

Tehnoloogiate võrdleva uuringu tutvustus

Kalvi Tamm, Raivo Vettik, Taavi Võsa
ETKI, Agrotehnoloogia osakond

Sõnniku klassifikatsioon:

Põllumajandusministri määrusega (Põllumajandusministri määrus nr 71, 2014) on liigitatud sõnnik selles sisalduva kuivaine (KA) massiprotsendi järgi:

- | | |
|------------------------|-------------|
| 1) vedelsõnnik | KA < 8; |
| 2) poolvedelsõnnik | KA 8 - <20; |
| 3) tahesõnnik | KA 20 - 25; |
| 4) sügavallapanusõnnik | KA > 25. |

Sõnniku omadused:

Tabel 1. Sõnniku kuivaine, NPK ja ammooniumlämmastiku (NH₄⁺) sisaldused ning rahaline väärtus Põllumajandusuuringute Keskuses aastatel 2009-2015 analüüsitud sõnnikuproovides

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	4,42
Veise poolvedel sõnnik	482	14,8	4,2	1,0	0,9	3,1	6,72
Veise tahesõnnik	140	21,9	5,4	0,7	1,2	4,1	8,79
Veise sügavallapanusõnnik	76	30,2	5,9	0,5	1,4	4,8	9,95
Sea vedelsõnnik	146	4,0	3,8	2,6	0,8	1,6	5,25
Sea poolvedel sõnnik	37	13,4	6,8	3,2	2,3	2,5	10,48
Sea tahesõnnik	8	22,5	7,6	1,8	3,4	4,6	14,20
Sea sügavallapanusõnnik	13	28,9	7,7	2,0	2,8	4,8	13,49
Kana vedelsõnnik	2	5,4	4,5	2,3	1,5	1,8	7,00
Kana poolvedel sõnnik	4	13,0	9,0	4,1	3,3	4,6	15,15
Kana tahesõnnik	2	23,5	10,2	4,9	1,9	2,6	12,58
Kana sügavallapanusõnnik	36	44,3	21,4	5,5	7,4	9,8	34,54
Lamba tahesõnnik	6	21,6	6,8	0,3	1,5	6,3	11,81
Lamba sügavallapanusõnnik	11	38,4	8,2	0,7	1,8	8,7	14,97

Sõnniku rahalise väärtuse leidmine:

Tabel 2. Arvutustes kasutatud mineraalväetisteks kasutatud mineraalväetised ja nende põhjal leitud elementide hinnad

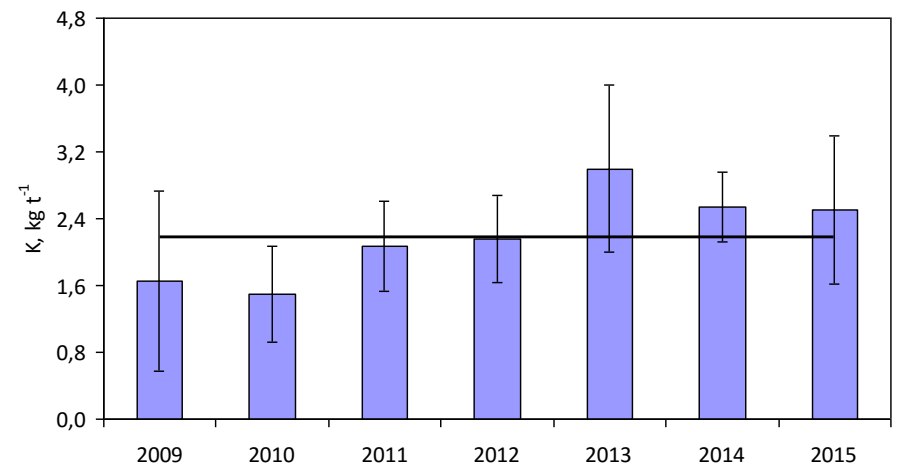
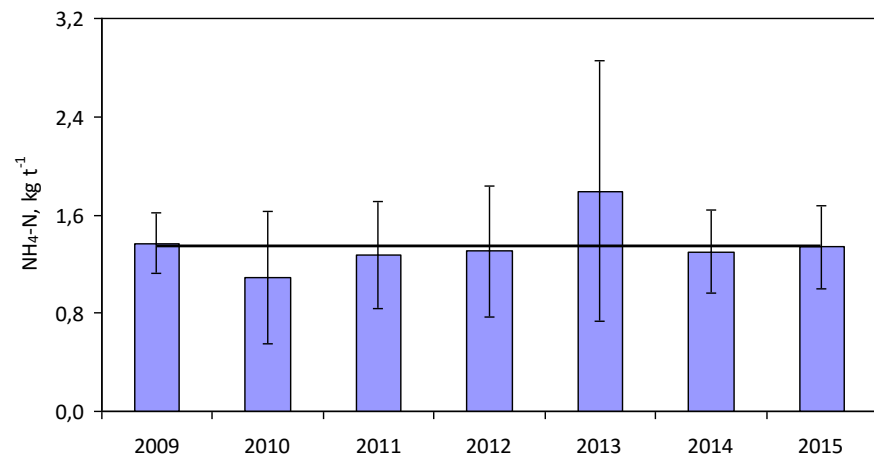
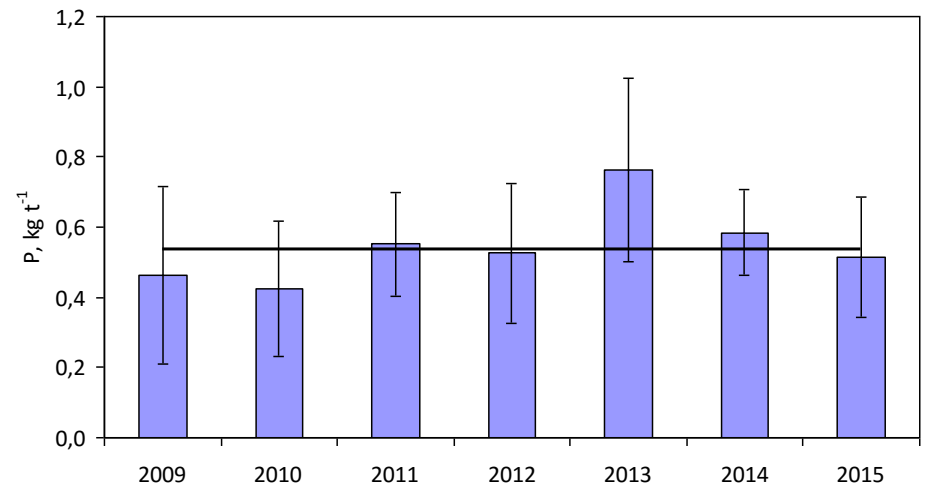
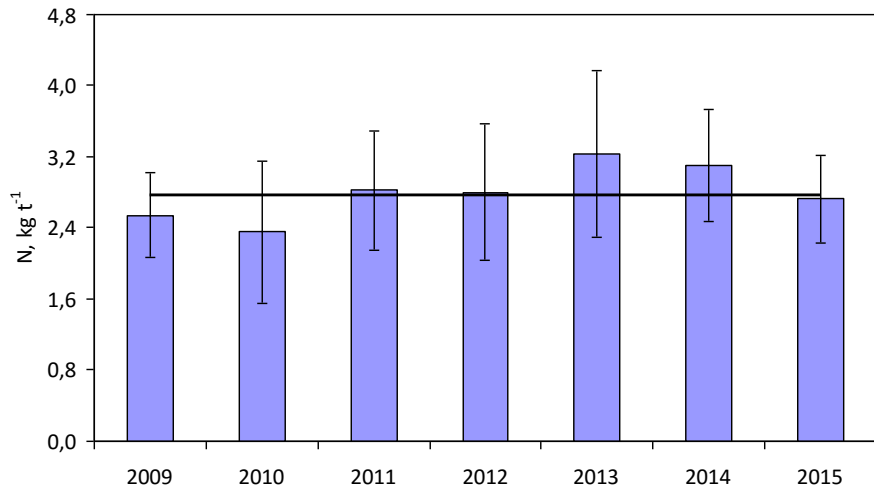
Element	Väetis	Väetise hind, € km-ta	Elemendi sisaldus, %	Hinna arvutus	Elemendi hind, € kg ⁻¹
N	Ammooniumitraat	268	34,5	$268 : 34,5 : 10 =$	0,78
K	Kaaliumkloriid	340	$61 \times 0,83 = 50,6$	$340 : 50,6 : 10 =$	0,67
S	WIGOR S 90	355	90	$301 : 90 : 10 =$	0,39
P	NPK15-15-15+11S	338	$15 \times 0,44 = 6,6$	$(338 - (0,78 \times 10 \times 15) - (0,67 \times 10 \times 15 \times 0,83) - (0,39 \times 10 \times 11)) : (6,6 \times 10) =$	1,43

