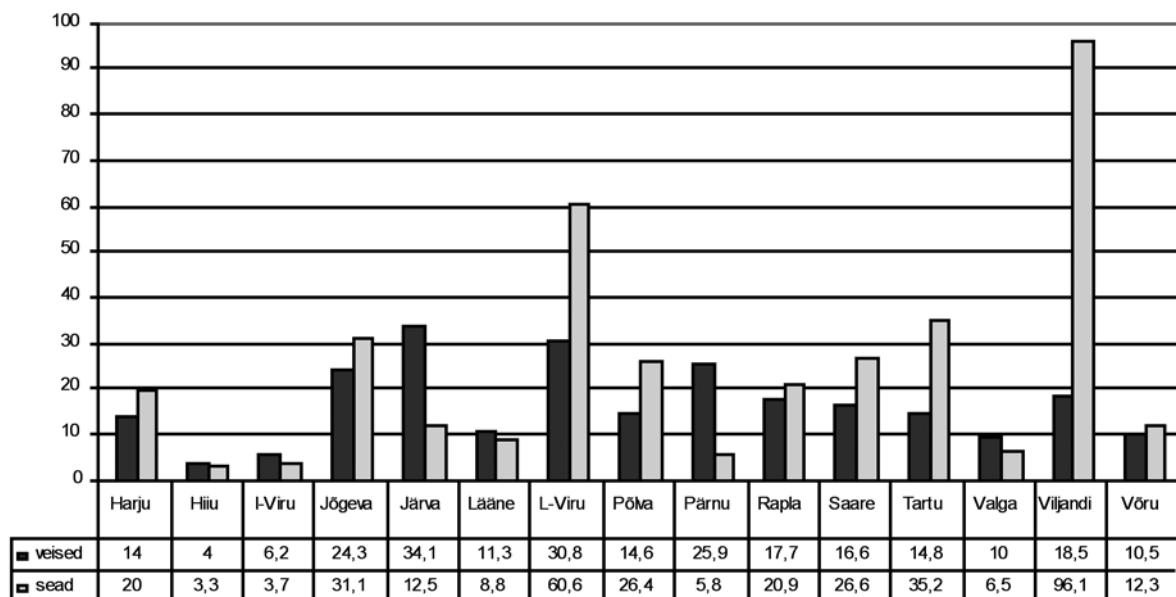
Raivo Vettik, Ph.D,

EMVI põllumajandustehnika ja -tehnoloogia osakonna vanemteadur

Kalvi Tamm, Msc,

EMVI põllumajandustehnika ja -tehnoloogia osakonna teadur

Eesti Statistikaameti andmeil oli 2007. aastal Eestis 253 230 veist (sh ka vasikad) ja 369 735 siga (sh ka pörsad). Loomade arv maakondades on esitatud joonisel 1. Kui arvestada keskmiseks ööpäevaseks väljaheite koguseks veisel 37,5 ja seal 5,35 kg (Kärblane, H. 1996. Taimede toitumise ja väetamise käsiraamat) siis on nende ligikaudne kogus aastas 4,2 miljonit tonni. Väljaheiteid käideldakse kas vedel- või tahesõnnikuna. Vedelsõnnikuna määratleme selle osa, mis on lägalaoturiga laotatav.



Joonis 1. Veiste ja sigade arv maakondades 2007. aastal.

Tegelikke andmeid, kui palju Eestis aastas vedelsõnnikutehnoloogiaga sea- ja veisekasvatustevõtetes vedelsõnnikut tekib, ei ole lihtne leida. Eesti Statistikaameti veebilehel on 2001. aasta põllumajandusloenduse andmed (uuendatud 21.02.2003), kust on võimalik leida vedelsõnniku- ja lägahoidlate mahud maakondades. Järelepärimisel selgus, et loenduses ei olnud järgalt paika pandud, et vedelsõnnikuhoidla on veisefarmidel ja lägahoidla on seafarmidel, seetõttu loomaliigiti sõnnikuhoidlate mahte määrata ei ole võimalik.

Eestis toodetava vedelsõnniku koguse teadasaamiseks korraldati küsitlus, mis hõlmas sea- ja veisekasvatusega tegelevaid neid ettevõtteid, kelle kontaktandmed olid kantud keskkonnamoju kompleksloa kohuslaste nimekirja.

Eesti Vabariigi Valitsuse määrusega „Keskkonnamoju kompleksloa nõudvate alltegevusvaldkondade ja künnisvõimsuste kehtestamine ning olemasolevate käitiste käitajate poolt kompleksloa taotluste esitamise tähtaegade kehtestamine“ (2002. – Riigi Teataja I osa [WWW] <https://www.riigiteataja.ee/ert/act.jsp?id=95269> (01.02.2007).) on määratud karja suurused, mispuhul peab taotlema kompleksloa, need on järgmised:

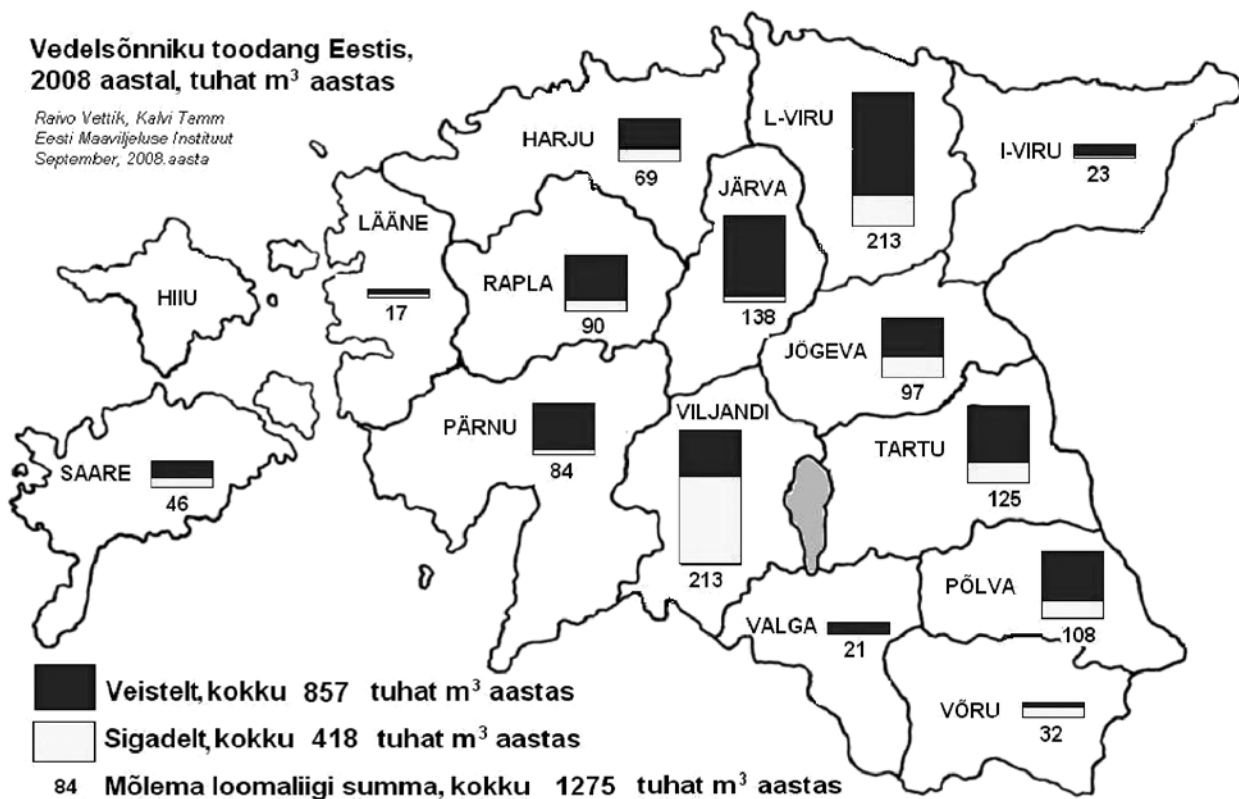
- seakasvatuskäitises kohtade arvuga rohkem kui 2000 seale (kehamassiga üle 30 kg) või 750 emisele;
- veisekasvatus käitises, kus peetakse üle 300 piimalehma või üle 400 ammalehma või üle 600 noorveise, kelleks loetakse üle 8 kuu vanuseid lehmullikaid kuni poegimiseni ja üle 8 kuu vanuseid pulle.

