

Ühinenud Rahvaste Organisatsiooni Euroopa Majanduskomisjon

# Hea põllumajandustava raamjuhend ammoniaagiheite vähendamiseks



## Ühinenud Rahvaste Organisatsiooni Euroopa Majanduskomisjoni piiriülese õhusaaste kauglevi konventsioon

Väljaanne põhineb dokumendil ECE/EB.AIR/129

Käesoleva väljaande materjalides kasutatud nimetused ega selle materjali esitlusviis ei väljenda ÜRO Sekretariaadi arvamust riikide, territooriumide, linnade, piirkondade ega nende asutuste juriidilise staatuse või nende piiride määratlemise kohta.

Avaldatud Euroopa Komisjoni keskkonna peadirektoraadi Ühinenud Rahvaste Organisatsiooni Euroopa Majanduskomisjoni piiriülese õhusaaste kauglevi konventsiooni reaktsioonivõimelise lämmastiku töörühma (*Task Force on Reactive Nitrogen*) nimel.

Käesoleva trükise väljaandmist toetab Keskkonnainvesteeringute Keskus.



Tõlge: SkrivaneK Baltic SIA  
Toimetajad: Allan Kaasik, Merilyn Möls, Regina Alber, Hanna-Lii Kupri, Riina Maruštšak, Marek Maasikmets  
Kujundaja ja küljendaja: Luisa Tölkebüroo OÜ  
Kaanfotod: Unsplash Inc.  
Trükk: Grano Digital AS

Väljaandja:  
Keskkonnaministeerium  
Narva mnt 7a  
15712 Tallinn Harju maakond  
Tel: 626 2802  
<https://www.envir.ee/et>  
e-post: [keskkonnaministeerium@envir.ee](mailto:keskkonnaministeerium@envir.ee)



KESKKONNAMINISTEERIUM

Originaaldokument on kättesaadav veebiaadressil <https://www.unece.org/index.php?id=41358>.

Trükis on printitud Recystar Nature 100% taaskasutatud paberile



Ühinenud Rahvaste Organisatsiooni Euroopa Majanduskomisjon

# Hea põllumajandustava raamjuhend ammoniaagiheite vähendamiseks

*Ehkki vääveldioksiidi (SO<sub>2</sub>) ja lämmastikoksiidide (NO<sub>x</sub>) heitmete vähendamiseks välja töötatud ÜRO Euroopa Majanduskomisjoni (UNECE) poliitikad on saavutanud edu UNECE piirkonna riikides, on ammoniaagi (NH<sub>3</sub>) heide ka tulevikus oluline probleem. See on üks peamisi hapestumise ja eutrofeerumise põhjustajaid, mis suurendab samal ajal tahkete peenosakeste tekitatavat koormust. Ammoniaagiheite vähendamise meetmete abil on tänapäeval võimalik hõlpsalt vähendada edaspidist ammoniaagiheidet. Meetmete rakendamisega kaasnevad nii kohalikud kui ka piiriülesed positiivsed mõjud tervisele ja ökosüsteemidele. See kõik kokku on mõjuv põhjus rahvusvaheliste pingutuste suurendamiseks.*

*Göteborgi protokollis sätestatakse, et iga osaline „koostab, avaldab ja levitab hea põllumajandustava rakendamiseks ammoniaagi heitkoguste vähendamise nõuandva juhendi“. Selles kontekstis avaldas UNECE 2001. aastal esimese „Hea põllumajandustava raamjuhendi ammoniaagiheite vähendamiseks“.*

*Täiendatud raamjuhendi avaldamise ja laiemal levitamise loodame, et see annab tuge riiklike juhendite loomiseks. Lisaks sellele, et tegeletakse keskkonnas avalduva probleemiga, annab see ka põllumajandustootjatele võimaluse lämmastiku kokkuhoiust kasu saada.*

*Dokumendi vaatas üle reaktioonivõimelise lämmastiku töörühma (Task Force on Reactive Nitrogen) põllumajandusliku lämmastiku vähendamise võimalusi uuriv ekspertrühm. Dokumendi koostasid: Shabtai Bittman, Martin Dedina, Barbara Amon, Harald Menzi, J. Webb, Karin Groenestein, Tom Misselbrook, Nick Hutchings, Helmut Dohler, Klaas van der Hoek, Steen Gyldenkerne, Laura Valli, Christian Pallière, Clare Howard, Oene Oenema ja Mark Sutton. Täname sidusrühmi tagasiside eest ning Euroopa Komisjoni Edinburghi seminari rahastamise ja avaldamise kulude katmise eest. Täname protsessis oma panuse andmise eest järgmisi inimesi: Peter Meulepas, Roald Wolters (EK), Ilka Neumann, Pierre-Loïc Nihoul, Clare Taylor, Candice Hansotte (PRACISIS) ja Alisher Mamadzhanov (UNECE).*