Sõnniku hinna leidmiseks summeritakse elementide sisalduse ja hinna korrutised. Näiteks veise vedelsõnniku hind NPK järgi on $(2,8 \times 0,78) + (0,5 \times 0,67) + (2,2 \times 1,43) = 4,37 \text{ € t}^{-1}$.

Arvestatud ei ole:

- muude elementide sisaldusi, pH-d
- mullaparanduslikku toimet (mikrobioloogilisele aktiivsusele, struktuursusele)
- kahjulikke mõjusid (umbrohuseemned, ravimijäägid, sõnnikus olevad jätmed)

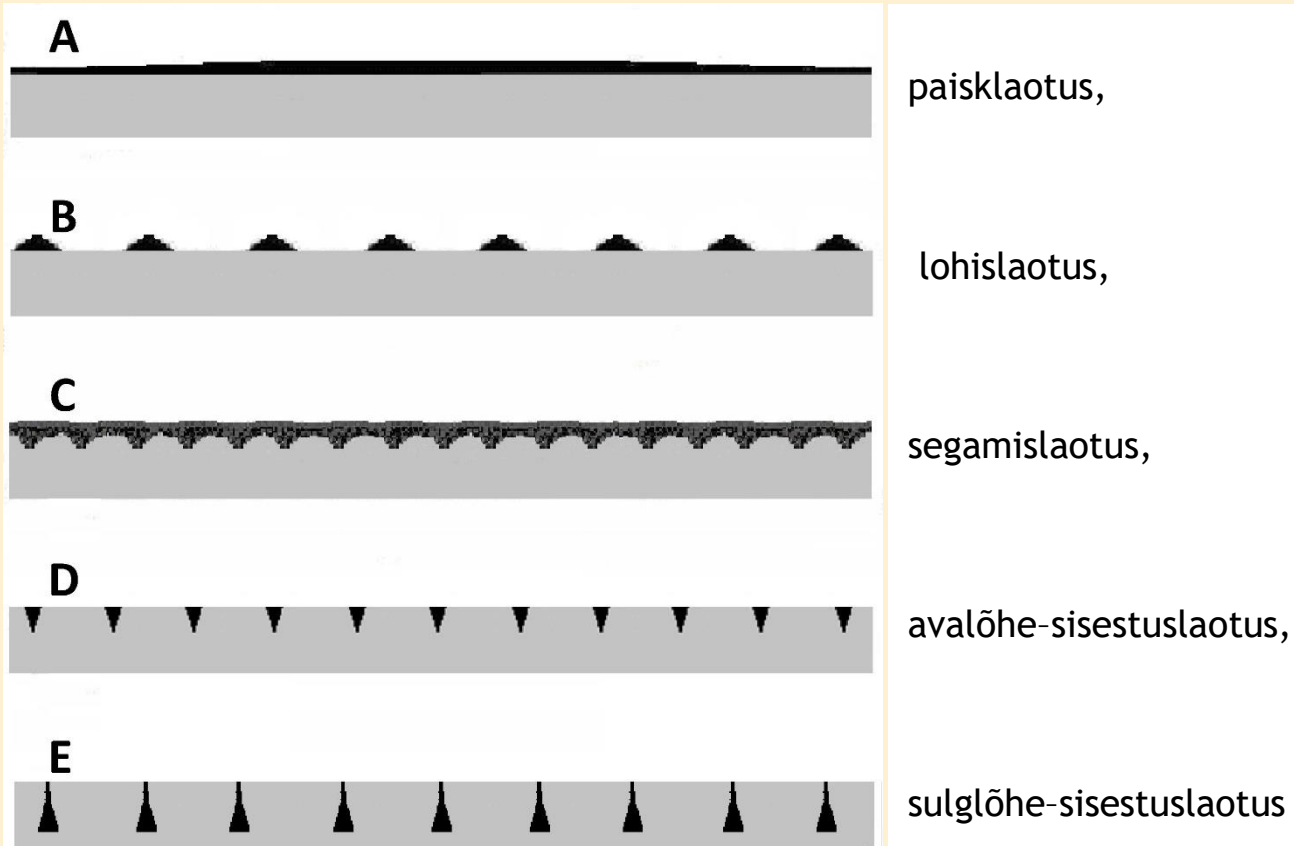
Veise vedelsõnniku omaduste muutus 2009-2015



Ammoniaagi lendumine erinevatel käitlusetappidel

- Laudas
- Hoiustamisel
- Segamisel
- Laotamisel ja pärast põllul

Vedelsõnniku laotusviisid



Joonis 2. Vedelsõnniku paiknemine künnikihi ristlõikes erinevate laotustehnoloogiate korral



Foto: R. Vettik

Lohislaotus, millele ei järgne mullaga segamine $\text{NH}_4\text{-N}$ kadu **20-80%**, 12 h mulda **8-32%** (rohumaal **8-50%**).

Allikas: ELi uuringu ALFAM (Ammonia Losses from Field Applied Manure) lõpparuanne



Foto:
Zunhammer

Lohisdüüslaotus kasvavatele taimedele (taimiku kõrgus vähemalt 10 cm) $\text{NH}_4\text{-N}$ kadu **5-30%**. Allikas: ELi uuringu ALFAM (Ammonia Losses from Field Applied Manure) lõpparuanne



*Fotod:
R. Vettik*



Foto: R. Vettik

Avalõheseadis rohumaal $\text{NH}_4\text{-N}$ kadu **1-25%**.