Küsitlus viidi läbi ajavahemikus august-september 2008. aastal. Mitmete küsitletud veisefarmide korral oli käsil üleminek tahesõnnikult vedelsõnnikule ja seetõttu ei osatud vedelsõnniku kogust prognoosida. Aastas tekkiva vedelsõnniku koguse määramine ei ole lihtne, sest enamasti sõltub see paljudest asjaoludest (nt. sademete hulgast, farmi loomakohtade arvu täituvusest, sõnniku hulka mineva pesuvee kogusest jne). Osa ettevõtteid oli küsitlemise ajaks loomapidamise lõpetanud.

Kontaktandmed olid meil 175 farmi kohta. Kontakti saime 163 farmiga, neist loomakasvatus oli selleks ajaks lõpetatud neljas. Küsitlustest selgus, et 53st seakasvatajast oli 9 ainult tahe- ja 44 täielikult või osaliselt vedelsõnniku süsteemiga ning 106st veisesõnnikutootjast oli 41 ainult tahe- ja 65 täielikult või osaliselt vedelsõnniku süsteemiga. Kokkuvõtted maakondade lõikes on esitatud tabelis 1 ja joonisel 2. Andmeid ei ole künnisvõimsusest väiksemate, so kompleksloa mittevajavate farmide kohta, mistõttu tegelik vedelsõnniku kogus on kindlasti suurem.

Tabel 1. Vedelsõnniku aastatoodang küsitletud ettevõtete summana, tuhat t/a

Maakond	Seasõnnik	Veisesõnnik	Kokku
Harju	25,1	43,6	68,7
Hiiu	0	0	0
I-Viru	2,5	20	22,5
Jõgeva	36,1	61,2	97,3
Järva	11,5	126	137,5
Lääne	9,3	7,8	17,1
L-Viru	52,3	161	213,3
Põlva	31,5	76	107,5
Pärnu	12,1	72	84,1
Rapla	20,8	69	89,8
Saare	20,8	25	45,8
Tartu	36,9	88,4	125,3
Valga	0	20,5	20,5
Viljandi	139	74	213
Võru	20	12	32
Kokku	418	857	1 275



Joonis 2. Vedelsõnniku aastatoodang küsitletud ettevõtete summana maakondade lõikes, tuhat t/a.

PÕLLUNDUSMASINATE JA –SEADMETE MAALETOOJAD NING VALMISTAJAD

(seisuga oktoober 2008)

Nimistu ei ole täielik

Jrk. nr.	Maaletooja	Address	Masinad, teenused	Kontaktisik	Telefon, faks, E-post
1.	Aare Tehnika, OÜ	Siiimusti, 48402, Jõgeva mk.	Farmtrac, Pronar ja MTZ traktorid, lisaseadmed neile; www.aaretehnika.ee		50 77 654; 52 23 961; faks: 77 63 300 aare.tehnika@mail.ee
2.	Agribalt AS Firma on Mecro AS tütarettevõtte ning müüb oma tooteid ja teenuseid Stokkeri kaubamärgi all.	Pärnuväija 2, 72720, Paide, Järva mk. Peterburi tee 44, 11415, Tallinn	STELA LAXHUBER KG teraviljakuivatid: www.stela.de SILOS CORDOBA teraviljapunkrid: www.siloscordoba.com CROCUS I/S teraviljatehnika: kopeleavaatorid, kett-, kraap- ja lintkonveierid: www.crocus.dk SÖBY teraviljatehnika: toru-künateod, kett-kraapkonveierid, ventileerimissüsteemid, ketteleavaatorid: www.soby-mas.dk DAMAS A/S teravilja elpuhastid-sorteerid: www.damas.com BUSCHHOFF GMBH teraviljakäitlus: veskid, söödasegistid, sööda automaatköögid: www.buschhoff.de vt. kodulehte www.stokker.com vt. ka karjandusmasinate osast.	Artur Gavronski Orvet Holst	Tel.: 6 201 111; 6 052 860; 50 29 123; faks: 6 201 112; artur.gavronski@mecro.ee tel.: 7 423 416; 50 17 380; faks: 7 423 414; orvet.holst@stokker.com
3.	AgriLand Märjamaa esindus (kauplus, töökoda, hooldus)	Tähe 106a, 51013, Tartu Orgita küla, Märjamaa vald (Tallinn-Pärnu ja Märjamaa-Rapla maantee ristmikul).	FENDT traktorid ja kombainid; PÖTTINGER rohusööda- ja mullaharimistehnika, külvikud; AG-BAG silo tuubimasinad (silotunnelid) TECNOMA taimekaitsepritsid; NEUERO ja PETKUS teraviljatehnika: teraviljahoidlad, kopp-, kett-, tigu-, pneumo- jt konveierid; BREDAL väetisekülvikud; FD PEDROTTI teravilja kiirkuivatid, sh mobiilsed; DAWEKE teravilja jahvatamise ja segamise	Juhataja Aren Pöder Indrek Lindsaar Jaanus Meier Märjamaal: Alo Vahtmäe Ivar Niinemäe	Tel.: 55 25 151; 7 371 422.; faks: 7 371 423 info@agriland.ee 55 25 151; 55 25 077; 48 68 306; 52 07 374; 55 48 574.

