



Sõnnikulaotamise tehnoloogiad



Projekt „GreenAgri“

Projekti „GreenAgri“ eesmärgiks on Eestis ja Lätis põllumajandustootmise tagajärjel toitainete leostumise vähendamine pinnavette ning sealt edasi Läänemerre, säilitades samas tootjate konkurentsivõime. See saavutatakse läbi keskkonnasõbralike praktikate tutvustamise ja testimise orgaaniliste väetiste majandamise valdkonnas. Projekt on Eesti Põllumajandus-Kaubanduskoja ja Läti Farmerite Parlamendi ühine algatus Läänemere tervise taastamiseks. Esmakordselt katsetatakse põllumajandustootjate, nende esindusorganisatsioonide ning valdkonna ekspertide koostöös erinevaid praktikaid ja tehnoloogiaid, mis on sobilikud just Eesti ja Läti oludele. Projekti elluviimine toetab HELCOM-i konventsiooni eesmärke fosfori- ja nitraadireostuse vähendamiseks Riia ja Soome lahes.

Projekti „GreenAgri“ elluviimist toetab Kesk-Läänemere Programm 2014-2020.

Projekti partnerid:

Eesti Põllumajandus-Kaubanduskoda ja Läti Farmerite Parlament.

Kontaktid:

Silja Lehtpuu, projekti koordinaator, silja.lehtpuu@gravitas.ee

Ann Riisenberg, EPKK keskkonnavaldkonna juht, ann.riisenberg@epkk.ee

Roomet Sõrmus, EPKK juhatuse esimees, roomet.sormus@epkk.ee

Malle Lind, EPKK avalike suhete juht, malle@epkk.ee

Autorid:

Kalvi Tamm, Raivo Vettik, Peeter Viil, Taavi Võsa, Eesti Taimekasvatuse Instituut

Toimetaja:

Jaanus Siim, Eesti Taimekasvatuse Instituut

Sisukord

Sissejuhatus	4
Sõnniku kasutamise piirangud	6
Tahesõnnik	10
Tahesõnniku transport põllule	10
Tahesõnniku laotamine	11
Vedelsõnnik	14
Vedelsõnniku transport põllule	14
Vedelsõnniku paisklaotamine	16
Vedelsõnniku lohislaotamine	18
Vedelsõnniku segamislautamine	20
Vedelsõnniku avalõhe-sisestuslaotamine	22
Vedelsõnniku sulglõhe-sisestuslaotamine	24
Üldisi soovitusi orgaanilise väetise laoturite valikuks	26
Soovitused efektiivseks ja keskkonnasõbralikuks sõnnikukäitluseks	29

Sissejuhatus

Sõnniku toiteainete sisaldused on võrreldes mineraalväetistega suhteliselt madalad ja seetõttu on sõnniku kui väetise vajadus pinnaühiku kohta märkimisväärselt suurem. Samas on keskkonnanõuetega lubatud hektarikogused piiratud ja sageli tuleb sõnnikut vedada ka hoidlast kaugel asuvatele põldudele. See tingib tehnoloogilises skeemis suuremad hoiustamis-, laadimis- ja veomahud kui mineraalväetiste käitlemisel. Eesti ja Läti koostööprojekti GreenAgri pilootprogrammi raames koostati aruanne, et tutvustada keskkonnanõbralikke tehnoloogiaid orgaaniliste väetiste käitlemiseks põllumajandusettevõtetes.

Käeoleva brošüüri eesmärk on selle aruande põhjal anda kokkuvõttev ülevaade Läänemere piirkonnas kasutatavatest sõnnikulaotamise tehnoloogiatest, nende eelistest ja puudustest nii agrotehnoloogilisest, majanduslikust kui keskkondlikust küljest. Brošüüris esitatud masinate hinnad on võetud PRIA võrdlushindade kataloogist 2016 aasta esimeses kvartalis, kõik hinnad on ilma käibemaksuta.

Põllumajandusministri määrusega nr 71 (14.07.2014) on Eestis sõnnik liigitatud

selles sisalduva kuivaine (KA) protsendi järgi selliselt:

- 1) vedelsõnnikuks, milles on kuivainet kuni 7,9 massiprotsenti;
- 2) poolvedelsõnnikuks, milles on kuivainet 8,0–19,9 massiprotsenti;
- 3) tahesõnnikuks, milles on kuivainet 20,0–24,9 massiprotsenti;
- 4) sügavallapanusõnnikuks, milles on kuivainet vähemalt 25,0 massiprotsenti.

Sõnniku edasisel käitlemisel on tehnoloogiliselt oluline, kas see on pumbatav (kuivainesisaldus alla 12%) või laaditav (kuivainesisaldus üle 12%) ja vastavalt sellele valitakse sobiv tehnoloogia.

Ülevaade Eestis toodetava sõnniku kuivaine ja toiteelementide sisaldusest Põllumajandusuuringute Keskuses aastatel 2009–2015 analüüsitud sõnnikuproovides on esitatud tabelis 1. Erinevate sõnnikuliikide võrdlemiseks leiti nende rahalised väärtused neis sisalduvate taimetoiteelementide (NPK) koguse ja hinna alusel. Hinnad leiti lähtuvalt mineraalväetiste hindadest.

Tabel 1. Sõnniku kuivaine, NPK ja ammooniumlämmastiku (NH_4^+) sisaldused Põllumajandusuuringute Keskuses aastatel 2009–2015 analüüsitud sõnnikuproovides ning nende põhjal arvatatud sõnniku rahaline väärtus

Sõnniku liik	Proovide arv	KA %	N kg t ⁻¹	NH ₄ ⁺ kg t ⁻¹	P kg t ⁻¹	K kg t ⁻¹	Rahaline väärtus, € t ⁻¹
Veise vedelsõnnik	252	5,9	2,8	1,3	0,5	2,2	4,37
Veise poolvedel sõnnik	482	14,8	4,2	1,0	0,9	3,1	6,63
Veise tahesõnnik	140	21,9	5,4	0,7	1,2	4,1	8,67
Veise sügavallapanusõnnik	76	30,2	5,9	0,5	1,4	4,8	9,81
Sea vedelsõnnik	146	4,0	3,8	2,6	0,8	1,6	5,17
Sea poolvedel sõnnik	37	13,4	6,8	3,2	2,3	2,5	10,25
Sea tahesõnnik	8	22,5	7,6	1,8	3,4	4,6	13,86
Sea sügavallapanusõnnik	13	28,9	7,7	2,0	2,8	4,8	13,21
Kana vedelsõnnik	2	5,4	4,5	2,3	1,5	1,8	6,85
Kana poolvedel sõnnik	4	13,0	9,0	4,1	3,3	4,6	14,80
Kana tahesõnnik	2	23,5	10,2	4,9	1,9	2,6	12,39
Kana sügavallapanusõnnik	36	44,3	21,4	5,5	7,4	9,8	33,80
Lamba tahesõnnik	6	21,6	6,8	0,3	1,5	6,3	11,66
Lamba sügavallapanusõnnik	11	38,4	8,2	0,7	1,8	8,7	14,79

Sõnniku kasutamise piirangud

Allpool toodud piirangud on kehtivad 2017. aasta veebruari seisuga. Trükise koostamise ajal on mitmed seadusaktid muutmisel ja seetõttu tuleb käesoleva trükise lugemisel kontrollida kehtivaid piiranguid Riigi Teatajast!

- Eestis kehtiva Veeseaduse (16.01.2016) alusel on sõnnikuga lubatud anda haritava maa ühe hektari kohta:
- a) kuni 170 kg N aastas, sealhulgas on ka loomade karjatamisel karjamaale jäävas sõnnikus sisalduv N;
 - b) kuni 25 kg P aastas, sealhulgas ka P, mis jääb karjamaale loomade väljaheidetega. Haritavale maale sõnnikuga antava P kogust võib vajaduse korral suurendada või vähendada arvestusega, et jooksuva viie aasta keskmisena antud P kogus ei ületa 25 kg hektari kohta aastas.