Allikas: ELi uuringu ALFAM (Ammonia Losses from Field Applied Manure) lõpparuanne



*Fotod:
R. Vettik*



Fotod:
R. Vettik

Survelaotus - $\text{NH}_4\text{-N}$ kadu **10-45%**. Allikas: ELi uuringu ALFAM
(Ammonia Losses from Field Applied Manure) lõpparuanne



Foto: K. Tamm

Segamisseadis põllumaal $\text{NH}_4\text{-N}$ kadu 2-12%.

Allikas: Thompson, R.B. & Meisinger, J.J. 2002. Management factors affecting ammonia volatilization from land-applied cattle slurry in the Mid-Atlantic USA



Foto: Pichon

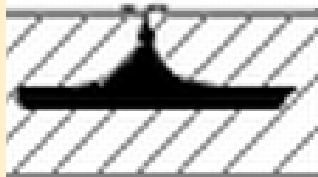
Sulglõheseadis rohumaal $\text{NH}_4\text{-N}$ kadu 0-3%.

Allikas: ELi uuringu ALFAM (Ammonia Losses from Field Applied Manure) lõpparuanne



Foto: Joskin

Sügav muldaviimine (15-20 cm) põllumaal $\text{NH}_4\text{-N}$ kadu 0-3%. Allikas: ELi uuringu ALFAM (Ammonia Losses from Field Applied Manure) lõpparuanne



*Foto:
R. Vettik*



Foto: Houle

Ribasharimine vedelsõnniku muldaviimisega

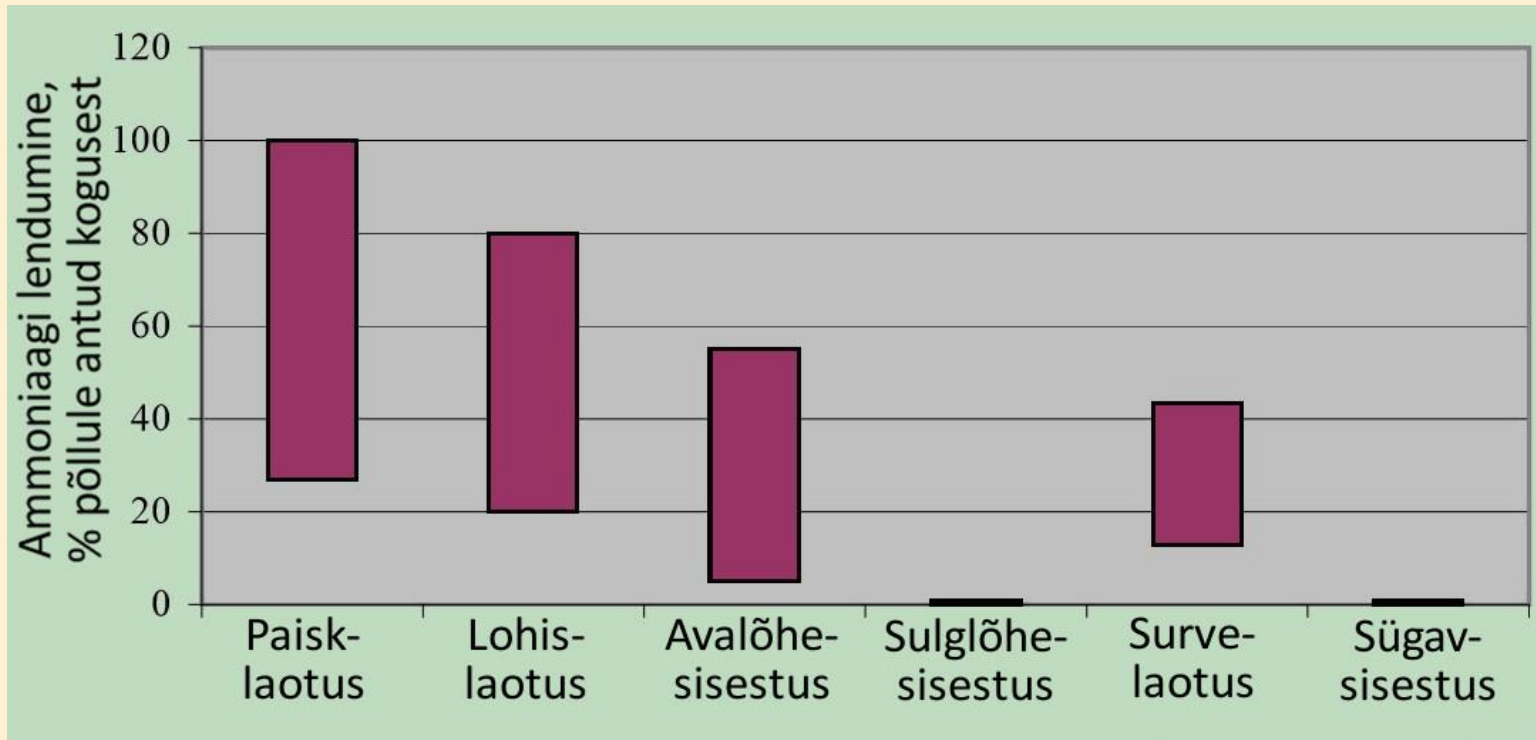


Vogelsang XTill, foto Vogelsang



Kverneland Kultistrip,
foto Kverneland

Ammoniaagi lendumine erinevate laotuviiside korral



Joonis 3. Summaarne ammoniaagi lendumine (% põllule antud kogusest) põllule antud vedelsõnnikust erinevate laotusviiside korral. [Lohislaotus=lohisvoolik ja düüsidega lohisvoolik] (ALFAM report, 2001).

Ammoniaagi lendumist soodustavad:

- Suurem vedelsõnniku ja mulla pH
- Suurem vedelsõnniku KA ja $\text{NH}_4\text{-N}$ sisaldus
- Kõrgem mulla ja õhu temperatuur
- Intensiivsem päikese kiirgus;
- Tugevam tuul
- Suurem laotusnorm, pinnale või pinna lähedasel
- Väiksem taimiku/taimejäänuste tihedus ja kõrgus
- Väiksem mulla ja õhu niiskus
- Vedelsõnniku õhku pihustamine ja pinnale laotamine

Kulude võrdlus erinevate laotusviiside korral

Veise vedelsõnnik, 30 t/ha

Laotamisviis	Vedelsõnniku käitlemise kulu, € ha ⁻¹	Ammoonium- lämmastiku kadu*, %	N kadu, kg ha ⁻¹	Täiendava N- väetisega seotud kulu, € ha ⁻¹	Käitlemine + N kadu, € ha ⁻¹
Paisklaotamine	66	34-100	13-39	10-30	76-96
Paisklaotamine, 12 h jooksul mullaga segamine	66 + 18	26-79	10-31	8-24	92-108
Lohislaotamine	84	20-80	8-31	6-24	90-108
Lohislaotamine, 12 h jooksul mullaga segamine	84 + 18	8-32	3-12	2-9	104-111
Lohislaotamine rohu- maal (taimik >10 cm)	84	8-50	3-20	2-16	86-100
Lohisdüüslaotamine rohumaal (taimik >10 cm)	88	5-30	2-12	2-9	90-97
Avalõhe sisestamis- laotamine	92	1-25	1-10	1-8	93-100
Segamislaotamine	95	2-12	1-5	1-4	96-99
Sulglõhe sisestamis- laotamine (põllumaa)	93	0-3	0-1	0-1	93-94
Sulglõhe sisestamis- laotamine (rohumaal)	96	0-3	0-1	0-1	96-97

* Lämmastiku (NH₄-N) kao protsendid ELi uuringu ALFAM lõpparuandest (ALFAM raport, 2001) ja Huijsmans 2003. a dissertatsioonist

Keskmine veokaugus 3 km, vedelsõnniku põllule ettevedu, vedelsõnniku aastakogus 20 000 t, vedelsõnniku paakhaagis 15 m³ ja veise vedelsõnniku (NH₄-N 1,3 kg t⁻¹) laotusnorm 30 t ha⁻¹, kuna rohkem ei mahu avalõhesse.