			<p>süsteemid; ANNABURGER viljaveokärud, vedel- ja tahke- sõnnikulaoturid; MACHIO hooldusniidukid; REEKIE vaoadrad, freesid ja kiviseparaatorid kartulikasvatuse šoti tehnoloogja viljelemiseks; WM 1- ja 2-realisel kartulikombainid; TRIOLIET söödajootur-segurid; FARESIN liikursöödajootur-segurid; DIECI teleskooplaadurid. Teenused: lägalootus, põldude lupjamine. vt. kodulehte www.agriland.ee</p>			
4.	AGROMA Trading OÜ	Järve 6, 68606, Tõrva, Valga mk.	<p>Põllumajandusmasinate müük ja vahendus Soomest, Leedust ja Venemaalt: TEMPO rootorniidukid, KUOSA nugaäkked, GVR kaarutid, MZHT lägatsisternveokid, tasandusniidukid, väetisekülvikud; www.agroma.ee</p>			<p>Tel.: 56 910 228; faks: 7 679 795; agroma@hotmail.ee agroma@agroma.ee</p>
5.	A.K.K., AS	Uus 9, 78301, Märjamaa, Rapla mk.	<p>MÜÜK: ratastraktorid: HTZ-25, XTZ-150K, K-700; roomiktraktorid: DT-75, T-130; laadurid: Ukraina, Valgevene, Venemaa tooted; kahveltõstuk: Valgevene ja Slovakkia toode; autotehnika: kallurid BELAZ; Ukraina, Valgevene, Venemaa toodetud autode ja traktorite varuosad; diiselmootorid: D- 243/245, JAMZ-236/238/240. REMONT: diiselmootorid: D 21, D-243, D-440, Altai, SMD, D-260, D-65, JAMZ-236/240; turbokompressorid: vene ja lääne tüüpi; ratas- ja roomiktraktorite T-16M, HTZ- 150K, T-170, DT-75, K-700 agregaadid ja küttesüsteemid; käigukastid: Clark, Caterpillar, Allisson, Kalmar ja ZF mudelid. www.akkee.ee</p>	Koit Kuus		<p>Tel.: 48 21 506; 56 653 956; faks: 48 21 030; koit@akk.ee ; info@akk.ee</p> <p>Kaupluslaod:</p> <p>Tallinnas: Salve 2D, Tel.: 6 770 294; 56 495 260;</p> <p>Märjamaal: Raua 4; Tel.: 48 21 271; 56 217 023</p>
6.	Ala Talutehnika OÜ	Ala k., Helme v., 68501, Valga mk.	<p>KIOTI traktorid; LAUMETRIS (Leedu) esindaja Eestis: adrad, rullid, ketas- ja hanijalgkoorelid, kultivaatorid, randaalid, otsekülvikud,</p>	A. Paju		<p>Tel.: 50 43 918; faks: 76 35 536; august.paju@mail.ee</p>

			<p>taimekaitsepreitsid, traktori poolhaagised, mineraalväetise laoturid, sõnnikulaoturid, lägatsisternid, frontaallaadurid, trummel-, ketas-, frontaal- ja jätmaaniidukid, vaalutid, rehjad, rullipressid, rullimähkurid, niidukiga kogurkärud; PÖTTINGERi heinakoristus- ja silomasinad; EXPOM mullaharimismasinad, vt kodulehte www.expom.eu ;</p> <p>METAL-Fach söödamikser-jagurid, rullipressid, rullimähkurid;</p> <p>BEMA tänava- ja lumekoristusmasinad; ESTRE toodang, vt allpool ESTRE AS. www.alatalutehnika.ee</p>	S. Joosep	76 35 617; 56 95 11 82; silverjoosep@hotmail.ee
7.	ALNIKO, OÜ	Juubelitammede 11, 75501, Saku, Harju mk.	<p>Lausharimiskultivaatorid, sügavkobestid, vahelhärimiskultivaatorid; liivapuisturid; VOGEL&NOOT adrad. www.alniko.ee</p>		Tel.: 56 560 886; faks: 6 041 886; info@alniko.ee
8.	Alvoro, OÜ	Pärnu mnt. 386, 11612, Tallinn Tallinna mnt 1a, Adavere, Jõgeva mk.	<p>LANDINI ja JINMA traktorid ning liseseadmed neile; SAMASZ niidukid; PRONAR kärud, laadurid ja lumesahad; CAFFINI taimekaitsepreitsid; FERRI multšerid ja nõlvaniidukid; AKPIL randaalid, kartulipanurid, -muldurid ja -võtturid; CYNKOMET haagised, sõnnikulaoturid; SEP motoplokid; LANDINI ja FARESINI teleskooplaadurid; SELVATICI postiaugupuurid ja kännupuurustid; MURATORI freesid ja niidukid; HERKULES sõnnikulaoturid; FARESIN teleskooplaadurid, söödajagurid ja rullipuurustid; www.traktor.ee</p>	Mati Põldroos	Tel.: 50 46 286; 55 60 30 66; hooldus: 55 52 48 85; 55 35 005; faks: 6 701 627; info@traktor.ee 77 69 122; 55 52 40 66; toomas@alvoro.ee
9.	Antti Baltic OÜ	Tammsaare tee 73-4, 13415, Tallinn	Kuivatid, punkrid, mahutid, sorteerid, triöörid, aspiratsioonisüsteemid; www.antti-teollisuus.fi	Jaak Triisa	Tel.: 6 009 354; 51 56 528; jaak.triisa@agrosec.com

10.	A. Tammel AS Vt. ka Leho Kaubandus OÜ	Turu 7, 48303, Jõgeva	McCORMICK traktorid; MERLO teleskooplaadurid; Firmad KVERNELAND, ACCORD, VICON, TAARUP, UNDERHAUG, RAU, FLIEGL, ORKEL, TORNUM, ASA- LIFT, EINBÖCK, DGI, QUICKE, ZUIDBERG, MURSKA, LAGARDE, AGADOS; JUNKKARI, SILOKING-TAARUP mullaharimis-, külvi-, väetamis- ja koristusmasinad, taimekaitsepretsid, hooldusniidukid, laadurid, teraviljakuivatid, -muljurid ja -veskid, läga- ja vihmutusseadmed, söödajagurid, traktorite esirippüsteemid, kerghaagised, kartulimasinad, sõnnikulaoturid, kärud; www.atammel.ee	Indrek Tammel	Tel.: 77 68 030; 50 47 539; faks: 77 68 044; info@atammel.ee
11.	Clickset OÜ	Piibe mnt 12, 73501, Aravete, Järva mk.	VREDO rohumaa otselukivikud ja väetusseadmed (läga ketaslaoturid), läga löikefiltrid, polüfunktsionaalsed liikurjõumoodulid TRAC(275hj- 390hj), läga liikurlaoturid TRAC(10 000l-25 000l); www.vredo.nl BÖRGER pöördkolbpumbad ja lägasüsteemid: www.boerger-pumps.com ALIECO söödamikserid-horisontaal,vertikaal ja sööda liikurmikserid: www.aliecomix.com MARMIX söödamikserid-horisontaal, vertikaal ja sööda liikurmikserid; ALBERS ALLIGATOR lägahoidlad ja vedelike plastikmahutid: www.albersalligator.com/index.php BRANDT GÜLLETECHNIK läga segamis- ja pumpamistehnika: www.brand-gt.de SCHARMÜLLER haakeseadmete(konksude) kõik lahendused,vastavalt traktori margile: www.scharmueler.at KOTTE LANDTECHNIK läga tehnika, lisavarustus (laadimistehnika, vaakumtehnik), liseseadmed (lohisvoolikud, ketasseadmed, piiseadmed jne.) lägapüttidele, Vogelsang pumpade-seadmete tagavaraosad: www.kotte-landtechnik.de	Reimo Kaasiku	Tel.: 50 40 455; faks: 38 32 127; reimo.kaasiku@mail.ee