Sõnniku laotamise aeg

Vedelsõnnikut ei tohi laotada 1. detsembrist kuni 20. märtsini ega muul ajal, kui maapind on kaetud lumega, külmunud või perioodiliselt üle ujutatud või veega küllastunud.	Kehtib praegu
Vedelsõnnikut ei tohi laotada 15. novembrist kuni 20. märtsini ega muul ajal, kui maapind on kaetud lumega, külmunud või perioodiliselt üle ujutatud või veega küllastunud. Vedelsõnniku laotuskeelu alguse võib Keskkonnaamet, arvestades ilmastiku- ja vegetatsioonitingimusi, kehtestada alates 1. novembrist.	Hakkab kehtima 01.01.2018
Vedelsõnnikut ei tohi laotada 1. novembrist kuni 20. märtsini ega muul ajal, kui maapind on kaetud lumega, külmunud või perioodiliselt üle ujutatud või veega küllastunud. Vedelsõnniku laotuskeelu alguse võib Keskkonnaamet, arvestades ilmastiku- ja vegetatsioonitingimusi, kehtestada alates 15. oktoobrist.	Hakkab kehtima 01.12.2018
Vedelsõnniku paisklaotamine on keelatud 20. septembrist kuni 20. märtsini ja muul ajal, kui maapind on kaetud lumega, külmunud või perioodiliselt üle ujutatud või veega küllastunud.	Kehtib praegu
Tahe- ja sügavallapanusõnnikut ning muid orgaanilisi väetisi ei tohi laotada 1. detsembrist kuni 20. märtsini ega muul ajal, kui maapind on kaetud lumega, külmunud või perioodiliselt üle ujutatud või veega küllastunud. Väetise laotamine pinnale on keelatud haritava maal, mille maapinna kalle on üle 10 protsendi. Kui maapinna kalle on 5–10 protsenti, on pinnale väetise laotamine keelatud 1. oktoobrist kuni 20. märtsini.	Kehtib praegu

Erandina on väetise laotamine pinnale kaldega üle 10 protsenti lubatud kogu põllu- massiivil, välja arvatud eelnimetatud keeluajal, kui on täidetud järgmised tingimused:

- 1) üle 10 protsendiliste kalletega alade pindala kokku ei moodusta Maa-ameeti kaardirakenduse kallete kaardi järgi üle ühe kolmandiku põllumassiivi pindalast;
- 2) üle 10 protsendise kaldega ala ei ole laiem kui 100 m;
- 3) kaldega ala lähim serv jääb reljeefis madalamal paikneva karstilehtri servast vähemalt 50 m kaugusele;
- 4) kaldega ala lähim serv jääb looduskaitseeaduse alusel kehtestatud ranna ja kalda piiranguvööndist väljapoole ega piirne sellega;
- 5) kaldega ala lähim serv jääb reljeefis madalamal paiknevast maaparandussüsteemi avatud eesvoolust või kuivenduskraavist vähemalt 50 m kaugusele;
- 6) veehaarde sanitaarkaitsealast ülalpool paikneva kaldega ala lähim serv ei piirne veehaarde sanitaarkaitsealaga;
- 7) kaevu hooldusalast ülalpool paikneva kaldega ala lähim serv ei piirne kaevu hooldusalaga;
- 8) õuealast ülalpool paikneva kaldega ala lähim serv jääb põhikaardil märgitud õuealast vähemalt 100 m kaugusele.

Sõnniku muldaviimise aeg kasvavate kultuurideta põllul

Kasvavate kultuurideta põllul tuleb sõnnik pärast laotamist mulda viia 48 tunni jooksul.	Kehtib praegu
Kasvavate kultuurideta põllul tuleb sõnnik lämmastikühendite lendumise ja pinnaveega ärakande vältimiseks mulda viia võimalikult kiiresti, kuni 24 tunni jooksul laotamise lõpetamisest arvates.	Hakkab kehtima 01.01.2021

Sõnniku muldaviimise aeg kasvavate kultuuridega põllul

Kasvavate kultuuridega kaetud haritavale maale tohib 1. novembrist kuni 30. novembrini laotada sõnnikut juhul, kui see 48 tunni jooksul mulda viiakse.	Kehtib praegu
Ületalve jäetavale taimikuga pinnale tohib tahe- ja sügavallapanusõnnikut laotada kuni 15.oktoobrini.	Hakkab kehtima 01.01.2021

Sõnnikuhoidla vajadus sõltuvalt loomade arvust

Kõikidel loomapidamishoonetel, kus peetakse üle 10 loomühiku loomi, peab olema lähtuvalt sõnnikuliigist sõnnikuhoidla või sõnniku- ja virtsahoidla.	Kehtib praegu
Loomapidamishoonel, kus peetakse loomi üle 5 loomühiku, peab olema sõnnikuhoidla või sõnniku- ja virtsahoidla.	Hakkab kehtima 01.01.2023

Sõnnikuhoidla või sõnniku- ja virtsahoidla peab mahutama vähemalt kaheksa kuu sõnniku ja virtsa ning vajaduse korral, sõltuvalt loomapidamishoones kasutatavast

tehnoloogiast, ka sealt pärit reovee. Sõnnikuhoidla mahutavuse kalkuleerimisel võib välja arvata loomade poolt karjatamisperioidil karjamaale jäetud sõnniku kogused.

Kui loomapidaja suunab sõnniku lepingu alusel hoidmisele või töötlemisele teise isiku hoidlasse või töötlemiskohta, peab loomapidamishoone kasutamisel olema tagatud lekkekindla hoidla olemasolu, mis mahutab vähemalt ühe kuu sõnnikukoguse.

Sõnnikuhoidlad, sõnniku- ja virtsahoidlad ning sügavallapanuga loomapidamishooned peavad olema lekkekindlad ning nende konstruktsioon peab tagama ohutuse ja lekete vältimise hoidla käitamisel, sealhulgas selle täitmisel ja tühjendamisel.

Tahesõnniku ajutine hoiustamine sõltuvalt loomade arvust

Kui loomapidamishoones peetavaid loomi on 10 või vähem loomühikut ja seal tekib tahesõnnik või sügavallapanusõnnik, võib tekkivat sõnnikut ajutiselt enne laotamist või auna viimist hoiustada hoone juures veekindla põhjaga alal ja vihmavee eest kaitstult.	Kehtib praegu
Kui loomapidamishoones peetavaid loomi on 5 või vähem loomühikut ja seal tekib tahesõnnik või sügavallapanusõnnik, võib tekkivat sõnnikut ajutiselt enne laotamist või auna viimist hoiustada hoone juures veekindla põhjaga alal ja vihmavee eest kaitstult.	Hakkab kehtima 01.01.2023

Haritaval maal on aunas enne laotamist lubatud hoida kuni kahe kuu jooksul vaid tahesõnnikut, mille kuivainesisaldus on vähemalt 20 protsenti ning mis ei ületa ühe vegetatsiooniperioodi kasutuskogust.

Sügavallapanusõnnikut, mille kuivainesisaldus on vähemalt 25 protsenti ning mille kogus ei ületa ühe vegetatsiooniperioodi kasutuskogust, on aunas lubatud hoida kuni kaheksa kuu jooksul, teavitades sellest Keskkonnaametit vähemalt 14 päeva enne auna moodustamist.

Tahe- ja sügavallapanusõnniku ladustamine auna on keelatud 1. novembrist kuni 31. detsembrini.

Sõnnikuaun peab paiknema tasasel maal, vähemalt 50 meetri kaugusel pinnaveekogust, kaevust ja karstilehtrist. Sõnnikuauna ei tohi rajada maaparandussüsteemi drenaažitoru kohale, kaitsmata põhjavee-

ga, liigniiskele ega üleujutatavale alale.

Eesti Vabariigi Valitsuse määruses „Veekaitsenõuded väetise- ja sõnnikuhoidlatele ning siloladustamise kohtadele ja sõnniku, silomahla ja muude väetiste kasutamise ja hoidmise nõuded“ (01.07.2014) käsitatakse sõnnikuna tahesõnnikut, poolvedelat sõnnikut ja vedelat sõnnikut, sealhulgas kõiki neid ka töödeldud kujul.

Virtsana käsitatakse loomade vedelaid väljaheiteid koos sõnnikust väljanõrgunud vedelikega.

Sügavallapanusõnnikuna käsitatakse loomapidamishoones küllaldase allapanuga tekkinud tahesõnnikut, millest ei eraldu virtsa.

Sõnnikuaun peab olema kaetud vettpeidava materjaliga või vähemalt 20 cm paksuse turba-, põhu-, mulla-, saepuru- või puitlaastukihiga.

Kui sõnnikut säilitatakse aunas kauem kui kaks nädalat, tuleb ladustamiskoha pinnas enne ladustamist katta lekkekindla või vedelikke imava materjaliga, nagu vähemalt 20 cm paksune turba- või põhukiht. Nõue ei kehti sügavallapanusõnnikule.

Sõnnikuauna ei tohi kahel teineteisele järgneval aastal paigutada samasse kohta.

Üle 300 loomühiku loomi pidav isik (edaspidi loomapidaja), kes kasutab loomapidamishoones vedelsõnnikutehnoloogiat, või isik, kes lepingu alusel laotab 300–le loomühikule vastava koguse loomade vedelsõnnikut, koostab enne vedelsõnniku laotamist vedelsõnniku laotamisplaani, milles näidatakse laotatav vedelsõnniku kogus, laotamisala pindala, laotamisviisid, laotamisala põhjavee kaitstus, laotamisalal asuvad pinnaveekogud ja veehaarded.

Vedelsõnniku laotamisplaani kinnitab enne vedelsõnniku laotamist Keskkonnaamet. Vedelsõnniku laotamisplaani kinnitatakse kolme aasta kohta. Vedelsõnniku koguse suurenemise puhul taotleb loomapidaja laotamisplaani muudatuse tegemist või esitab kinnitamiseks uue plaani. Loomapidaja peab laotamisplaani säilitama üks aasta pärast vedelsõnniku laotamisaega.