Kulude võrdlus erinevate laotusviiside korral

Sea vedelsõnnik, 25 t/ha

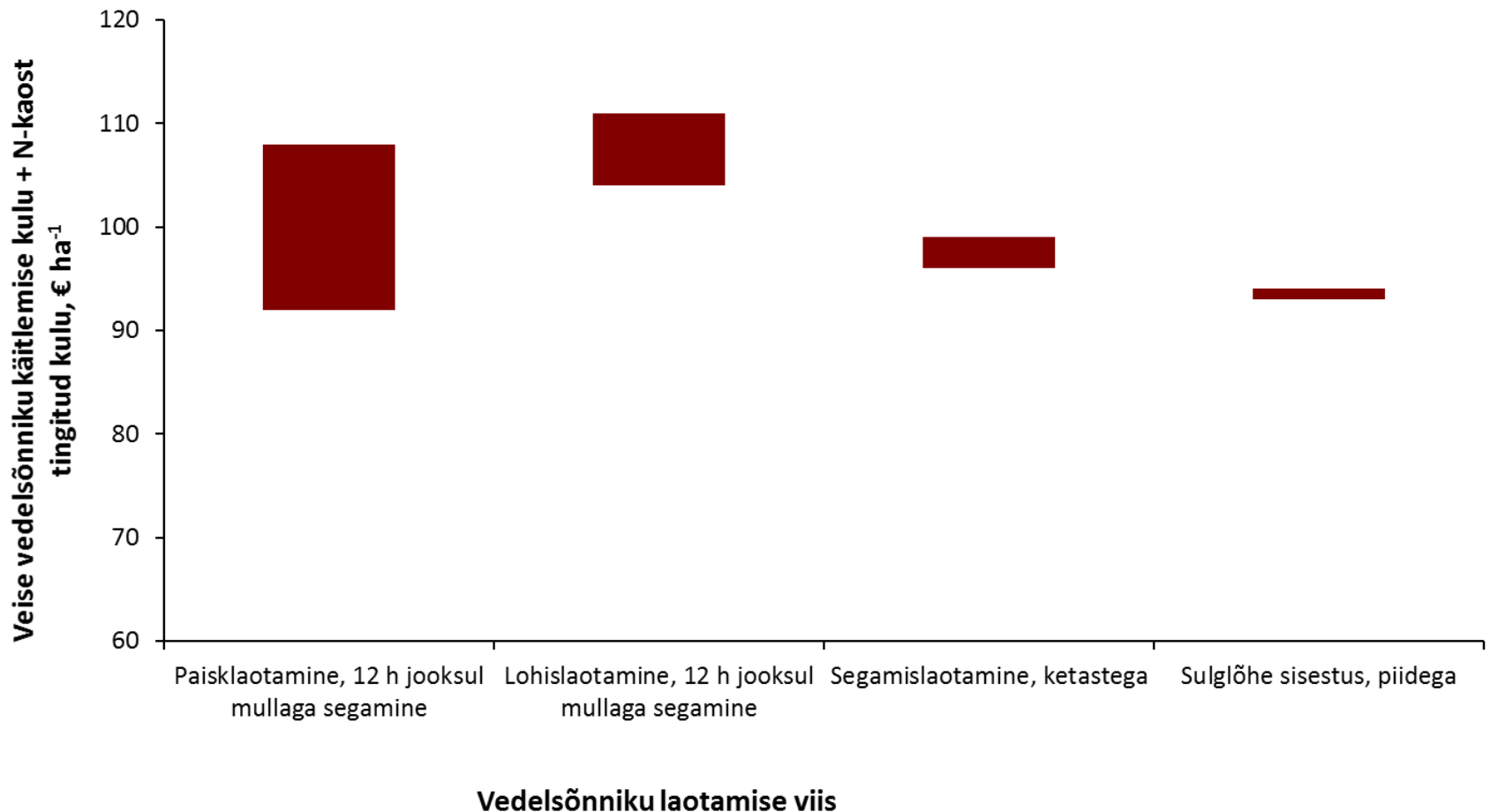
Laotamisviis	Vedelsõnniku käitlemise kulu, € ha ⁻¹	Ammoonium- lämmastiku kadu*, %	N kadu, kg ha ⁻¹	Täiendava N- väetisega seotud kulu, € ha ⁻¹	Käitlemine + N kadu, € ha ⁻¹
Paisklaotamine	56	34-100	22-65	17-51	73-107
Paisklaotamine, 12 h jooksul mullaga segamine	56 + 18	26-79	17-51	13-40	87-114
Lohislaotamine	70	20-80	13-52	10-41	80-111
Lohislaotamine, 12 h jooksul mullaga segamine	70 + 18	8-32	5-21	4-16	92-104
Lohislaotamine rohu- maal (taimik >10 cm)	70	8-50	5-33	4-26	74-96
Lohisdüüslaotamine rohumaal (taimik >10 cm)	74	5-30	3-20	2-16	76-90
Avalõhe sisestamis- laotamine	78	1-25	1-16	1-13	79-91
Segamislaotamine	81	2-12	1-8	1-6	82-87
Sulglõhe sisestamis- laotamine (põllumaa)	80	0-3	0-2	0-2	80-82
Sulglõhe sisestamis- laotamine (rohumaal)	83	0-3	0-2	0-2	83-85

* Lämmastiku (NH₄-N) kao protsendid ELi uuringu ALFAM lõpparuandest (ALFAM raport, 2001) ja Huijsmans 2003. a dissertatsioonist

Keskmine veokaugus 3 km, vedelsõnniku põllule ettevedu, vedelsõnniku aastakogus 20 000 t, vedelsõnniku paakhaagis 15 m³ ja veise vedelsõnniku (NH₄-N 2,6 kg t⁻¹) laotusnorm 25 t ha⁻¹, kuna rohkem ei saa anda P piirangu tõttu.