			GARANT KOTTE lägapütid (7m ³ kuni 25 000m ³), alumiinium või teras lägapütid, lägapüttide liseseadmed ja transpordipütid veoautodele ning traktoritele. Vt kodulehte www.clickset.eu			
12.	Eha Rauatööd, OÜ	Väike-Laatsi 2, 68205, Valga	Põllumajanduslike järeelhaagiste, multilift kastide ja veoautokastide valmistamine; www.ert.ee			Tel.: 76 63 637; 50 55 563; faks: 76 63 442; kaupo.roop@mail.ee
13.	ESTRE, AS Edasimüüja: vt Ala talutehnika	Sepa 15C, 50113, Tartu	Roor- ja kettniidukid, kõrremuljurid, söödarullitõstukid ja -löikurid, viljamuljurid; kalkkonveierid; palgivintsid ja -haaratsid, halumasinad; küttepuude saag-, giljotiin- ja kiillõhkurid; lumekoristusvahendid, tagakopad, elektrilised hüdroajamid; Weasler Engineering BV kardaanid; www.estre.ee	Ain Lepland		Tel.: 7 307 778; faks: 7 307 701; info@estre.ee
14.	ET Mõisaküla, AS	Kiikre 1, 69302 Mõisaküla Esindus: Pirmi 5, 10617, Tallinn	PRONAR-MTZ ja Zubron traktorid; KRABI frontaalaadurid ja ühekopalsed rippekskavaatorid MTZ-traktoritele; buldooserseadmed MTZ, VTZ ja John Deere traktoritele; kallurhaagised; kopad, hargid ja haaratsid tõstukitele; teedeehitusmasinad, turbapressid, greiderid; www.etm.ee	Mairold Kõnvel Gennadi Kolesnikov		Tel.: 43 64 158; 43 64 160; jaan.juhaaar@mail.ee 6 566 650; etm@ltnet.ee
15.	Ferrel AS	Põllu 3A, 44201, Sõmeru, Lääne-Viru mk.	Eelkobestid, teravilja- ja metsaveohaagised; www.ferrel.ee	Aivo Anton		Tel./faks: 32 23 421; as.ferrel@neti.ee aivo@ferrel.ee
16.	Flint Kaubandus OÜ	Köö v., Köö k., 70510, Viljandi mk.;	KIROVETS traktorid. Põllumajandusmasinad, nende tarvikud ja varuosad atradele, kultivaatoritele ja külvikutele; SARMAT ja LMR järeelhaagised; UDOR taimekaitsepritsid; MÖRTL niidukid, kaarutid ja rapsivikadid; FORIGO ja GEO hooldusniidukid; VEKTOR ja ACROS teraviljakombainid; HIMEL teravilja transpordi- ja hoiustamismasinad, veskid,	Jaan Sihv		Tel.: 43 55 111; 50 43 052; 52 43 052; faks: 43 55 110; jaan@flintkaubandus.ee

			teraviljamuljurid, täisautomaatsed söodatootmise kompleksid, söödamikserid, -segurid ja -jagurid; sõnnikukraabid; PTU ja PTN sõnnikulaoturid; Lägatankhaagised, laudatarvikud. ATV-d, nende niidukid ja muud tarvikud. Vene ja Lääne masinate varuosad. www.flintkaubandus.ee			Tel.: 6 790 000; 50 41 986; faks: 6 790 001; info@forsmw.ee
17.	Fors MW AS Vt. ka "Peetri talutehnika"	Tule 30, 76505 Saue, Harju mk.	Põllutöömasinad, metsaveotereilerid, haagisteisaldid, traktoriprotsessorid; hooldusniidukid, teravilja ja sööda käitlemise seadmed, hoidlad, adrad, pritsid, söödamikserid. Firmad FARMA, BIGAB, NIAB; www.forsmw.com; www.talutehnika.ee	Indrek Pungar		
18.	Futuren OÜ	Tartu Teaduspark, Riia 181A, 51014, Tartu	Päikese- ja tuuleenergiaseadmed; NAPS päikesepaneelid ja terviklahendused; FORTIS ja RUTLAND tuulegeneraatorid; www.futuren.ee	Urmo Lehtveer		Tel.: 55 57 77 90; Faks: 7 460 519; info@futuren.ee
19.	Great Plains Baltic OÜ	Kalevi 18a-5, 51010, Tartu	USA kontserni Great Plains: mullaharimisriistad (kultivaatorid, ketaskultivaatorid, kobestid, kõrrekoored, põllurullid, äkked); pneumo- ja mehaanilised külvikud töölaieuga 1,5-12 meetrit (otsekülvikud, minimeeritud harimise külvikud, künnipõhise harimise külvikud, kombikülvikud); taimekaitsepritsid. USA kontserni Great Plains tütarettevõtte Land Pride hooldusniidukid ja lattniidukid; väiketraкторitele: raiderniidukid, mullafreesid, postiaugupuurid, väetisekülvikud, murukülvikud, tasandussahad, rehad, kultivaatorid, randaalid. Põllumajanduslikud ATV-d (3 erineva suurusega mudelit).	Tõnis Sareal		Tel.: 5040615 greatplains@hotmail.ee

20.	Greenmaster OÜ	Pilve 16, Märja, Tähtvere v., 61406 Tartumaa	SKIOLD jõusööda tootmise valmislahendused, veskid, segistid, konveierid jne. müük, paigaldus ning hooldus; LAW-DENIS teraviljakuivatid, puhasti-sorteerid, konveierid jne müük, paigaldus ja hooldus; SYMAGA ja BENTALL ROWLANDS teraviljapunkrite müük ning paigaldus; Teraviljapunkrite arvutijuhitav temperatuurijälgimise süsteem.	Ivo Sinivee Endel Sova	Tel.: 52 57 009; ivo@greenmaster.ee 51 89 702; endel@greenmaster.ee
21.	HANSA-FLEX Hüdraulika OÜ	Kokasauna tee 3, Tännassilma k., Saku v., Harjumaa, 76401	Hüdraulikatooted: silindrid, mootorid, pumbad, jagurid jne; hüdrovoolikutega valmistamine (ka vene tehnikale); www.hansa-flex.ee	Tõnis Rabi	Tel.: 6 560 957; Fax: 6 560 958; 24h teenus: 55 51 09 33; eta@hansa-flex.com info@hansa-flex.ee
22.	Hansamer OÜ	Koidu 71-3, 10139, Tallinn	Põllumajandusventilatsioon: laudad, sigalad, sigalate vedelsöödaseadmed, juur- ja puuviljahoidlad, niisutusseadmed; www.hansamer.ee; www.fancom.com	Ergo Pohlak	Tel.: 56 46 95 68; faks: 6 481 397; ergo@hansamer.ee
23.	Hobifarmer, OÜ	Kruusimäe talu, Altküla, 41713, Toila v., Ida-Virumaa	Kaarutid, vaalutid, ruloonipressid, kiletid, esi- ja tagalaadurid, transpordikastid, söödamikserid, hooldus- ja tasandusniidukid, lumesahad. Teenustööd – heinategu. www.hobifarmer.ee; www.pomarol.com.pl; www.metalfach.com.pl	Raul Otto, juhataja Einar Otto, konsultant	Tel.: 53 32 36 00; raul@hobifarmer.ee 56 15 10 13 einar@hobifarmer.ee faks: 6 724 336 info@hobifarmer.ee
24.	INTRAC Eesti AS	Tartu mnt 167, 75301, Harju mk.	MANITOU teleskooplaadurid ja kahveltõstukid; CASE frontaallaadurid, laadurekskavaatorid, minilaadurid; www.intrac.ee	Jaanus Vitsur Teet Suursild (Pärnu) Mati Kivi-meister (Tartu ja Lõuna-Eesti) Enn Lasberg (Virumaa)	Tel.: 6 035 704; 53 41 31 21 Jaanus.Vitsur@intrac.ee 44 57 345; 50 36 723 Teet.Suursild@intrac.ee 7 301 851; 50 46 985 Mati.Kivimeister@intrac.ee 33 71 350; 52 07 244 Enn.Lasberg@intrac.ee
25.	Jatiina OÜ	Põhara k., 88318, Audru v., Pärnu mk.	AMAZONE mullaharimise kombinasinad; freesid, ketaskoorelid, sügavkobeid, kõrrekoorelid; taimekaitsepretsid, väetisekülvikud,	Jaanus Põldmaa	Tel.: 50 62 246; Faks: 44 74 522;