Sõnnikukomposti käitlemine

Sõnniku kompostimine käesoleva seaduse tähenduses on sõnniku aeroobne lagunemisprotsess, mille käigus orgaaniline aine laguneb mikro- ja makroorganismide toimel. Käesoleva seaduse tähenduses ei käsitleta sõnniku kompostimisena kompostimist kompostimisseadmetes.

Sõnnikut tohib kompostida eelkõige sõnnikuhoidlas või haritavaal maal aunas. Väljaspool ettevõtte sõnnikuhoidlat olevat kompostitava sõnniku kogust ei arvestata sõnnikuhoidla mahutavuse osana.

Aunas on lubatud kompostida ainult sügavallapanusõnnikut, mille kuivainesisaldus on aunastamisel vähemalt 25 protsenti. Kompostitava sõnniku kuivainesisaldus määratakse ühesuguse tehnoloogiaga toodetud sõnnikust tootja kulul enne aunastamise alustamist vähemalt kord kahe aasta jooksul ühest proovist akrediteeritud laborianalüüsi meetodiga.

Sõnniku kompostimise auna moodustamisest tuleb teavitada Keskkonnaametit vähemalt 14 päeva enne aunastamise alustamist.

Kompostimine põllul aunas on lubatud mahus, mis ei ületa samale põllule vee-seaduses kehtestatud laotada lubatud toitainete piirnorme. Kompostitava sõnniku auna kõrgus auna moodustamise ajal võib olla maksimaalselt 2 meetrit ja auna kuju peab välistama sademete vee kogunemise aunale.

Kompostitav sõnnik tuleb aunast põllule laotada hiljemalt 24 kuu jooksul pärast aunastamise alustamist.

Komposti aunast äravedamise järgselt tuleb rohumaal asunud auna alus haljastada hiljemalt järgmise vegetatsiooniperioodi alguseks. Uut kompostitava sõnniku auna ei tohi paigutada samasse kohta laotamise järgselt viiel järjestikusel aastal.

Tahesõnnik

Tahesõnnikut võib laotada peamiselt kahe tehnoloogiavariandi kohaselt: otse- või etteveoga laotamisena. Otseveoga tehnoloogiat kasutatakse juhul, kui põllud ei ole hoidlast väga kaugel. Arvutuslikult on selleks piiriks 3 km, kuid sõltuvalt konkreetsetest tingimustest võib kauguspiir olla ka teistsugune. Tahesõnniku otseveoga laotamise käitlusetapid on:

- 1) hoiustamine ettevõtte hoidlas;
- 2) laadimine hoidlast laoturisse;
- 3) vedu laoturiga hoidlast põllule;
- 4) laotamine.

Kui põllud asuvad hoidlast kaugemal ja ettevõttes ei ole piisavalt sõnnikulaotureid, siis on otstarbekas kasutada etteveoga tehnoloogiat. Kuna taheda materjali veokilt laoturisse ümber laadimine on tülikas, siis see kallutatakse põllule auna. Sageli veetakse tahe orgaaniline väetis põllule aunadesse valmis siis, kui on vedamiseks sobivaim aeg ja laotamine toimub teisel, laotamiseks sobivaimal ajal. Tahesõnniku etteveoga laotamise käitlusetapid on:

- 1) laadimine hoidlast veokisse;
- 2) vedu veokiga hoidlast põllule;
- 3) aunastamine (põlluservas);
- 4) hoidmine aunas;
- 5) laadimine aunast laoturisse;
- 6) laotamine.

Tehnoloogia valikul tuleks silmas pidada, et aunas vaheladustamise korral väheneb sõnniku laotamiseks sobival ajal ajakulu vedudele, kuigi sõnnik tuleb põllule vedada nii või teisiti. Samas on otseveoga laotamisel kulud väiksemad kuna põllul ei ole laadimist ja ei vajata laadurit. Arvestada tuleb ka, et aunastamisel on mitmed piirangud ja toiteainete kaod võivad olla märkimisväärsed.

Tahesõnniku transport põllule

Tahesõnniku hoidlast põllule vedu toimub sageli tahesõnnikulaoturiga, mõnel juhul isegi siis, kui tahesõnnik vaheladustatakse põllule auna. Tahesõnnikut veetakse hoidlast põllule ka kallurautodega, need sobivad paremini juhul kui sõnnikut veetakse teedel, kus on võimalik sõita traktorist kiiremini. Samas tuleb silmas pidada, et veoauto läbivus peaks olema piisavalt hea põllul liikumiseks. Arvestada tuleb ka täiendava ajakuluga sõnniku veoautost laoturile laadimisel. Laadimist aitab kiirendada sellise kalluri kasutamine, mis eelnevalt tõstab kasti parallelogramm-mehhanismiga laoturist kõrgemale ja seejärel kallutab sõnniku laoturi kasti. Tuleb jälgida masina stabiilsust ümberlaadimisel. Tahesõnniku laoturite tootjaid on paigaldanud tahesõnniku laoturi veoautole, et saavutada korraka väiksem ajakulu nii transpordile kui laadimistele (joonis 1).



Joonis 1. Tahesõnnikulaotur on monteeritud veoautole (Bergmann)

Tahesõnniku laotamine

Enamasti on tahesõnniku laoturid varustatud kasti tagaosas olevate rõht- või püstbiitritega laotamiseseadmetega, laoturite hinnad on esitatud tabelis 2. Enamlevinud seadmed on:

- rõhtbiitritega (joonis 2);
- rõhtbiitrite ja laotamisketastega (joonis 3);
- püstbiitritega (joonis 4);
- püstbiitrite ja ketastega (püstbiitri alaosa on kujundatud laotamiskettana (joonis 5).

Sõnnikulaoturi valik sõltub laotatava materjali omadustest. Järgnevaga on esitatud punktid, mis on abiks sobiva sõnnikulaoturi valikul.

- Rõhtbiitritega laotur sobib hästi tahesõnniku laotamiseks, kuid sellega saab laotada ka komposti. Seade talub laotatava materjali hulgas olevaid võõrkehi (nt kive).
- Rõhtbiitrite ja laotamisketastega laotur sobib väga hästi komposti ja hästi

tahesõnniku laotamiseks. Kinnise põhja ja piisavalt tiheda vootõkke korral saab sellega laotada ka poolvedelat sõnnikut.

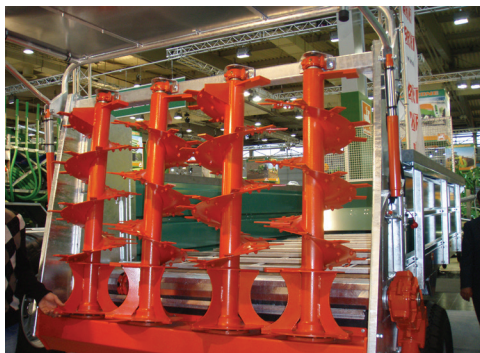
- Püstbiitritega laotur sobib hästi tahesõnniku laotamiseks, kuid sellega saab laotada ka komposti.
- Püstbiitrite ja laotamisketastega laotur sobib väga hästi tahesõnniku laotamiseks ja hästi komposti laotamiseks. Kinnise põhja ja piisavalt tiheda vootõkke korral saab sellega laotada ka poolvedelat sõnnikut.



Joonis 2. Rõhtbiitritega laotamiseade (Pronar)



Joonis 3. Rõhtbiitrite ja ketastega laotamiseade (LMR)



Joonis 4. Püstbiitritega laotamiseade (R. Vettik)



Joonis 5. Püstbiitrite ja ketastega laotamiseade (Joskin)

Materjali laotusseadisele etteandmine võib olla lahendatud põhjakonveieri (enamasti kett-liist) või hüdrosilindriga liigutatava lükkeseinaga. Lükkeseina eeliseks on tihedam kast, põhjakonveier on väiksema energiavajadusega. Lükkeseina tihendusõlm on tundlik õhukestele võõrkehadele, põhjakonveieri veoketid vajavad nõuetekohast pingutamist. Ajamirattalt ülehüppamise tõttu vildakseisus kinnikiilunud või

katkenud põhjakonveieri remondiks tuleb kast (enamasti käsitsi) tühjendada. Mõlema etteandesüsteemi puhul pakutakse paremini varustatud mudelitele etteande sujuva muutmise võimalust. Hüdrosilindriga tõugatava esiseina korral saab etteandehulka muuta ka traktori hüdrostsüsteemi vooluhulga reguleerimisega, kui see funktsioon on saadaval.