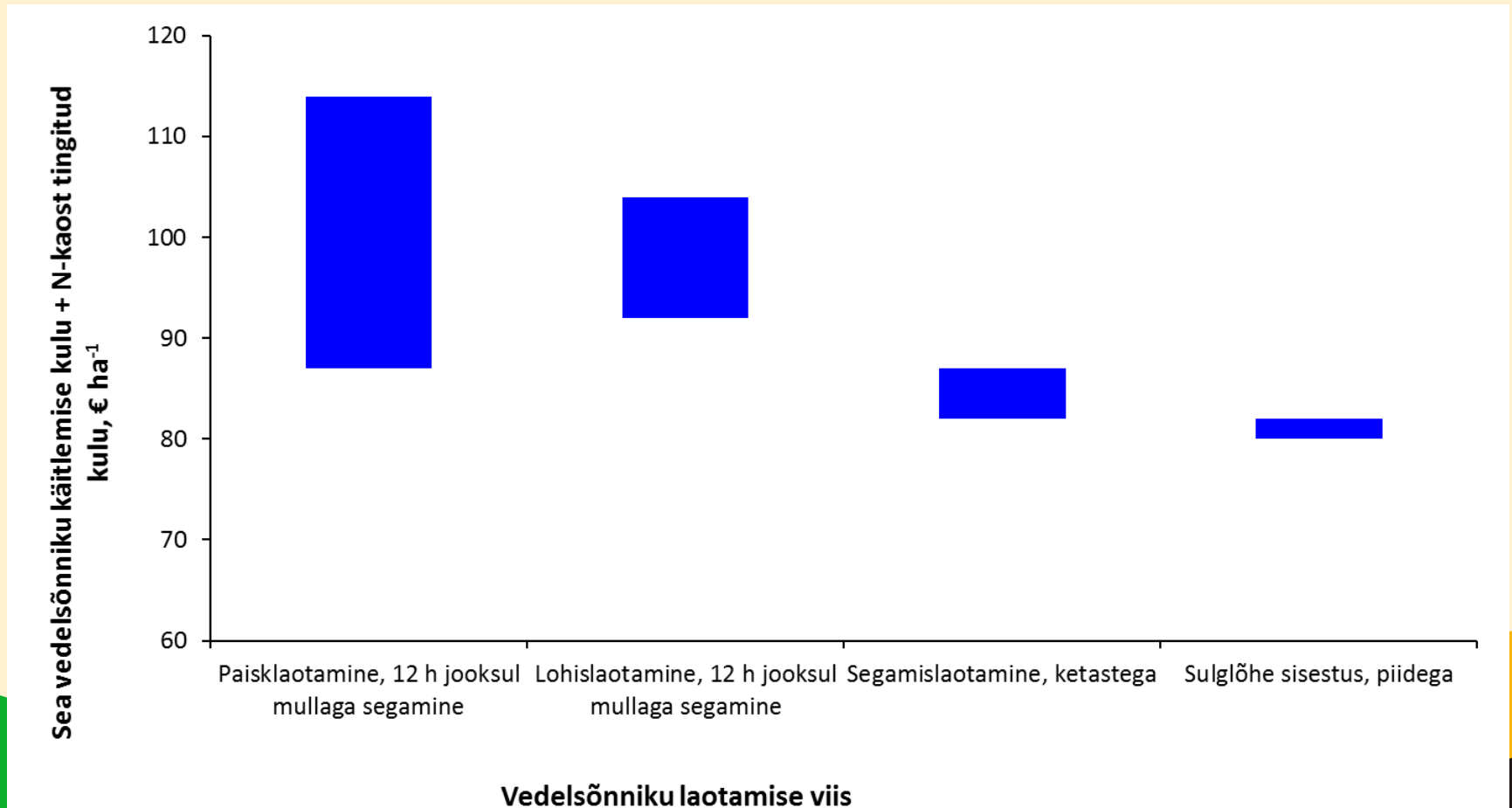
Kulude vahemik erinevate laotusviiside korral põllumaale