	<p>Tartus: Räni k., Ülenurme v.;</p> <p>Viljandis: Karula teerist, Saarepeedi v., 71024;</p> <p>Võrus: Pikk 23, 65604;</p> <p>Rakveres: Ringtee 4, 44305.</p>	<p>He-Va ja LEMKEN mullaharimismasinad ja külvikud; TUME külvikud; BOGBALLE väetiselaoturid; POTILA kultivaatorid; MULTIVA haagised; HARDI taimekaitsepreitsid; LMR haagised ja sõnnikulaoturid; GRIMME kartulimasinad; NOKKA metsatehnika; NEW-HOLLAND-KOBELCO laadur-ekskavaatorid; STOLL frontaallaadurid; SCHÄFFER kompaktlaadurid; MÜTHING ja SCHULTE karjamaa- ja tasandusniidukid; HAKKI-PILKE halumasinad, TS puiduhakkurid; WESTFALIA farmiseadmed; POMO-LIVAKKA lägalaoturid; VARMOLIFT söödajaoturid; JF-STOLL söödamikserid; JALMARSON-THIAS plast-, malm- ja termojooturid; ALBERT KERBL GmbH ja KOHSEL elektrikarjused; ALBERT KERBL GmbH lambakasvatusseadmed; WALDHAUSEN GmbH ja ALBERT KERBL GmbH hobu- ja ratsavarustus; vt. kodulehte www.keskoagro.ee</p>	<p>Tel.: 7 447 630; 51 17 057;</p> <p>Jüris: 6 059 100;</p> <p>Mäekülas: 38 49 500;</p> <p>Tartus: 7 447 600;</p> <p>Viljandis: 43 59 790;</p> <p>Võrus: 78 21 668;</p> <p>Rakveres: 32 70 800.</p>
31.	<p>Kiretec OÜ; vt ka Ferrel AS; Koostöö: AS VOKA MASIN</p>	<p>Adavere, Põltsamaa v., 48001, Jõgeva mk.</p>	<p>Tel.: 77 69 109; 51 01 357, faks: 77 69 109. kiretec@kiretec.ee</p>
32.	<p>KRK Mõigu</p>	<p>Tartu mnt. 133, 10112, Tallinn;</p>	<p>Tel: 601 50 03; 50 78 539; faksid: 601 59 55; 603 21 20; Tel./faks: 603 21 21; krkmoigu@neti.ee info@krkmoigu.ee peeter.tutti@krk@moigu</p>

33.	Leho Kaubandus OÜ A. Tammel AS-i tütarfirma	Pärnu mnt. 24B, 71020, Viljandi	JUNKKARI teraviljakülvikud, taimekaitsepretsid, traktorihaagised, silopeenestid, happepumbad ja söödamikserid; KVERNELAND adrad; VICON rullipressid, niidukid, kaarutid, vaalutid, kogurkärud, väetisekülvikud. SILOKING-TAARUP söödamikserid; AGADOS platvorm- ja kallurhaagised; Taimekaitsepretside varuosad firmadelt LECHLER, ARAG, GEOLINE ja IMOVILLI POMPE. Terade ja viljapeade elevaatorid, kallaku ketid ja vikati- ning põhupurustite terad paljudele kombainitüüpidele. Rootorniidukite terad paljudele niidukitüüpidele. Terad ja ketid ruloonpressidele ning kogurkärudele. Kultivaatori piid paljudele kultivaatoritüüpidele. Tööseadised kombikülvikutele. Rullpuuksketid ja kinnitusdetailid; McCORMICK ja BELARUS traktorite hooldus ning varuosad; vt. kodulehte www.leho.ee	Harry Tikut	Tel.: 43 49 553; 43 49 555 (kpl); teenindus: 50 56 081; tel./faks 43 49 554; leho@leho.ee
34.	Lekatek, OÜ	P.O.Box 2466, 13602, Tallinn	OZTP-SARMAT-poolhaagised ja haagised; niidukid; väetise ja lubjakülvikud; tsisternpoolhaagised; metsaveokärud; vt.kodulehte www.lekatek.ee	Jelena Gromova	Tel.: 56 478 453; 56 42 745; tel./faks: 6 327 431; info@lekatek.ee
35.	Lemar-Auto OÜ Tatoli AS edasimüüja	Kalvi tee 9, Viru- Nigula, 44001, Lääne-Viru mk.	NEW HOLLAND traktorid, koristusmasinad, teleskooplaadurid, TRIMA laadurid; müük, hooldus, remont, väljaõpe; Toyota töstukite hooldus ja remont; Perkins mootoriosad ja remont; vt. kodulehte www.lemar.ee	Lembit Metsis	Tel.: 32 21 343; 51 02 980; lemar@estpak.ee
36.	Märja Kaubandus OÜ	Märja, Pilve 16, Tähtvere v., 61411 Tartu mk.	Teravilja tuulik-sorteerid ja tigukonveierid (Leedu); söelaplekk (Ukraina).	Jüri Kruus	Tel.: 7 49 35 33; 51 43 180; faks: 7 49 34 97

37.	Palms Metal, OÜ	Võsupere k., 45202, Vihula v., Lääne-Viru mk.	Tootmine: PALMS viljaveohaagised; kallurhaagised; metsaveohaagised, metsatõstukid, haaratsid; vt. koduleht www.palms.ee	Bert Siid	Tel.: 32 60 295; 56 606 800; bert@palms.ee
38.	Paunvere PT, OÜ	Uus 3-1, 49226, Palamuse, Jõgeva mk.	KÖCKERLING ja KLEINE mullaharimisriistad: randaalid, kobestid, rullid; külvikud; GÜTTLER rullid ja rohumaade uuendamise masinad; MENGELE silokärud ja haagispuurustid; MENGELE ja LMR-PAUNVERE haagised. Biogaasi tehnika; vt. kodulehte www.paunvere.ee ; vt. ka karjandusmasinate osast.	Christoph Hamkens Andrei Vandler Vootele Oja	Tel.: 77 60 533; 50 38 833; 53 40 51 29; 56 20 22 10; 56 20 22 11; faks: 77 60 533; paunvere.pt@mail.ee
39.	Peetri Talutehnika; MASKIN GRUPP OÜ	Maaritsa, 63417, Põlva mk.; Riia 109, Tartu	ZETOR traktorid; DONG FENG väiketraktorid; YANMAR, KUBOTA ja ISEKI kasutatud minitraktorid; AKPIL liseseadmed väiketraktoritele; ÖVERUM adrad; DAL-BO mullaharimisriistad; BURY taimekaitsepretsid; ABBRIATA MARIO niidukid; PERUGINI hooldusniidukid; BIGAB haagised; SULKY väetisekülvikud; FERABOLI kaarutid, vaalutid, ruloonipressid; FELLA heinatehnika; LAVERDA teraviljakombainid; MAFA teravilja käitlemise seadmed, veskid, södahoidlad; SILESFOR viljahoidlad; STORTI södamikserid; SUPERTINO söödajagurid, mikserkärud, pallipuurustid. Põllutöömasinate laenutus; masinaveoteenus. Vt. kodulehti www.talutehnika.ee ; www.overums-bruk.se ; www.dal-bo.com ; www.feraboli.com ; www.laverdaworld.com ; www.conceptagri.com ;	Indrek Pungar Urmas Pungar	Tel.: 50 41 986; 52 66 103; Tel/fax: 79 70 699; info@talutehnika.ee