Tabel 2. Tahesõnniku laoturite hinnad PRIA hinnakataloogi järgi

Kasti mahutavus, l	Laoturite arv kataloogis	Hind, €		
		keskmine	vähim	suurim
Rõhtbiitritega laoturid				
4 100–6 000	3	13 500	10 600	12 300
8 000–10 500	4	20 600	14 000	27 000
12 000	2	36 500	35 000	38 000
Rõhtbiitrite ja laotamisketastega laoturid				
7 000–10 500	6	28 300	26 000	36 000
11 000–13 500	7	33 600	18 000	44 000
14 000–17 500	9	51 200	24 600	80 000
19 000–22 000	8	62 100	29 100	87 000
22 500–28 000	6	73 300	38 700	115 000
Püstbiitritega laoturid				
5 600–7 900	9	15 100	8 800	27 200
8 000–10 300	15	22 000	10 000	38 000
10 500–13 000	15	26 800	13 500	41 000
13 200–15 900	11	35 800	13 700	54 000
16 000–19 000	6	40 300	29 300	58 000
23 000–26 000	3	55 800	34 100	68 000
Püstbiitrite ja laotamisketastega laoturid				
7 500–9 500	3	21 300	14 500	26 500
10 000–12 800	9	28 100	23 700	31 600
13 000–15 900	10	33 700	15 700	59 000
16 500–19 000	9	34 100	23 100	41 000
20 000–22 000	6	40 500	28 000	47 000
23 000–24 000	5	53 800	37 600	68 900
26 000–35 000	4	54 900	31 600	75 300

Vedelsõnnik

Vedelsõnniku transport põllule

Vedelsõnniku vedu, põllule laotamine ja muldaviimine võib toimuda

- kas otseveo tehnoloogiaga (sama masin transpordib ja laotab, võimalusel viib mulda) või
- ümberpumpamise tehnoloogiaga (vedelsõnniku transpordiks ja laotamiseks on erinevad masinad).

Lühemate veokauguste korral transporditakse ja laotatakse vedelsõnnikut laoturitega. Pumbaga laoturite paakide mahutavused on vahemikus 6 000–30 000 l ja hinnad 8 815–225 800 € (tabel 3) ning kompressoriga laoturite paakide mahutavused vahemikus 3 000–30 000 l ja hinnad 5 700–252 000 € (tabel 4). Pikema veokauguse korral kasutatakse vedelsõnniku kiireks põllule veoks paakveokeid mahutavusega kuni 30 m³ (joonis 6). Veoki massi (seega ka paagi mahutavust) piirab nii seadusandlus kui kohalike teede kandevõime.



Joonis 6. Paakpoolhaagis vedelsõnniku etteveoks, toimub paagi täitmine hoidla juures (K. Tamm)

Vahemahutid. Nii vedelsõnnikut ettevedavate veokite kui laoturi seisakute vältimiseks kasutatakse põllul vahemahuteid (joonis 7). Vahemahuti mahutavus peaks olema laoturi ja etteveopaagi mahutavusega kordne, sest siis saavad mõlemad masinad töötada teineteisest sõltumatult.



Joonis 7. Merekonteinerist valmistatud teisaldatav vahemahuti (R. Vettik)

Vedelsõnniku ümberpumpamiseks ettevedavast paakhaagisest või vahemahutist laoturi paaki kasutatakse enamasti laoturi pumpamissüsteemi (joonis 8), kuid on võimalik kasutada ka eraldi traktorile või vahemahutile paigaldatud pumpa.



Joonis 8. Ümberpumpamine autohaagisest liikurlaoturi täitesüsteemiga (K. Tamm)

Vooliktehnoloogia. Alternatiiviks vedelsõnniku paakhaagistega veole on vooliktehnoloogia, mille korral vedelsõnnik pumbatakse hoidlast või vahemahutist voolikute kaudu põllul töötavasse laoturisse. Laotamise ajal lohistab laotur kuni sadade meetrite pikkust toitevoolikut mööda põldu enda järel, laoturil paaki ei ole. Vooliküsteemid on enamasti teisaldatavad ja pumpamise kaugusel üle 4 km rakendatakse vahepumpa. Kasutatakse ka statsionaarseid etteandeturustikke kuni 8 km pikkuste vahemaade korral. Sellest suuremate kauguste korral kasutatakse üldiselt paakveokeid, millega vedelsõnnik veetakse põllu servale vahemahutisse, kust see pumbatakse vooliku kaudu laoturisse.

Vooliktehnoloogia eeliseks on

- mulla väiksem tallamine tänu kergematele masinatele,
- sõnnikuhoidla lähedastel põldudel on võimalik saavutada suur laotamistootlus.

Puudused:

- vooliku takistamatuks liikumiseks on vajalik sobiva liikumisviisi valik, et vähendada takistuste (postid, kivihunnikud) mõju;



Joonis 9. Ripp-vooliklaotur (Vacutec)



Joonis 10. Liikur-vooliklaotur (Agrometer)

- toitevooliku vigastumise oht teravaservaliste kivide jms. tõttu.
- väikeste üksikute põldude jaoks on see meetod vähem sobiv, sest ettevalmistus-lõpetusaeg on ebaproportsionaalselt suur (muu hulgas tuleb voolik tühjendada ja transpordiks kokku kerida),
- hoidla ja põllu vaheline vahemaa on piiratud,
- ummistuste vältimiseks ei tohiks kasutatava vedelsõnniku kuivainesisaldus ületada 5%.

Vooliktehnoloogia korral kasutatakse kas eraldi haagisel olevaid voolikutrumleid või on laotamisagregaadid varustatud voolikutrumlitega, millel oleva vooliku kaudu pumbatakse vedelsõnnik hoidlast või põllul olevast vahemahutist paagita laoturisse. Vooliktehnoloogia jaoks on olemas nii ripp- (joonis 9), poolhaagis- kui ka liikurlaoturid (joonis 10). Ripplaoturi traktoril on sageli esirippsüsteemil täiendava vooliku trummel. Sellelt pikendatakse töö edenemisel täiendavate lülidega toitevoolikut ja sinna keritakse voolik ühelt põllult teisele liikumiseks kokku.

Tabel 3. Pumbaga paakhaagiste hinnad PRIA hinnakataloogi järgi (laotusseadmeta)

Paagi mahutavus, l	Paakhaagiste arv kataloogis	Hind, €		
		keskmine	vähim	suurim
6 000	6	13 000	8 800	15 100
8 000	7	19 500	15 800	31 000
10 000	7	32 800	11 700	83 900
12 000	7	38 500	25 500	75 800
15 000	20	54 400	20 200	139 000
18 000	13	62 200	38 000	132 000
20 000	6	96 800	26 400	144 900
24 000	8	145 400	47 500	171 500
30 000	5	163 500	51 800	225 800

Tabel 4. Kompessoriga paakhaagiste hinnad PRIA hinnakataloogi järgi (laotusseadmeta)

Paagi mahutavus, l	Paakhaagiste arv kataloogis	Hind, €		
		keskmine	vähim	suurim
3 000	4	5 900	5 700	7 300
5 000	4	9 500	7 600	10 400
7 000	6	13 700	9 400	25 400
8 000	14	19 200	11 900	57 000
10 000	15	30 000	13 600	62 300
12 000	12	37 000	19 500	64 300
16 000	18	50 500	22 700	87 000
18 000	13	58 900	27 500	117 000
20 000	7	61 400	35 200	118 800
24 000	12	99 500	41 400	146 800
30 000	4	124 500	56 800	252 000

Vedelsõnniku paisklaotamine

Paisklaoturid saab liigitada paiskeseadise ehk paiskuri tüübi alusel:

- kaldpaadiga (deflektoriga) paiskuriga laoturid (joonis 11);
- püstsuunuriga paiskuriga laoturid (joonis 12);
- paiskesuuna muutmisvõimalusega paiskuriga laoturid (joonis 13);
- mitme poomil paikneva paiskuriga laoturid (joonis 14).

Paisklaotamise eelised:

- paisklaotamise laotamiseadmed on oluliselt odavamad teistest laotamiseadmetest (lihtsamate hind on 500–1 000 €);
- laotamisel on võimsustarve väiksem ja laotamisjõudlus on suur.

Paisklaotamise puudused:

- ammoniaagi lendumine on võrreldes teiste laotamisviisidega niivõrd suur, et selline laotamisviis ei ole soovitatav ja ei loeta ka PVT-ks;
- paisklaotamisel peab vedelsõnnik olema mulda viidud **võimalikult kiiresti** pärast laotamist, et vähendada ammoniaaklammastiku lendumist;
- ühtlase tulemuse saamiseks vajalik ülekate on seadmeti erinev.



Joonis 11. Deflektoriga paiskur (Fliegl)



Joonis 12. Püstsüunuriga paiskur
(Foto: R. Vettik)



Joonis 13. Paiskesuuna muutmis-
võimalusega paiskur (Möscha)



Joonis 14. Mitme poomil paikneva paiskuriga laotur (Foto: R. Vettik)

Vedelsõnniku lohislaotamine

Lohislaotamine sobib hästi enne mullaharimist, kuid püsitaimikule liseseadisteta lohisvooliklaotur hästi ei sobi, kuna sõnnikut ei ole võimalik mullaga segada.