Veisesõnnik 30 t/ha

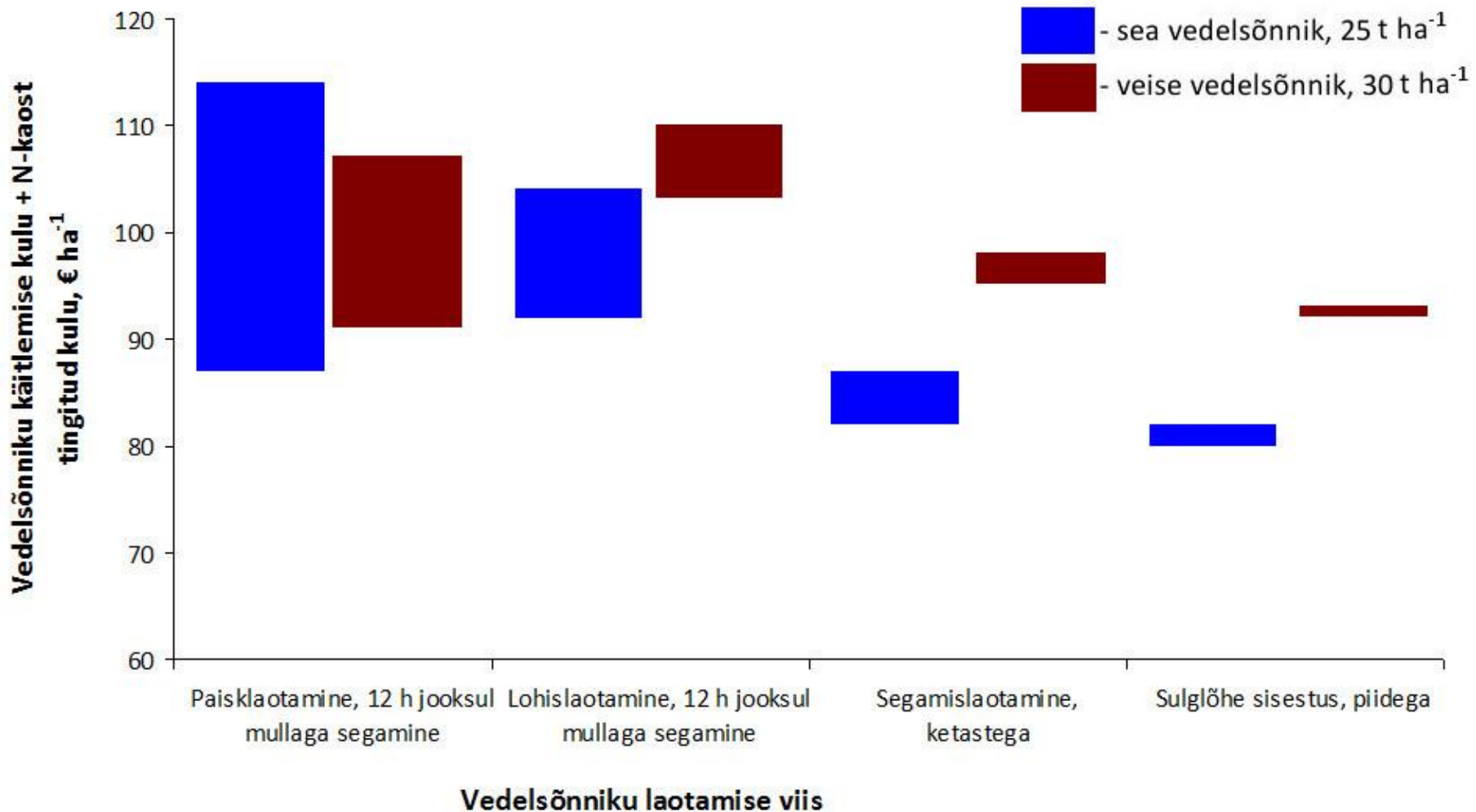


Kulude vahemik erinevate laotusviiside korral põllumaale

Seasõnnik 25 t/ha

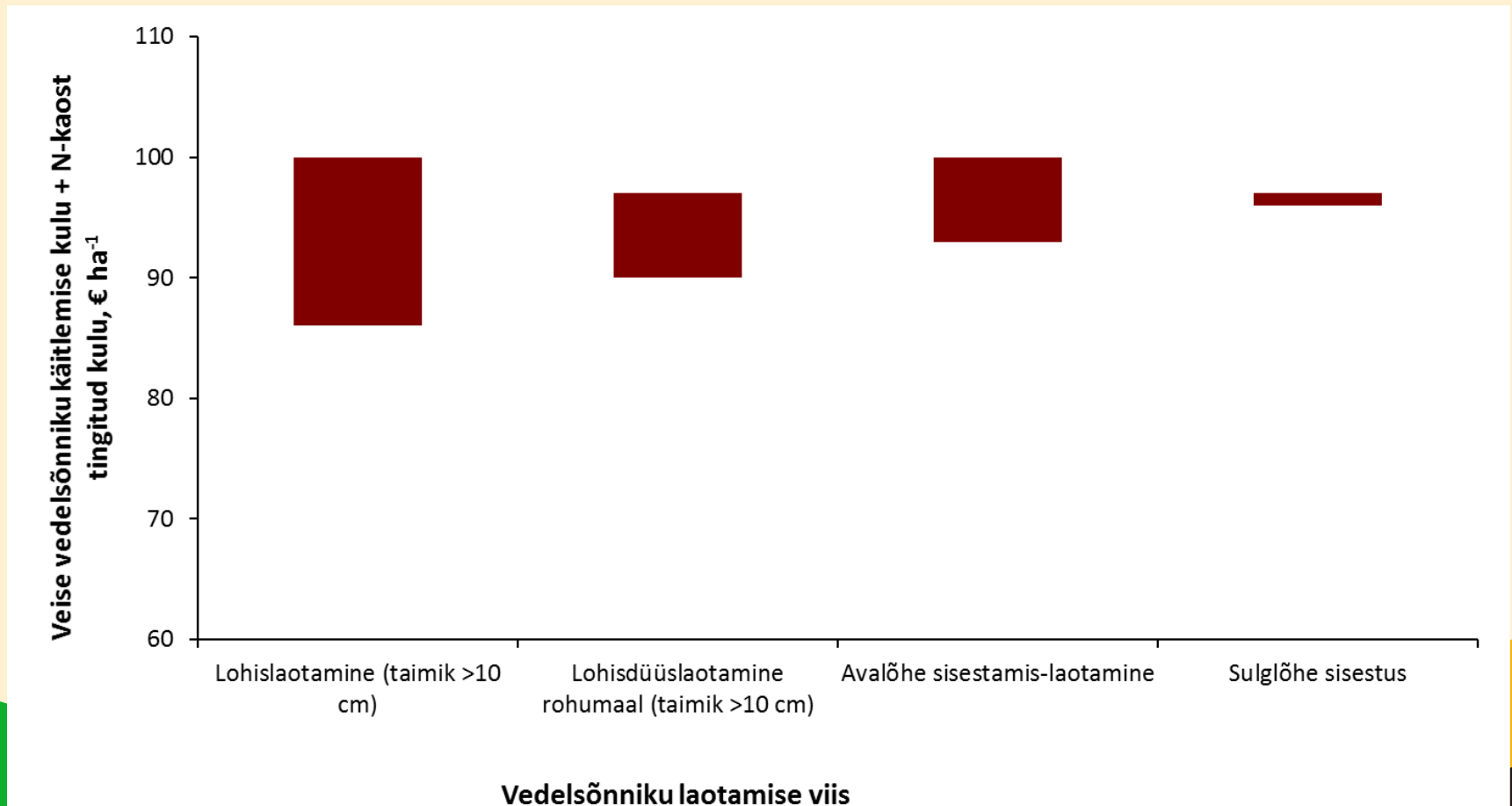


Kulude vahemik erinevate laotusviiside korral põllumaale



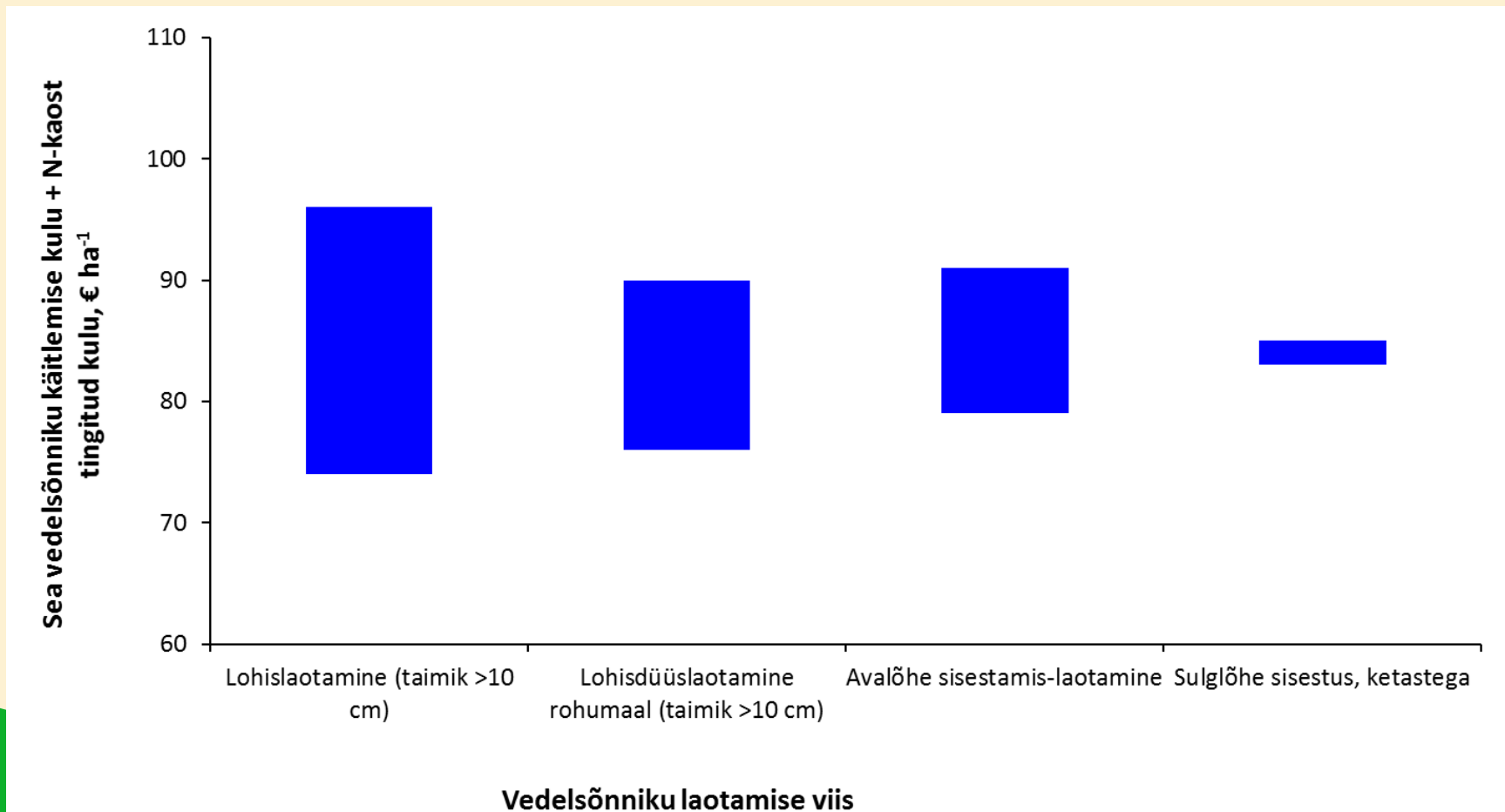
Kulude võrdlus erinevate laotusviiside korral rohumaale