			www.forsmw.com; www.abbratamario.it; www.mafa.se; www.faresinhaulotte.net ; www.sulky-burel.com; www.supertino.it ; http://www.venturamaq.com			
40.	POLAGRO OÜ	Laukna, 78101, Märjamaa v., Rapla mk. Pärnu mnt 5-1, Viljandi	Poola firmade kaarutid, kartulipanurid, kartulivõtturid, kartulikomplainid, kartulisorteerid, kultivaatorid, mullafreesid, niidukid, pöördadrad, randaalid, rullipressid, rullimähkurid, rullikärud, rullipurustid, taimekaitsepritsid, hooldusniidukid, väetiseküvikud, teravilja valtsveskid, teravilja tigu- ja pneuumokonveierid, virtsapütid, sõnnikulaoturid; teraviljaküvikud; Kanada rullikärud ja kivikoristid; vt. kodulehte www.polagro.ee	Ilo Toomson	Tel.: 56 678 063; 56 911 797; polagro@polagro.ee 56 46 31 71	
41.	Rodnas OÜ Tatoli AS edasimüüja	Staadioni 17-9, 79001, Kehtna, Rapla mk.	NEW HOLLAND traktorid, kombainid, teleskooplaadurid, pressid; müük, hooldus, remont, väljaõpe. MECMAR haagis(ränd)kuivatid: müük, hooldus, remont, väljaõpe; AGRISEM randaalid, küvikud, sügavkobestid, mullafreesid: www.agrisem.com; MACDON-i niidukid: www.macdon.com ; SHELBOURNE kogurheedrid; STEWART haagised ja treilerid: www.stewart- trailers.co.uk ; KVERNELAND atrade varuosad; traktorite rehvid; vt. kodulehte www.rodnas.ee	Sandor Järvala Kaspar Järvala	Tel.: 51 32 417; 50 84 867; faks: 48 75 684; sandor@rodnas.ee info@rodnas.ee	
42.	Runso, OÜ	Ringtee 60, Tartu; Kentmanni 15, 10116, Tallinn	Foton traktorid; Adrad, freesid, randaalid, rullid, heinatehnika, frontaallaadurid, postiaugupuurid, kallurhaagised, puiduhakkurid, hooldusniidukid, võsapurustid; Vt. kodulehte www.runso.ee	Enn Altin	56 46 05 33; faks: 7 455 456; 6 485 836; faks: 6 485 835; runso@runso.ee	
43.	Saare Talutehnika OÜ	Laukna k., 78101, Märjamaa, Rapla mk.;	Press-kilemähkurid, kilemähkurid, ruloonpressid, otseküvikud, adrad, kombainid, silomasinad, niidukid, kaarutid-vaalutid, EUROIDISC rullrandaalid,	Udo Kremm	Tel.: 50 57 936; faks: 45 33 827; info@stt.ee	

			<p>hooldusniidukid, kuivatid, pöördadrad ja hanejalg tööseadistega kultivaatorid; sõnnikulaoturid, ruloonipurustid, lägatsisternid ja -laoturid; firmad: TANCO: www.tanco.ie; GALLIGNANI: www.gallignani.it; SIP: www.sip.si; OVLAC: www.ovlac.com; TEAGLE: www.teagle.co.uk; PICHON: www.pichonindustries.com; AGRIMEC: www.agrimec.net; vt. kodulehte www.stt.ee</p>		
44.	SAME OÜ	Kungla 25, 93816, Kuressaare (kontor)	<p>hooldusniidukid, kuivatid, pöördadrad ja hanejalg tööseadistega kultivaatorid; sõnnikulaoturid, ruloonipurustid, lägatsisternid ja -laoturid; firmad: TANCO: www.tanco.ie; GALLIGNANI: www.gallignani.it; SIP: www.sip.si; OVLAC: www.ovlac.com; TEAGLE: www.teagle.co.uk; PICHON: www.pichonindustries.com; AGRIMEC: www.agrimec.net; vt. kodulehte www.stt.ee</p> <p>Kultivaatorid, kaarutid, superrehad, rullipressid, minirullipressid, rullihaaratsid, rullipurustid, rullimähkurid, tasandusniidukid, heinaniidukid, võsaniidukid; lumepuhurid, lumesahad, liivapuisturid, söödajagurid, läga tsisternhaagised-laoturid; kopad rataslaaduritele; vt. kodulehti www.same.ee</p> <p>Trejon AB: www.trejon.se Berti M.A. Srl. niidukid vt. www.bertima.it Mascar S.p.A.: www.mascar.it SaMASZ: www.samasz.pl Agronic OY: www.agronic.fi</p>	Tarmo Tein	<p>Tel.: 77 66 950; 77 66 952; 50 17 232; faks: 77 66 951; info@same.ee</p>
45.	SAMI AS	Tule 20, 76501, Saue, Harju mk.	<p>AVANT väikelaadurite ja teleskooplaadurite müük ja hooldus.</p> <p>Valmistatakse lumesahku, rootorniidukeid, heeditreilereid, rullihaaratseid ja -lõikureid, puulõhkumismasinaid, tänavapühkimisharju, liivapuistureid, palgiveohaaratseid, SAMI ehituse liiftõstukeid.</p> <p>vt. kodulehte www.sami.ee</p>	Gert Jugala	<p>Tel.: 6 709 040; 6 709 621; 53 087 205; faks: 6 709 039 sami@sami.ee</p>
46.	Sampo Grupp, OÜ	Tehnika 9, 72213 Türi Fr. R. Kreutzwaldi 56, 51014,	<p>SAMPO ROSENLEW teraviljakombainid: www.sampo-rosenlew.fi; DEUTZ-FAHR traktorid, heina- ja silotehnika ning teraviljakombainid: www.deutz-fahr.de/deutsch; KONGSKILDE (JUKO) mullaharimistehnika,</p>	Kert Veiper Türi: Tarvo Rahnik	<p>Tel.: 51 00 407; 6 541 780; kert.veiper@sampogrupp.ee tel.: 38 47 428; 51 08 266; faks: 38 47 037;</p>