Lohislaoturid saab liigitada laotamiseadiste alusel:

- lohisvooliklaotur (joonis 15), mille laotamiseadisteks on poomile kinnitatud vabalt rippuvad voolikud; voolikute otsad ei lükka taimelehti kõrvale, taimik võib saastuda;
- lohisdüüslaotur (joonis 16), mille laotamiseadisteks on poomile kinnitatud piiratud külgsuunalise liikumisvabadusega jalasekujulised düüsid, mis lükkavad liikumisel ühtlasi taimelehti kõrvale, et laotada sõnnik maapinnale ribadena, vähendades seejuures taimiku saastamist vedelsõnnikuga.

Düüsi ees võib olla eraldi kiil (joonis 17), mis löikab sõltuvalt mulla kõvadusest

kuni mõnesentimeetrise sügavusega lõhe, mis soodustab vedelsõnniku imendumist mulda.

Lohislaotamise eelised:

- võrreldes paisklaotamisega on lohislaotamisel vedelsõnniku jaotumine ühtlasem ja ammoniaagi lendumine väiksem;
- võrreldes sisestus- ja segamislaotamiseadmetega on lohislaotamiseadmed odavamad ja vähem tundlikud kivide suhtes, lohislaoturite haardelaius on suurem kui sisestus- ja segamislaoturitel. Samuti on väiksem võimsustarve.

Lohislaotamise puudused:

- võrreldes sisestus- ja segamislaotamisega on suurem ammoniaagikadu ja haisuprobleem, eriti muldasegamise viibimisel;
- taimiku saastamise oht;
- lohislaotamisel on täiendavaks tööks vedelsõnniku segamine mulda.



Joonis 15. Lohisvooliklaotur tagantvaates (Foto: R. Vettik)



Joonis 16. Düüsi laotamiseseadis (Foto: R. Vettik)



Joonis 17. Juhtkiilu ja düüsi laotamiseseadis (Foto: R. Vettik)

Lohisvoolikseadmete haardelaiused on vahemikus 6–36 m ning hinnad vahemikus 10 500–128 300 € (tabel 5). Lohis-

düüsiadmete haardelaiused on vahemikus 6–24 m ning hinnad vahemikus 28 000–86 900 € (tabel 6).

Tabel 5. Lohisvoolikseadmete (paakhaagiseta) hinnad PRIA hinnakataloogi järgi

Haardelaius, m	Seadmete arv kataloogis	Hind, €		
		keskmine	vähim	suurim
6	3	11 000	10 500	11 500
9	4	18 700	11 400	24 000
12	7	24 100	12 100	36 900
15	7	26 400	15 000	42 000
18	4	30 100	22 200	39 400
21	2	43 600	31 000	56 200
24	2	52 300	40 800	63 700
27	2	56 400	48 000	64 800
30	1	66 200	–	–
33	1	78 400	–	–
36	1	128 300	–	–

Tabel 6. Lohisdüüsseadmete (paakhaagiseta) hinnad PRIA hinnakataloogi järgi

Haardelaius, m	Seadmete arv kataloogis	Hind, €		
		keskmine	vähim	suurim
6	3	29 840	28 000	32 500
9	3	32 050	19 250	41 600
12	4	41 900	20 700	57 000
15	3	44 770	24 300	60 100
18	2	48 550	30 500	66 600
21	1	74 300	–	–
24	1	86 900	–	–

Vedelsõnniku segamislaotamine

Segamislaoturid saab liigitada tööseadiste alusel:

- ketasseadistega (randaal);
- piiseadistega (tüükultivaator).

Segamislaotamise eelised:

- segamislaotamisel on ühitatud vedelsõnniku laotamine ja mullaharimine;
- ammoniaagi lendumine on tänu vedelsõnniku vahetule muldasegamisele väiksem kui lohislaotamisel;
- haisuprobleemi laotamise ajal praktiliselt ei ole;
- kallakuga põldudel on sõnniku ärauhumise risk väike, ainult koos harimise käigus kobedaks muutunud mullaga;
- sügavama segamise korral on võimalik põlde väetada suhteliselt suure vedelsõnniku normiga.

Segamislaotamise puudused:

- võimsustarve (sh. veojõuvajadus) on

suurem kui lohislaotamisel;

- lausharimisseadmega laoturitega saab vedelväetist anda ja mulda segada ainult taimikuta põldudel;
- reaviisiliselt paigutatud tööseadistega laotureid on võimalik kasutada kasvava taimikuga põllul ainult juhul, kui mullaharimisseadiste vahekaugus on seatud sobivaks taimeridade vahekaugusega ja töömasina juhtimiseks kasutatakse piisavalt täpseid juhiabisteid.

Ketastega segamislaotur (joonis 18)

- Võimaldab eelvilja koristamise järel esimese tööna harimissügavuses ühtlaselt segada mulla, sõnniku ja eelvilja taimejäänused, st ühitada kõrrekoorimine ja väetamine. See kiirendab põhu lagundamist, sõnnikus olevate liikuvate toiteainete sidumist mulda ja umbrohuseemnete ning eelvilja varise idanemist. Seade on sobiv ka väiksemate haljasväetisekoguste

muldaviimise ning vedelsõnniku laotamise ühitamiseks.

- Ketasseadised ei too pinnale kive ja taluvad ebahütlaselt laotatud orgaanikat. Töötamisel tuleb jälgida ketaste piisavat ülekatet ja hoiduda töötamast kiirusel, mis tekitab resonantsi.
- Ketastega segamisseadmete haardelaiused on vahemikus 3–7,5 m ning hinnad vahemikus 19 100–51 500 € (tabel 7).



Joonis 18. Ketastega segamislaotur
(Foto: K. Tamm)

Tabel 7. Ketastega segamisseadmete (paakhaagiseta) hinnad PRIA hinnakataloogi järgi

Haardelaius, m	Seadmete arv kataloogis	Hind, €		
		keskmise	vähim	suurim
3	2	19 750	19 100	20 400
5	4	30 750	22 900	44 200
6	4	34 133	29 400	40 100
7,5	5	39 040	30 500	51 500

Piidega segamislaotur (joonis 19)

- Vedelsõnnik suunatakse ribadena mulla pinnale piide ette, mis ühtlasi kobestavad mulda. Piidega segamislaotamisel ei ole mulla ja vedelsõnniku segamine harimissügavuses ja -laiuses nii ühtlane kui ketastega segamislaotamisel. Segamisintensiivsus sõltub piidel olevate mulda suunavate pindade kujust.
- Piiseadmed võivad tuua pinnale kive. Samuti on piidega seadmel suurem oht ummistumisteks kui põld on kaetud ebahütlaselt laotatud või peenestamata taimejäänustega.
- Eeliseks on hooldust vajavate laagrite puudumine, samuti on piiseadmed kergemad ja odavamad kui ketasseadmed.
- Piidega segamisseadmete haardelaiused on vahemikus 3–7,5 m ning hinnad vahemikus 8 650–15 100 € (tabel 8).

Joonis 19.
Piidega segamislaotur
(Fliegl)



Tabel 8. Piidega segamisestmete (paakhaagiseta) hinnad PRIA hinnakataloogi järgi

Haardelaius, m	Seadmete arv kataloogis	Hind, €		
		keskmise	vähim	suurim
3	1	8 650	–	–
6	1	13 000	–	–
7,5	1	15 100	–	–

Vedelsõnniku avalõhe-sisestuslaotamine

Kamarasse või mulda lõhe lõikamise ketasseadised saab jaotada:

- 1-kettalised, mis võivad olla kas erineva läbimõõduga, kesksuunas paksenevad (joonis 20) või kaldselt paigutatud (joonis 21);
- 2-kettalised, mis lõikavad mulda V-kujulise lõhe (joonis 22);
- 1-kettalised koos V-kujulist lõhet moodustava kiiluga (joonis 23).

Avalõhe-sisestuslaotamise eelised:

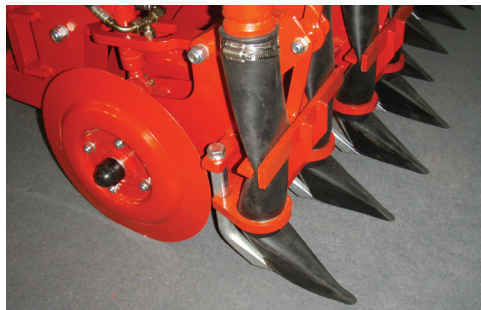
- avalõhe sisestuslaotamist saab kasutada nii põllukultuuride ja rohumaade kasvuagseks vedelsõnnikuga väetamiseks kui laotamiseks juba haritud maale;

- vedelsõnnik suunatakse pinda lõigatud lõhedesse, mistõttu on taimiku saastumine ja sõnnikust ammoniaagi lendumine väiksemad kui lohislaotamisel.