Veisesõnnik 30 t/ha

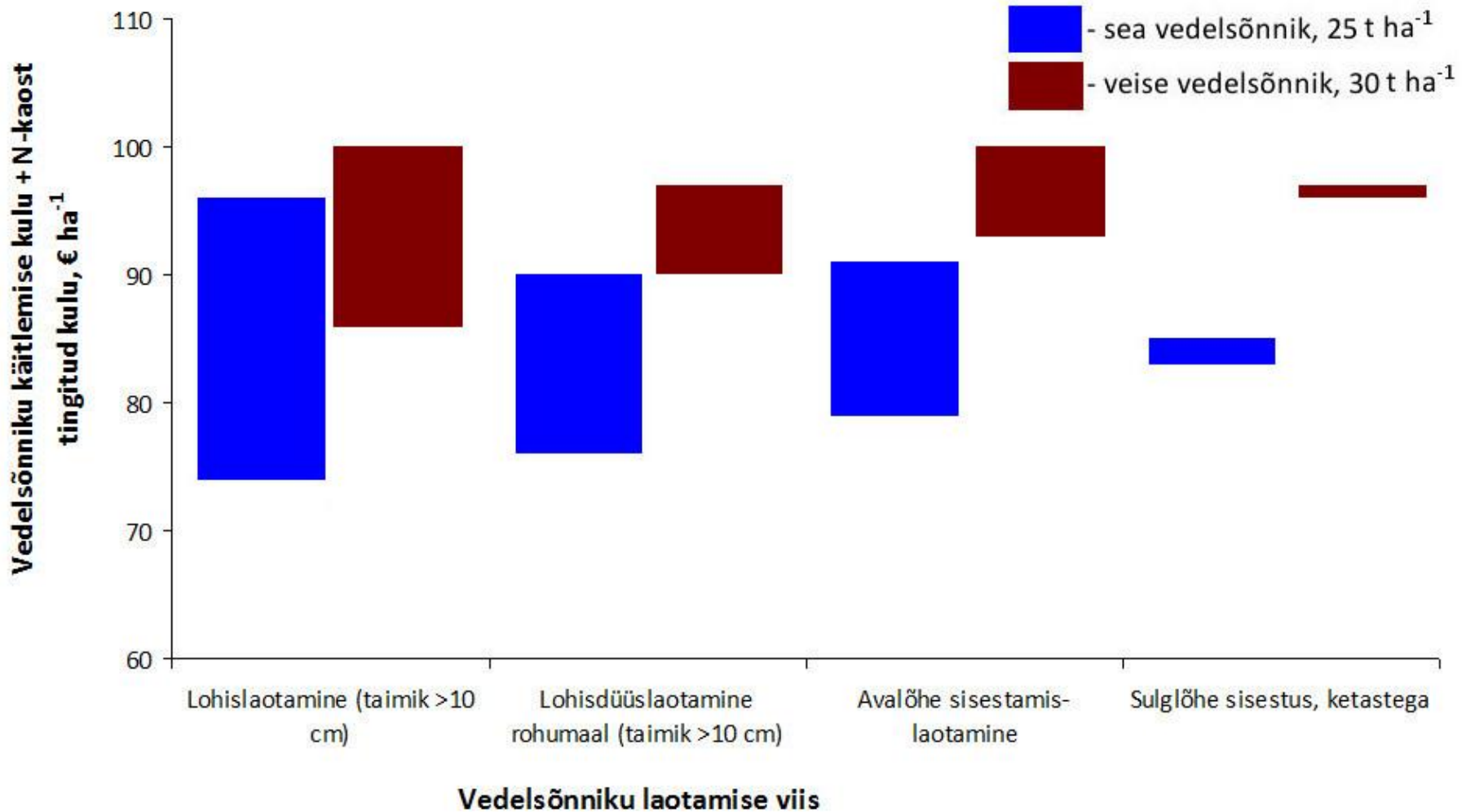


Kulude vahemik erinevate laotusviiside korral rohumaale

Seasõnnik 25 t/ha



Kulude vahemik erinevate laotusviiside korral rohumaale



EPKK küsitluse tulemustest

Eesti Põllumajandus-Kaubanduskoda viis läbi.

Küsitlus toimus 2016. aasta alguses.

Vastasid 51 veisekasvatusega ja 9 seakasvatuse ettevõtet

Suurim vastajate rühm (19) esindas 400–600 lüpsilehmaga ettevõtteid.

Loomade arv ettevõttes	Ettevõtete arv	Laotatava vedelsõnniku kogus aastas, m ³			Vedelsõnniku laotusperioodi kestus, päeva		
		min	max	keskmine	min	max	keskmine
kuni 200 lüpsilehma	7	200	8 000	5 957	10	60	36
200–400 lüpsilehma	10	8 000	20 000	13 000	15	125	56
400–600 lüpsilehma	19	12 000	35 000	18 737	27	150	63
600–800 lüpsilehma	6	7 000	35 000	23 333	27	180	87
800–1 000 lüpsilehma	5	17 000	50 000	32 800	22	110	68
üle 1 000 lüpsilehma	4	42 000	140 000	78 000	42	145	101
kuni 750 emist	1	3 000	3 000	3 000	49	49	49
2 000–5 000 nuumikut	4	5 000	12 000	7 900	19	135	69
5 000–8 000 nuumikut	1	8 000	8 000	8 000	39	39	39
üle 8 000 nuumiku	3	10 000	120 000	50 667	51	240	162

EPKK küsitluse tulemustest

Erinevate laotustehnoloogiatega laotatavad kogused

Laotustehnoloogia	Summaarne laotuskogus, m ³	Laotuskogus, %
Paisklaotamine	65 850	5
Lohislaotamine	461 400	35
Mulda või kamarasse sisestus	811 050	60