		Tartu Ehitajate tee 110A 12618, Tallinn	<p>kivikoristid, külvikud, kartulimasinad ja viljakäitlussüsteemid: www.kongskilde.com; ÖVERUM adrad: www.overums-bruk.se; HATZENBICHLER mullaharimismasinad: www.hatzenbichler.com; WALTERSCHEID kardaanid; MEPU viljakäitlussüsteemid: http://www.mepu.fi MYLLYNKONEPAJA PEHRSSON teravilja transportimise seadmed, kaalud, vasarveskid; GASPARDO külvikud; MASCHIO mullaharimismasinad ja tasandusniidukid: www.maschionet.com; KASI ja CAFFINI taimekaitsepretsid: www.kasi.fi; www.caffini.com; PALAZZANI liikurilaadurid: www.palazzani.it; WECKMAN haagised: www.weckmansteel.fi; STROM multserid: www.stromexport.com; Leedu poolhaagised teravilja, rohumassi, ruloonide, kaubaaluste, masinate jne veoks, sõnniku- ja lägalaoturid; vt. kodulehte www.sampogrupp.ee Vt. Karjandusmasinate osast</p>	Tartus: Volli Geherman Tallinnas: Andrus Aruaas	tarvo.rahnik@sampogrupp.ee sampo.grupp@neti.ee tel.: 7 313 636; 53 36 45 73; faks 7 422 860; volli.geherman@sampogrupp.ee tel.: 6 54 17 82; 50 40 787; faks: 6 54 17 87; 6 541 782; andrus.aruaas@sampogrupp.ee
47.	Sarmandia OÜ		Vt. kodulehte www.sampogrupp.ee Vt. Karjandusmasinate osast		Tel.: 56 56 93 90
48.	SCHETELIG EVAS	Ehitajate tee 148A, 13517, Tallinn	EMVE ja OLDENHUIS&PRINSEN masinad kartuli töötlemiseks: mullaeraldid, sorteerid ja sorteerimiskomplektid, punkrid, konveierid, voolusummutid, konteineritaiturid ja -kaadurid, noppelauad, kaalumis-pakkimisseadmed, pesurid, pesur-kivieraldid, kuivatid, haripuhastid, proovivõtturid ja -sorteerid; köögivilja kasvatusmasinad ja -seadmed; TOLSMA kliimaseadmed kartulihoidlatele; vt. kodulehte www.schetelig.com .	Priit Rästas	Tel.: 6 512 953; priit@schetelig.ee

49.	Sevier, OÜ	Linnamäe 91, 13911, Tallinn	2-rattalised aiatraktorid ning haakeseadmed neile: aiakultivaatorid, freesid, muldamissahad, kärud, rootorniidukid, rootorharjad, lumepuhurid, lumesahad, puiduhövel-saag jne; vt. kodulehte www.miniagrotehnika.ee	Valeri Kutukov	Tel.: 55 680 278; 55 912 165; miniagrotehnika@hotmail.ee
50.	SINE-1, OÜ	Kukulinna küla, 60502, Tartu v., Tartu mk.	Vedrupiididega oraseäkked (ökoäkked) SINE, (ka koos külvikuga), muruäkked. Vaalukogurite ja kaarutite piid, vedrud. APV Technique Produkte Ges.m.b.H elektrilised pneumaatilised ja paiskülvikud heina, söödavilja, rapsi, muruseemne, väetise, soola jne. külviks. Paigaldatakse äkkele, kultivaatorile, traktorile, murutraktorile, ATV-le autohaakesse jne. Vt. kodulehte www.sine.ee	Arvo Viit	Tel.: 50 41 483; 50 59 755; sine.tm@hotmail.ee
51.	Soasepa Seemnekaubanduse OÜ	Masina 22, 10144, Tallinn	KONGSKILDE laadurid, kuivatid, soojapuhurid; CIMBRIA kuivatid, sorteerid, konveierid, elevaatorid, torud, puhistid; punkrid; WESTRUP sorteerid; BIN punkrid; SUPERTECH AGROLINE niiskusemööturid; LOMA puhistid; FIONA peenseemnekülvikud; vt. kodulehte www.soasepa.ee	Koit Soasepp	Tel.: 6 541 950; 504 4493; faks: 6 541 954; soasepa@soasepa.ee koit@soasepa.ee
52.	Starter Biosilo OÜ; Starter Tehnika	Lao 5, 63308, Põlva; Jalaka 48, 50109, Tartu	Silokindlustuslisandite doseerimisseadmed, vt. ka Karjandusmasinate osast vt kodulehte www.startergrupp.ee	Üllas Jaaska Sigmar Sepmann	Tel.: 52 04 312; 79 91 685; starter@neti.ee 55 651 215; sigmar@startergrupp.ee
53.	Starfeld OÜ	Aretuse 7, Mäerja, Tähtvere v., Tartu mk; Põhja-Eestis: Kiili v., Nabala k., Harju mk.	VM tõelised otsekülvikud; PASI kergadrad; JAGUAR põhu/silo-purustid; BERGMANNI sõnnikulaoturid, silokorjekärud, viljakärud ja vedelväetise tsisternid; UNIA väetisekülvikud + tõstuk, ARES lühirandaalid; ARAJ kuivatid; LAME teravilja tigukonveierid ja lägatsisternid;	Argo Kuikk Aivar Somarokov	Tel.: 73 46 855; 52 24 178; faks: 73 46 855; argo@starfeld.ee Põhja-Eestis: Tel.: 53 93 77 18; sepatehnika@hotmail.ee

54.	STOKKER	Peterburi tee 44, 11415, Tallinn	<p>DANFOILL taimekaitsepretsid; SEKO söödamikserid; PASI kergadrad; Mäki-Reini OY uputatavad hüdropumbad ja puhtimisseadmed; GEHL jõusöödatehased; CABE võsa universaaliniduk /purustid; JYRY põllukuivendustoru paigaldid; FARESIN teleskooplaadurid; FAE freesid/kännupurustid; BUGNOT kivipurustid; BIOMASSER briketipressid; ALA-TALKKARI briketipõletid; vt. kodulehte www.starfeld.ee</p> <p>JOHN DEERE traktorid, kombainid, laadurid, hekseldid, taimekaitsepretsid, niidukid, pressid, külvikud: www.deere.com KUHN adrad, freesid, niidukid, kaarutid, vaalutid, taimekaitsepretsid, külvikud, väetiselaoturid, söödamikserid, maastikuhooldusmasinad: http://www.kuhnsa.com/ SCHUTEMAKER kogurkärud, sõnnikulaoturid, lägalaotusmasinad: www.schuitemaker-machines.nl JOSKIN lägalaoturid, haagised: www.joskin.com McHALE silorullipressid, -mähkurid, -haaratsid ja -lõikurid: www.mchale.net GRIMME kartulitehnika: www.grimme-online.com SIMBA mullaharimistehnika: www.simba.co.uk SPEARHEAD hooldusniidukid: www.spearhead.dk; KRAMPE haagised: www.krampe.de; seadmed täppisviljeluseks; vt. kodulehti www.stokker.com; www.johndeere.ee</p>	Artur Gavronski	Tel.: 6 201 111; 50 29 123; faks: 6 201 112; mecro@mecro.ee
-----	---------	-------------------------------------	---	-----------------	---

55.	Strangko Grupp AS	Vt. karjandus- masinate osast	SAMSON sõnnikulaoturid, lägatankid, statsionaarsed lägapumbad jne: www.samson-agro.com MULTIONE töstuk-laadurid: www.multione-csf.com vt. kodulehte www.strangko.ee vt. ka karjandusmasinate osast.	Riho Kivila Ülo Mäetamm	Tel.: 32 95 620; 50 47 478; faks: 32 30 293; strangko@strangko.ee riho@strangko.ee ulo@strangko.ee
56.	Svestra Center, AS	Veelikse k., Abja v., Viljandi mk.	BLAXTA kultivaatorader; vt. kodulehte www.svestrcenter.ee		Tel.: 43 64 313; 50 45 056; faks: 43 64 313; info@svestrcenter.ee
57.	Tamsalu EPT AS	Tehnika 2, 46107, Tamsalu, Lääne- Viru mk.	Kallurhaagised, kopad, lumesahad, lumeroobid, töstekäpad frontaallaaduritele, kotitõstukid, haarats-virnastid, buldooserid, pöörsahad, järelveetav planeerimisgreider, laadimiskopad frontaallaaduritele, planeerimiskopad ja kiirkinnitused ekskavaatoritele, V ja U profiilkopad; vt. kodulehte www.tamsaluept.ee		Tel.: 32 30 560; faks: 32 45 972; info@tamsaluept.ee