Avalõhe-sisestuslaotamise puudused:

- selle laotamisviisi puhul jääb kamarasse lõigatud lõhe pealt avatuks ja seetõttu on lendumine suurem kui segamislaotamisel;
- soovituslik laotamisnorm sõltuv lõhe ristlõikepindalast ja on enamasti 15–20 m³ vedelsõnnikut hektarile, et välistada sõnniku jäämine mulla pinnale (lõhe üleujutamine);
- kallakuga põldudel on risk sõnniku ärakandumiseks kui lõhed on langussuunalised;

- sisestuslaoturid ei sobi väga kivistele põldudele ning kõvale mullale, kuhu vajaliku sügavusega lõhe lõikamine on problemaatiline või isegi võimatu.



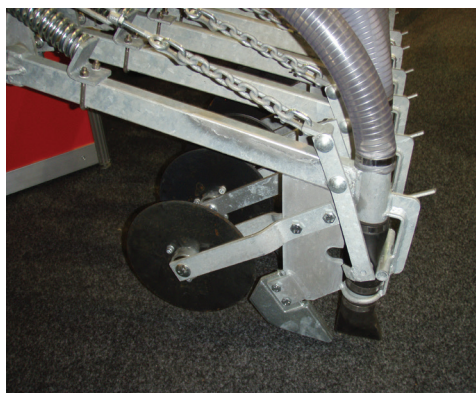
Joonis 20. 1-kettaline kesksuunas paksenev avalõhe-sisestusseadis (Foto: R. Vettik)



Joonis 21. 1-kettaline kaldne avalõhe-sisestusseadis (Foto: R. Vettik)



Joonis 22. 2-kettaline avalõhe-sisestusseadis (Foto: R. Vettik)



Joonis 23. 1-kettaline kiiluga avalõhe-sisestusseadis (Foto: R. Vettik)

Avalõhe-sisestusseadmete haardelaiused on vahemikus 3–8 m ning hinnad vahemikus 14 500–76 400 € (tabel 9).

Tabel 9. Avalõhe-sisestusseadmete (paakhaagiseta) hinnad PRIA hinnakataloogi järgi

Haardelaius, m	Seadmete arv kataloogis	Hind, €		
		keskmine	vähim	suurim
3	2	15 000	14 500	15 500
4	2	21 300	18 000	24 500
5	5	29 500	21 200	38 000
6	11	32 300	15 500	54 800
7	7	40 500	33 200	68 100
8	5	58 700	35 900	76 400

Vedelsõnniku sulglõhe-sisestuslaotamine

Sulglõhe-sisestuslaoturid saab jaotada tööseadiste alusel:

- ketaste ja surverullidega (joonis 24), need on kasutatavad rohumaa del kui taimik on madal;
- piide ja nende taha kinnitatud sõnnikutorudega (joonis 25), kasutatakse enamasti haritava l maal või laia reavahega kultuuridega põllul, sest oht kasvavate taimede juurestikku vigastada on suur.

Sulglõhe-sisestuslaotamise eelised:

- vedelsõnnikulaoturitest on sulglõhe-sisestuslaoturitega väetamisel kõige väiksem ammoniaagi lendumine;
- haisu ei ole laotamise ajal praktiliselt tunda ja kallakuga põldudel on risk sõnniku ärakandumiseks väike.

Sulglõhe-sisestuslaotamise puudused:

- sulglõhe laoturid on väiksema haardelaiusega ja vajavad võimsamaid traktoreid;
- muldaviimise seadis on keerukam;
- vedelsõnniku sügavale mulda viimisel suureneb toiteainete leostumise oht, kui sõnnikut antakse suures koguses taimede aktiivse kasvuaja väliselt (eelkõige sügisel);
- kasutamist piiravad peamiselt mulla omadused – ei sobi kivistele ja savistele (rasketele) muldadele;

- nii nagu avalõhe-sisestuslaoturitel, tuleb ka sulglõhe korral laotamisnormi määramisel arvestada lõhe mahutavusega, et sõnnikut ei jääks põllu pinnale.



Joonis 24. Ketaste ja surverullidega sulglõhelaotur (Pichon)



Joonis 25. Piide ja sõnnikutorudega sulglõheseade (Foto: R. Vettik)

Sulglõhe-sisestusseadmete haardelaiused on vahemikus 3–8 m ning hinnad vahemikus 11 000–35 220 € (tabel 10).

Tabel 10. Sulglõhe–sisestusseadmete (paakhaagiseta) hinnad PRIA hinnakataloogi järgi

Haardelaius, m	Seadmete arv kataloogis	Hind, €		
		keskmise	vähim	suurim
3	3	16 500	11 000	22 000
4	3	23 200	14 600	33 000
6	2	25 900	21 900	30 000
7,5	1	35 200	–	–

Sarnast vedelsõnniku sisestusviisi kasutatakse ribasviljelusel, kus samaaegselt taimeridadele vajalike põlluribade harimisega viiakse sinna ka vedelsõnnik (joonis

26). Seega saab väetatud muld kultuurtaimede kasvupiirkonnas ja mitte reavahed. Võtte eelduseks on võimekus külvata kultuur haritud ja väetatud ribadele.



Joonis 26. Ribasviljeluses kasutatav sõnnikulaotamise seade (Vogelsang)

Üldisi soovitusi orgaanilise väetise laoturite valikuks

Orgaanilise väetise laoturite valikul tuleks silmas pidada:

- ettevõtte vajadusi ja võimalusi;
- nõudeid laoturi töö tulemusele;
- kulusid;
- tehnoloogia keskkonnasõbralikkust;
- kas kasulik on ettevõtte oma laoturi soetamine või teenustöö kasutamine;
- laoturi võimsustarvet ja ettevõtte traktoripargi sobivust;
- töötingimusi ettevõttes;
- tööliste oskuseid.

Asudes uut masinat soetama või olemasolevat välja vahetama tuleb oma vajadused ja võimalused läbi kaaluda. Turul pakutakse praegu häid ja väga häid masinaid, mil igapähele omad eripärad. Soetamisel kokkuhoiu tõttu valimata jäetud funktsiooni lisamine hiljem on kulukas.

Orgaanilise väetise laoturite korral tasub rehkendada, kui põhjendatud on ettevõttesse oma masina soetamine. Töö ei ole enamasti ajakriitiline ning nüüdisaegse ja tootliku masinagregaadiga tehtud teenuse ostmine on väiksemate laotamismahtude juures põhjendatud nii majanduslikust (väiksem ühikukulu) kui keskkondlikust seisukohast (väiksemad heitmekogused laotatud ühiku kohta, täpsem doseerimine, kvaliteetsem töö tänu kogenumale juhile). Teenustöö miinuseks on tööde korraldamise sõltumine teistest (ei saa teha endale kõige sobivamal ajal) ja il-

mastikurisk – planeeritud ajal esinevad ebasobivad ilmaolud halvendavad töö kvaliteeti või teevad selle täiesti võimatuks (näiteks tekitab rööpad liigmärjal mullal töötamisest).

Masina müüjalt on võimalik saada teavet laoturite võimsustarbe kohta. Enamasti antakse vahemik vähimast võimalikust kuni mõistlikes töötingimustes vajalikuni. Kui vähim vajalik enamasti paika peab, siis rasked olud võivad võimsustarbe mitmekordistada. Orienteriks on toodud mõned kirjandusest (DLZ Agrarmagazin) kogutud väärtused tabelis 11. Väärtused on kohandatud Eesti oludele tasandikul. Nõlvadel töötamiseks on vajalik lisavõimsus, samuti tuleb tagada traktori vajalik mass ja veojõud. Tuleb arvestada, et kõikide mulda harivate laotusseadiste korral ületab mullaharimiseks vajalik võimsus masinagregaadid veeretamiseks ületamiseks ja süsteemide käitamiseks vajaliku. Seega on vaja, et põllumehel oleks ülevaade oma hoidlate, ühenduste ja põldude oludest, kus toimub laadimine, sõit ja laotamine ning et masinate mõõdud, massid ja võimekus vastaksid neile tingimustele. Kui põllul on märkimisväärseid kallakuid (>5%), siis võib võimsustarbest olulisemaks saada haardumine. Nii seda kui üldist mullasõbralikkust parandavad rehvirõhu alandamist võimaldavad seadesüsteemid ja alusvankri küliskäiguvõimekus. Eelistada tasub eest tühjeneva paagiga poolhaakemasinaid, kuna nii säilib veduki haardevõime kauem.