Ainult paisklaotamine – 3 ettevõtet

Ainult lohislaotamine – 14

Ainult muldaviimisega - 25

Mitu tehnoloogiat - 18

EPKK küsitluse tulemustest

Teenustööde kasutamine

Ainult teenusega laotamine - 18% ettevõtetest

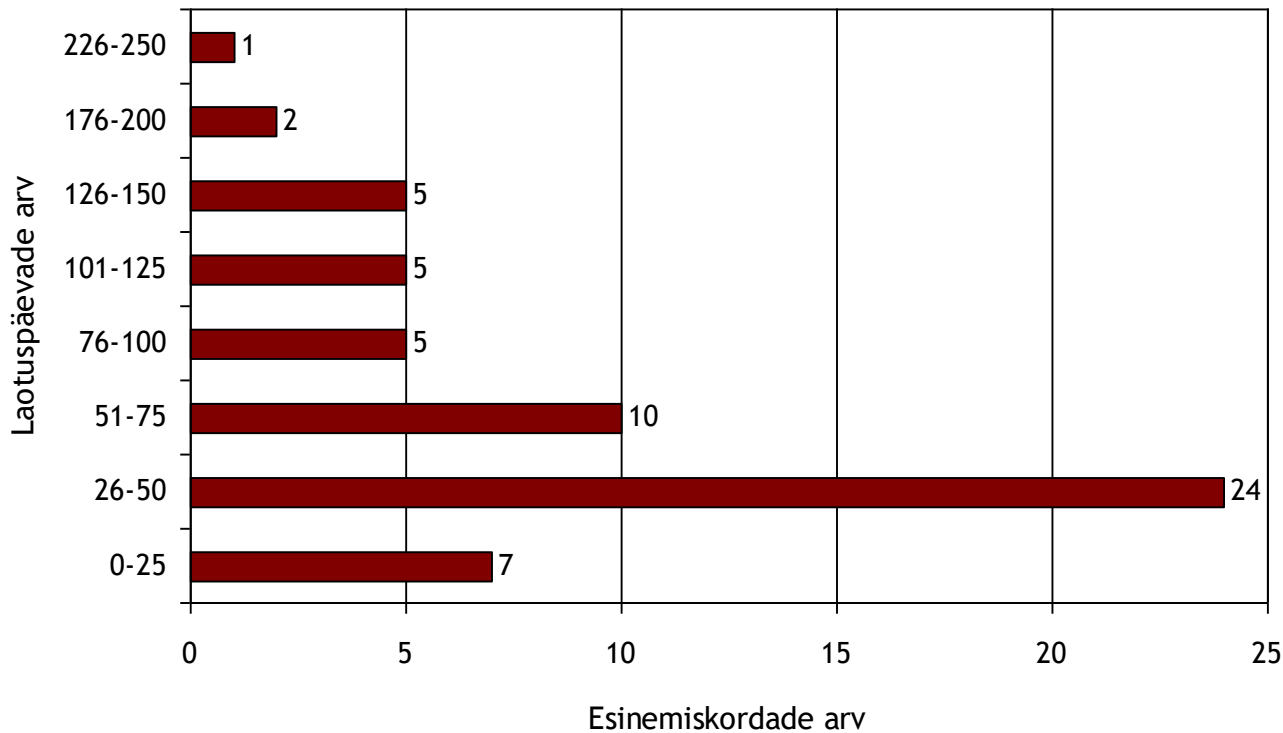
Laotavad ainult oma masinatega- 40%

Laotavad nii oma masinatega kui kasutavad teenust - 42%

Vedelsõnniku kogusest laotatakse teenustööga 55% ja oma masinatega 45%.

EPKK küsitluse tulemustest

Ettevõtete arv vastavalt vajalike laotuspäevade arvust.



Päevade arv	Ettevõtete arv	Protsent
150	56	95%
70	41	70%

Veisekasvatajate keskmine 70 päeva.

Seakasvatajate keskmine 62 päeva.

21.03 - 30.11 on kokku 256 päeva.

EPKK küsitluse tulemustest

Laotuspäevade arv sõltuvalt teenusepakkuja kasutamisest

Ainult teenusega laotamine - 27 (7-75) päeva

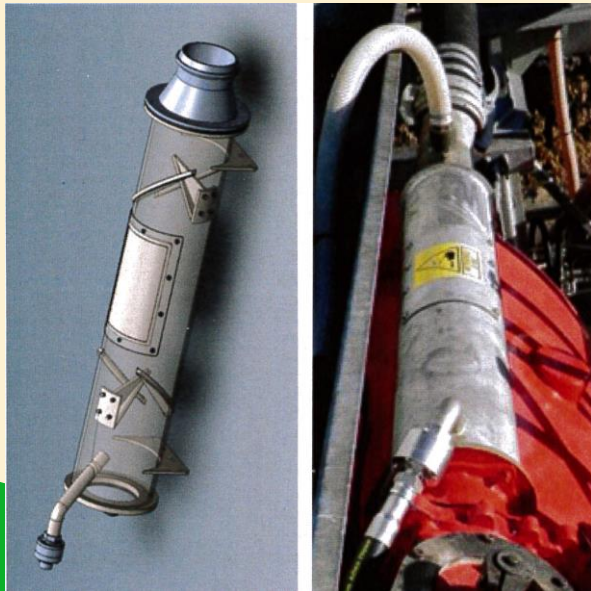
Laotavad ainult oma masinatega- 64 (10-145) päeva

Laotavad nii oma masinatega kui kasutavad teenust - 85 (30-240) päeva.

Vedelsõnniku laotamise majanduslikud aspektid

- Näiteks sea vedelsõnnikust NH_3 lendumise tõttu võib kadu olla kuni 2 €/t (sõltuvalt vedelsõnniku liigist, laotusajast ja -viisist)
- Sea vedelsõnniku hind on 5,3 €/t (NPK alusel)
- NH_3 lendumist soodustavates tingimustes on soodsam kasutada sisestus- või segamislaotamise tehnoloogiaid.
- Oluline on taimede toitmiseks sobiv aeg ja viis, et sõnnikus olevad toiteained püsiksid ettevõtte aineringluses.
- Vedelsõnniku laotuskulud ettevõtte oma masinapargiga on enamasti 2,5-5,5 €/m³ (sõltub ettevõtte sõnniku kogusest, põldude kaugusest ja masinapargist).
- Täisteenusena on võimalik laotusteenust osta alates 3,5 €/m³.

Vedelsõnniku hapestamine



- Hapestamine vähendab NH_3 lendumist
- $\text{NH}_4^+ < \text{---} > \text{NH}_3$
- Väävelhape H_2SO_4
- Laudas, hoidlas ja põllul hapestamine
- Peamiselt kasutatakse Taanis
- Laudas hapestamisel säästetakse kuni 70% väljaheidete ammoniaaki, pH all 5,5.
- Hoidlas hapestamine ei nõua märkimisväärseid investeeringuid. Aeg-ajalt tuleb lisada hapet.
- Põllul hapestamine teenusepakkuja poolt, paindlikkus, pH alla 6,5. Laotamisaegne happe lisamine sõnniku pH alusel.
- H_2SO_4 on ohtlik aine
- Majanduslikke ja agronoomilisi aspekte uuritakse projektis Baltic Slurry Acidification

Vedelsõnniku hapestamine



Joonis 1. Ørum TF-12 sõnniku hapestamise süsteem (Foto: Ørumsmeden A/S). Ülal vasakul happepihustid monteerituna Ørum GMD vedelsõnniku segurile. Ülal paremal sõnniku segamine ja hapestamine. All on Ørum TF-12 traktori taga rippes, traktori esirippüsteemil on ohutusnõuete tagamiseks puhta vee paak ja dušš. Traktori taustal on väävelhappe paakveok



Sõnnikupump üle 20 m, 20 m³/min



Foto: H. Klammer

Maisi pealtväetamine avalõhe sisestus, topeltrattad



Foto: H. Klammer



**Eesti
Taimekasvatuse
Instituut**

Täna teid!

Kontakt:

Kalvi.Tamm@etki.ee