58. Tatoli, AS Edasimüüjad vt: OÜ Rodnas; Lemar Auto OÜ;	Lohkva k., 62207, Luunja v., Tartu mk.	NEW HOLLAND traktorid, teleskooplaadurid, teravilja- ja silokombainid, rull- ja suurpakipressid; HORCH mullaharimismasinad ja külvikud; AKRON, SVEGMA, CROCUS, BRICE-BAKER, JE-MA, LØKKES, MERTZ CORN saht- ja punkerkuivatid, teraviljakäitlusseadmed, niiskusemõõturid; DAMAS teravilja ja heinaseemne sorteerid; UMEGA kiirtühjendusega teraviljahaagised; LELY ja STRAUTMANNi heinakoristustehnika; VAN WAMEL niidukid; McCONNEL hooldusniidukid; STRAUTMANN kogurhaagised, sõnnikulaoturid, söödamikserid, kallurhaagised, silotransporthaagised, silolaadurid; CARUELLE taimekaitsepritsid; TRIMA frontaallaadurid; ZAGO põhupeenestid; PERARD haagised, kaalusüsteemiga teravilja ja mineraalväetise kärud, sõnnikulaoturid; RAUCH väetisekülvikud; HYDRAC tööorganid traktoritele; BRESSEL und LADE tööorganid laaduritele; JOSKIN lägatsisternhaagised; GPS ja automaatroolisüsteemid; Teenindus ja väljaõpe, dünamomeetrilised mõõtmised. Vt. kodulehekülge www.tatoli.ee	50 90 092 – valvetelefon; faks: 7 487 181; tatoli@tatoli.ee 52 84 788; urmasoja@tatoli.ee 51 12 980; mait.uudeberg@tatoli.ee 53 47 05 51; ardi.melk@tatoli.ee	Urmas Oja Mait Uudeberg Ardi Melk
59. Taure, AS	Tehnika 8, 72213 Türi; Tartu mnt 56, Soinaste, Ülenurme v., Tartu mk.	VALTRA 74-280 hj traktorid; VOGEL&NOOT adrad, kobestid, randaalid, külvikud ja rõhtsad ning ±kaldega jäätmaa niidukid; ROTE vahetatava kastiga kallurhaagised, telgedevahelised greiderid traktorile, lumesahad ja tänavapühkimise hariseadmed; VEPI lägalaoturid; KIVI-PEKKA kivikogurid ja rullrandaalid; erinevate tööseadistega esilaadurid VALTRA-le;	Tel.: 38 46 660; 50 48 564 faks: 38 46 670; toomas@taure.ee Tel.: 7 367 720; 51 54 355 faks: 7 352 222; andres@taure.ee tel.: 7 352 123; 51 43 163 urmas@taure.ee	Toomas Jürgen Andres Kontse Urmas Sarja

64.	Türi BEL-EST, OÜ	Kalevi 9A, 72212, Türi	MTZ traktorid ja motoplokid: http://www.tractors.com.by ; Minski traktoritehase ametlik esindaja Eestis; Valgevene põllumajandusmasinad: rootorniidukid, rullpallipressid, frontaallaadurid; vt. kodulehte www.belest.ee	Indrek Rusi	Tel.: 38 57 013; 50 47 399; faks: 38 50 610; info@belest.ee
65.	Uhtna Talutehnika AS	Rägavere tee 38, 44312, Rakvere Kauplused: Rägavere tee 38, 44317, Rakvere Pärnu mnt 388A, 10914, Tallinn Vaksali 17, 71020, Viljandi Vitamiini 4, Tartu	CASE traktorid ja teraviljakombainid; RABE mullaharimistehnika; MX laadurid elektronkaalu jt liseseadistega; THALER teleskooplaadurid; LELY niidukid, vaalutid, kaarutid; VAN WAMEL PERFECT niidukid; WELGER rullipressid, suuropakipressid, rullimähkurid; STRAUTMANN haagiskogurid, kallurhaagised, hekslihaagised, universaallaoturid, silolõikurid, -jaoturid jt käsitusseadmed, vertikaaltigudega söödamikserid, sõnnikulaoturid; RAUCH mineraalväetise laoturid; HEMAS teraviljakombainid; ZAGO horisontaaltigudega söödamikserid, põhupeenestid; STAPEL läga tsisternhaagised; SENNEBOGEN teleskooplaadurid; Farmitarvikud - generaatorid; elektrikarijused, automaatjooturid, söödakarud, ventilaatorid, tross- ja lattskreeperid, lägasegurid jne; BAUER lägapumbad ja -tsisternhaagised; LELY-ASTRONAUT lüsirobotid; PELLON söötmirobotid ja sigalaseadmed; ROBORGAS täisautomaatsed biogaasiseadmed; BENZA generaatorid, keevitusmasinad ja heitveepumbad; MO-EL süsteemi putukapüüdurid; vt. kodulehte www.uhtnatalutehnika.ee	Raudo Raja Marek Selter Aivar Laanisto Kalmer Kendaru Aivo Pöld Arvo Mirka Mati Pärnpuu Farmiseadmed: Maidu Errild Toomas Rüütel	Tel.: 32 55 555; 50 13 132; 51 46 636; 53 32 43 04; 50 92 247; 51 06 832; 52 73 109; 52 11 988; 53 457 458; 53 424 253; Faks: 32 23 483. info@uhtnatalutehnika.ee Kauplused: Rakvere: 32 58 970, 52 60 545; Tallinn: 6 701 060, 51 44 065; Viljandi: 44 20 441, 52 35 392; Tartu: 7 425 219.

66.	Väderstad OÜ	Ringtee 27, 51013, Tartu	Mullaharimis- ja külvimasinad; vt. kodulehte www.vaderstad.com	Kalev Korbun	Tel.: 7 362 032; 51 16 551; 5 3432 772; martin.veermee@vaderstad.com
67.	Water Boys System OÜ	Ilmatsalu 20-17, 61401, Tartu mk.	Vihmutid ja tarvikud, pop-up vihmutid, tilkniisutustarvikud, surveregulaatorid, filtrid, väetisedosaatorid, ventiilid, juhtseadmed, mõõteinstrumendid, pumbad, polüpropüleenist keermesühendused; aiatöö pneuumoriistad, ilmajaamad, robot-muruniitjad; vt. kodulehte www.wbs.ee	Rando Värmik Taavi Lulla	Tel.: 7 499 362; 50 94 808; faks: 7 499 335; vrandoe@eau.ee Tel.: 56 95 8197; taavi@wbs.ee
68.	WBT, OÜ	Riia 185, 51014, Tartu	Biodiisli tööstuslikud tootmistehnoloogiad (personaalsed biodiisli protsessorid); omatoodetud ja FARMET õlipressid; toorõli filtreerimissüsteemid.	Andres Otti Kalev Lindal	Tel.: 55 53 50 77; andres.otti@mail.ee 50 40 526; kalevliindal@yahoo.co.uk

Koostaja: Jaanus Siim, EMVI erakorraline vanemteadur.

Koostaja palub teatada muudatustest ja täiendustest. Tel.: 6 711 553; 50 64 197; faks: 6 711 540; e.mail: jaanus.siiim@eria.ee