Tabel 11. Erinevate sõnnikulaoturite võimsustarve (DLZ Agrarmagazin, 2016)

Laoturi tüüp	Võimsustarve	Kommentaar
Tahesõnnikulaotur	>10 kW kandevõime tonni kohta	Sidusal pinnal, kus rattad ei tekita rööpaid.
Paisklaotur	>8 kW paagi mahutavuse m ³ kohta	Sidusal pinnal, kus rattad ei tekita rööpaid. Määrav võib olla ohutuks tööks vajalik veduki mass.
Lohislaotur	>10 kW paagi mahutavuse m ³ kohta	Sidusal pinnal, kus rattad ei tekita rööpaid.
Piidega segamislaotur	>25 kW haardelaiuse m kohta	Võimsustarve sõltub peamiselt mulla kõvadusest ja töösügavusest.
Ketastega segamislaotur	>35 kW haardelaiuse m kohta	Võimsustarve sõltub peamiselt mulla kõvadusest ja töösügavusest. Ketasseadis vajab piiseadisega võrreldes suuremat töökiirust.
1-kettaline avalõhesisestuslaotur	>15 kW haardelaiuse m kohta	Võimsustarve sõltub peamiselt mulla kõvadusest ja töösügavusest.
2-kettaline avalõhesisestuslaotur	>20 kW haardelaiuse m kohta	Võimsustarve sõltub peamiselt mulla kõvadusest ja töösügavusest.
Sulglõhe-sisestuslaotur	>25 kW haardelaiuse m kohta	Võimsustarve sõltub peamiselt tööseadise ehitusest, aga ka mulla kõvadusest ja töösügavusest.

Olemasoleva traktoriga agregateeritavat töömasinat valides tuleb arvestada traktori omadustega (võimsus, mass, lubatud haagise mass, hüdroväljavõtete arv ja omadused). Kui mõnel tööl (näiteks avalõhe-sisestuslaotamisel) mõjutab töökiirus vaid tootlikkust, siis ketasseadisega segamislaotamisel on nõuetekohase mullaharimise jaoks vajalik vähima etteantud töökiiruse saavutamine, mis ei pruugi alavõimsusliku traktori puhul olla võimalik. Seetõttu tuleb hinnata soetatava masina suurusklassi nii oma planeeritavate töömahtude valguses kui sobivust olemasolevate masinate süsteemi ja kasutusoludesse. Kui osa liikumisest toi-

mub avalikel teedel siis tuleb jälgida, et ei ületataks liiklemiseks lubatud masse ja mõõtmeid. Peamiselt on probleemiks laius, eelkõige suurema kandepinna saamiseks kasutatusel olevate laiade rehvide puhul. Kui masina laius ületab 3 m tuleb vajadusel hankida teeomaniku luba.

Masina lisavarustuse valikul tasub kriitiliselt hinnata juhi võimekust lisaseadmeid rakendada. Keerukad juhtpuldid ja automaatroolimine võimaldavad küll täpset seadistamist ja kõrget tootlikkust, kuid eeldavad kogemusi ja julgust arvutitega suhtlemisel. Kuigi lihtsate mehaaniliste masinate hulk turul väheneb,

peaks iga soovija leidma automaatikava-
ba masina.

Sõltumata valitud masina omadustest saavad need realiseeruda ainult siis, kui juht oskab ja tahab masinat seadistada ja töö kvaliteeti jälgida. Et see õnnestuks, on vaja täpselt ja selgelt koostatud kasutusjuhendit, kuna seadistamise võimalused, ulatus ja viis erinevad tootjati. Juba masina hankimisel tasub kulutada aega reguleerimise hõlpsuse väljaselgitamisele. See on oluline masina vajaliku kompleksuse määramiseks. Enamus nüüdisajal müüdavatest keerukamatest masinatest koostatakse juba tehases vastavalt kliendi soovile. Mistõttu tasub oma vajadused läbi kaaluda ja tellida täpselt vajalik masin, mitte rahulduda esimese ettejuhtuvaga.

Sobivalt valitud ja õigesti seadistatud masin teeb siis kvaliteetse töö, kui seda juhitakse kohusetundlikult ja täpselt. Juhiabistite areng on küll teinud võimalikuks kõrge täpsusega automaatroolimise,

kuid masina viimine tööeele ja takistustest möödaroolimine on endiselt juhi vastutusel. Nagu ka liikumisviisi valik ja tühisõitide tegemine. Eriti viimased võivad oluliselt vähendada masinagregaadi tootlikkust. Suure haardelaiusega seadmete puhul on märkimisväärne haardelaiuse võimalikult täieliku ärakasutamise mõju tootlikkusele. Ülekatete vältimine vähendab keskkonna koormust ning taimede kasvuolude ebahühtlust. Paisklaoturitel määrab nõutud ristsuunalise ühtluse saavutamiseks vajaliku ülekatte ulatuse valmistaja. Orgaanilise väetise reaslaoturite puhul ei ole ülekattega töötamine põhjendatud, mistõttu automaatroolimissüsteemi sisestatud haardelaius peaks olema võrdne masina haardelaiusega. See peab tagama ühtlase reavahe ka töökäikude puutevahes. Ettenähtust suurema eelaiusega töötamisel tekkiv vahelejätt halvendab taimede kasvutingimusi ja seda tuleb vältida. Lubatav on kuni kahekordne naaberseadiste vahe laiune töötlemata riba töökäikude vahel.

Soovitused efektiivseks ja keskkonnasõbralikuks sõnnikukäitluseks

Eesti ja Läti koostööprojekti GreenAgri pilotprogrammi raames koostatud aruandes on esitatud ka arvutustulemused sõnnikulaotamistehnoloogiate kasutamise kulude kohta lähtuvalt ettevõtte suurusest, loomakasvatussuunast ja laotamistehnoloogiast. Vaatluse all olid näidissettevõtted

kolmes suurusklassis (tabel 12) ja nelja tootmissuunaga: piimakarja-, sea-, lihaveise- ja lambakasvatuse ettevõtted. Selgitati ka, et millistes näidissetevõtetes tasub kasutada oma masinaid ja millistes on kasulikum kasutada laotamisteenust.

Tabel 12. Ettevõtete suurusklassid, mille kohta arvutused tehti

Piimakarjakasvatus	Seakasvatus	Lihaveisekasvatus	Lambakasvatus
piimalehmade arv	nuumakohtade arv	ammlehmade arv	lammaste arv
100	2 000	30	50
300	5 000	50	100
900	10 000	100	300

Detailsem ülevaade tulemustest on esitatud aruandes. Aruanne on kättesaadav Eesti Põllumajandus-Kaubanduskoja kodulehelt rubriigist GreenAgri. Osaliselt on neid tulemusi kasutatud ka järgnevate soovitude koostamisel.

Vedelsõnnik

[Taimejäänuste või haljasväetisega kaetud põllumaa](#)

Koristusjärgsel kõrrepõllu harimisel on soovitatav anda enne taliviljade külvi

lämmastikku 20–30 kg ha⁻¹ põhu lagundamiseks (Väetamise ABC) - mida rohkem põhku, seda rohkem vajavad orgaanikat ümbertöötlevad organismid lämmastikku. Sõnniku puhul tuleks antud juhul arvestada orgaanilises aines sidumata ammooniumlämmastikuga. Kui veise vedelsõnnik sisaldab kuupmeetris 1,3 kg ammooniumlämmastikku ja segamislaotamisel lendumine on 5% (tabel 12), siis hektarile 20 kg ammooniumlämmastiku andmiseks tuleks laotada 16,2 t vedelsõnnikut ($30/1,3/(1-0,05)=16,2 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$). 30 kg lämmastiku andmiseks tuleks laotada

siis $24,3 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, seega orienteeriv laotamisnormi vahemik on $15\text{--}25 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. Ketastega segamislaotamine võimaldab ühe töökäiguga taimejäänuste või haljastise muldaviimist ja vedelsõnniku laotamist. Tulemuseks on harimissügavuses ühtlaselt segatud muld, sõnnik ja eelvilja taimejäänused. Vedelsõnnik segatakse mulla ja taimejäänustega, tänu sellele ammoniaagi lendumine on väike ja haisu ei ole praktiliselt tunda. Vedelsõnnik ei satu ka liiga sügavale mulda ja tärkavad taimed saavad mõne nädala pärast hakata kasutama ülemises pinnasekihis olevaid toitaineid.

Teine võimalus on kasutada lohisvooliklaoturit. Hapestamata vedelsõnniku korral on ammoniaagi lendumise oht suur ja seetõttu on laotamisjärgselt nii ruttu kui võimalik vaja teostada eraldi tööna muldharimine.

Põllumaa suviviljade külvi eel

Piidega sulglõhe sisestuslaotur sobib kevadiseks esimeseks mullaharimiseks, kui enamus eelvilja taimejäänustest on kõdunenud ja soovitakse taimede kasvuperioodiks viia vedelsõnnikuga mulda suuremat toiteainete varu. Sulglõhe-sisestusel on ammoniaagi lendumine väga väike ja seetõttu on see sobivaim laotamisviis ammoniaagi lendumiseks soodsate ilmastikuolude korral.

Kui aga põld on kaetud eelvilja taimejäänustega ja on oht piide ummistumiseks, siis on soovitatav ka kevadel kasutada ketastega segamislaotamist.

Kolmas variant on kasutada lohisvooliklaoturit. Hapestamata vedelsõnniku korral on ammoniaagi lendumise oht suur ja seetõttu on laotamisjärgselt nii ruttu kui võimalik vajalik teha eraldi tööna mullaharimine.

Rohumaa või kasvavate kultuuridega põld

Vedelsõnniku laotamiseks sobivad lohisvooliklaoturid ja avalõhe-sisestuslaoturid. Majandusarvutuste alusel on lohisvooliklaotamine odavam ammoniaagi lendumiseks ebasoodsate tingimuste (vt Ilmastikutingimused allpool) korral. Kui aga tingimused on ammoniaagi lendumiseks soodsad, nagu on enamasti suvepäevadel, siis on soovitatav avalõhe-sisestuslaotamine. Alternatiiviks on kasutada vedelsõnniku hapestamist.

Avalõhe-sisestuslaotamisel on soovituslik laotamisnorm $15\text{--}20 \text{ m}^3$ vedelsõnnikut hektarile. Kui kettad on keskelt paksemad või järgneb lõikekettale kiil, siis on maksimaalne laotamisnorm 30 m^3 . Suurema normi korral ei mahu vedelsõnnik lõhedesse ja jääb maapinnale.

Rohumaadele sõnniku laotamisel tuleb silmas pidada, et see peaks saama tehtud vähemalt kuus nädalat enne rohu niitmist, tagamaks puhast taimikut. Jälgida töökultuuri, et laotatav materjal ei tilguks taimedele.

Ammoniaagi lendumisest tingitud keskmine lämmastikukadu sõltuvalt laotamistehnoloogiast on esitatud tabelis 13.

Tabel 13. Keskmise ammooniumlämmastiku kadu erinevate laotamistehnoloogiate korral

Laotamistehnoloogia	NH ₄ -N kadu, %
Vedelsõnnik	
Paisklaotamine, muldasegamist ei järgne	70
Paisklaotamine, muldasegamine 12 tunni jooksul	55
Lohislaotamine, mullaga segamist ei järgne	24
Lohislaotamine, muldasegamine 12 tunni jooksul	10
Lohislaotamine kasvavatele taimedele (taimiku kõrgus on 10–30 cm)	20
Düüsigi lohislaotamine kasvavatele taimedele (taimiku kõrgus on üle 8 cm)	18
Avalõhe-sisestuslaotamine rohumaal	10
Segamislaotamine	5
Sulgõhe-sisestuslaotamine rohu- või põllumaal	1
Tahesõnnik	
Paisklaotamine, kohe viiakse mulda	15
Paisklaotamine, 4 tunni pärast viiakse mulda	30
Paisklaotamine, 24 tunni pärast viiakse mulda	50
Paisklaotamine, mulda ei viida	60

Transport põllule

Vedelsõnniku laoturid on kallid ja neid peaks võimalikult palju rakendama nende põhitööl - vedelsõnniku laotamisel. Vedelsõnniku vedu hoidlast põllule on odavam eraldi paakhaagistega, kuna need ei ole koormatud laotamiseadmega ja liiguvad teedel kiiremini kui laotur. Arvutuste kohaselt on vedelsõnniku paakhaagiste kasutamine umbes 0,5–0,6 € m⁻³ odavam kui laoturiga hoidlast põllule vedu ja laotamine.

Sobiva vahemaa ja maastiku (ei ole häirivaid takistusi, sõiduteid või asulaid) korral tasub alternatiivse võimalusena kalkuleerida vedelsõnniku torustranspordi maksumust.

Et vähendada nii laoturi kui paakhaagise ooteaegasid, on soovitatav põllul kasutada vahemahuteid. Vedelsõnniku laoturi ja vahemahuti ühenduseks saab kasutada ka vooliktoidet. Sellisel juhul saab laotur seisakuteta töötada seni kuni vahepaagis vedelsõnnikut on. Põllu servades, kus enamasti laoturi paaki täidetakse, sõidetakse korduvalt ja seal esineb mulla oluliselt suurem tihenemine. Tihenunud alad vajavad täiendavat kobestamist. Vooliktoite korral ei ole laoturil oma paaki ja maapinda tallatakse kogu põllu ulatuses hajutatumalt.

Laotamisnorm hektarile

Arvutused näitavad, et veise vedelsõnniku laotamisnormi 50 m³ ha⁻¹ korral on kulud

laotamisele väiksemad kui laotamisnormi $30 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ korral. Põhjuseks on see, et suurema keskmise normi korral on laotamiseks vaja vähem põllupinda ja seetõttu on eeldatud, et veokaugus hoidlast põlluni on lühem. Lisaks on tööaja kasutus efektiivsem, sest põllu otstes on pööreid vähem. Sealjuures tuleb aga laotamisnormi valikul silmas pidada veeseadusega sätestatud piiranguid ja agronoomilist otstarbekust. Samuti on oluline, et võimalikult vähe sõnnikut jääks laotamisjärgselt põllu pinnale et minimeerida ammoniaagi lendumist ja sõnniku ärakandumist.

Ka tahesõnniku ja sügavallapanusõnniku koguste puhul tuleb arvestada sõnniku toiteainete sisaldusega. Toiteainete sisaldus on tahesõnnikus kõrgem kui vedelsõnnikus ja seetõttu on tahesõnnikut võimalik külvikorras vähem kasutada kui vedelsõnnikut. Kui lamba tahesõnnik sisaldab keskmiselt näiteks tonni kohta 1,5 kg P, siis seega võib viie aasta keskmisena aastas kasutada kuni 16,7 t sõnnikut hektarile.

Teenustöö kasutamine

Sõnnikulaoturite tasuvusaeg on seda lühem, mida suurem on vedelsõnniku kogus ettevõttes. 100 lehmaga piimafarmis on nii lohisvoolik- kui ka avalõhe-sisesusseadmega laoturite tasuvusaeg üle 50 aasta. 900 lehmaga ettevõttes on tasuvusaeg aga alla 4 aasta.

Kui põllumees kavandab investeringuid sõnnikulaoturite soetamiseks, siis on soovitatav leida sõnniku käitlemise kulud oma masinate korral ja võrrelda tulemust teenusepakkujate teenustöö hinnaga.

Väiksemate ettevõtete korral on teenusepakkujate teenustöö hind sageli odavam oma laoturitega laotamise hinnast.

300 piimalehmaga ettevõttes on vedelsõnniku käitluskulud madalaimad kui vedelsõnnik veeti põllule ja laotati oma laoturiga. Kui kasutati paakautodega põllule ettevõtte teenust, siis olid vedelsõnniku käitluskulud madalaimad 900 lüpsilehmaga ettevõttes. 100 piimalehmaga ettevõttes olid käitluskulud oma laoturiga nii suured, et odavam oli kasutada vedelsõnniku laotamise täisteenust.

Poolvedel sõnnik

Tehnoloogilisest seisukohast on soovitatav vältida poolvedelat sõnnikut (12–20%), sest see ei ole hästi pumbatav ega ka virnastatav ning on raske laotada nii vedelsõnniku- kui ka tahesõnniku laoturiga. Seetõttu on soovitatav poolvedel sõnnik separeerida tahkeks ja vedelaks fraktsiooniks.

Separeerimata poolvedelat sõnnikut on sobivaim laotada kinnise põhja ja tiheda vootõkkega universaallaoturiga.

Tahesõnnik

Tahesõnniku laotamiseks on soovitatavad püstbiitrite ja laotamisketastega laoturid. Neil on suurem haardelaius ja parem laotamisühtlikkus kui rõhtbiitritega laotamisketasteta laoturitel. Soovitatav on kasutada laotamisseadme ees oleva vootõkkega või tagaluugiga laotureid, et vältida sõnniku mahapudenemist veol.

Digestaat

Biogaasijaamadest saadav digestaat on oma füüsikalistelt omadustelt lähedane vedelsõnnikule, mistõttu kehtib kõik varemõeldu. Oluline on vastavalt toitainete sisaldusele kontrollida ja vajadusel korrigeerida väetusplaani. Digestaadil puudub vedelsõnnikule omane terav lõhn, kuid sellest hoolimata on oht toitainete lendumiseks.

Ilmastikutingimused

Soodne ilm sõnnikulaotamiseks on niiske, tuulevaikne, pilvine ja jahe. Pind ei tohi olla külmunud, lumega kaetud ega üleujutatud. Vältida tuleks ka laotamist kaldsele põllule tugeva vihma ajal, sest sõnniku ärakandumise oht on suur.

Soovitused sõnnikuproovi võtmise kohta

Sõnnikuproov tuleks võtta sellisest sõnnikust, mis on laotamiseks valmis. Vedelsõnnikust, mis segatakse enne laotamist, peaks proovi võtma pärast sõnniku segamist. Proovi peaks võtma vähemalt viies korduses, hoidla mitmest punktist ja erinevatest sügavustest. Proovid segatakse ühes nõus, sealt võetakse keskmine proov, mida hoitakse hermeetilises pakendis jahedas kuni antakse analüüsimisele. Sel juhul on suurem tõenäosus saada andmeid, mis kajastavad laotatava sõnniku omadusi keskmiselt ja millega saab arvestada väetamisplaani tegemisel.

MÄRKMED

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

MÄRKMED

A series of 20 horizontal dotted lines for writing notes.