*Mark A. Sutton, Tommy Dalgaard, Claudia Cordovil  
Kaasesistujad, UNECE reaktioonivõimelise lämmastiku töörühm  
(Task Force on Reactive Nitrogen)*

*Clare Howard  
Reaktioonivõimelise lämmastiku töörühma  
(Task Force on Reactive Nitrogen) koordinaator.*

# Sisukord

	paragrahvid	lehekülje numbrid
<b>I. Lämmastiku käitlemine, arvestades kogu lämmastikuringet</b>	1–11	4
A. Sissejuhatus	1–3	4
B. Optimaalse lämmastikukäitluse elemendid	4–5	5
C. Lämmastiku käitlemise optimeerimise abivahendid	6–11	5
<b>II. Põllumajandusloomade söötmissstrateegiad</b>	12–23	7
A. Sissejuhatus	12–15	7
B. Väljaheidetega eritüva lämmastikukoguse vähendamise meetodid	16	7
C. Sead ja kodulinnud	17–19	9
D. Mäletsejalised	20–23	9
<b>III. Madala heitetasemega laudasüsteemid</b>	24–41	11
A. Sissejuhatus	24–26	11
B. Madala heitetasemega süsteemid loomapidamishoonetele	27–32	11
C. Vedelsõnnikupõhised sigalad	33–34	12
D. Allapanupõhised sigalad	35–37	14
E. Madala heitetasemega süsteemid lindlatele	38–41	14
<b>IV. Madala heitetasemega sõnniku ladustamise süsteemid</b>	42–53	16
A. Sissejuhatus	42	16
B. Vedelsõnniku ladustamine	43–48	16
C. Tahesõnniku ladustamine	49–53	19
<b>V. Madala heitetasemega sõnniku laotamise tehnikad</b>	54–65	21
A. Sissejuhatus	54–55	21
B. Erinevat päritolu vedelsõnnikust pärit heite vähendamise tehnikad	56–61	21
C. Tahesõnnikust pärit heite vähendamise tehnikad	62–63	23
D. Praktilised kaalutlused	64–65	23
<b>VI. Mineraalväetistest pärit ammoniaagiheite piiramine</b>	66–77	27
A. Sissejuhatus	66–67	27
B. Karbamiid	68–72	27
C. Karbamiidist pärit ammoniaagiheite vähendamine	73	28
D. Ammooniumsulfaat ja ammooniumfosfaat	74–75	28
E. Ammooniumil põhinevatest mineraalväetistest pärit ammoniaagiheite vähendamine	76	29
F. Ammooniumbikarbonaat	77	29

	lehekülje numbrid
<b>VII. Eestit iseloomustav peatükk</b>	30
A. Sissejuhatus	30
B. Põllumajanduse valdkonda reguleerivad õigusaktid	30
C. Eesti loomakasvatuse sektori üldine taust	33
D. Loomakasvatuse sektori tehnoloogiline areng	34
E. Lämmastiku käitlemine, arvestades kogu lämmastikuringet	35
F. Põllumajandusloomade söötmissstrateegiad	36
G. Laudasüsteemid	37
H. Sõnniku käitlemine ladustamisel	37
I. Sõnniku ja mineraalväetiste laotamise tehnikad	38
J. Kokkuvõte	43
Kasutatud allikad	44
<b>Tabelid</b>	
1. Põllumajandusloomade standardse kuivainesisaldusega (88%) kuivsoöda soovituslikud proteiini sihttasemed (%) sõltuvalt loomaliigist ja vanuse (toodangu) rühmast	8
2. Ammoniaagiheite vähendamise tehnikate tõhusus ja rakendatavus vedelsõnnikuhoidlates	18
3. Ammoniaagiheite vähendamise tehnikate valiku praktilised kaalutlused sõnniku laotamisel	25
4. Loomade arv (tuhat pead) ja piimalehmade tootlikkus (kg piima lehma kohta) aastatel 2005–2018 (Statistikaamet, 2019; Põllumajanduse Registrate ja Informatsiooni Amet, 2019*)	33
5. Vedelsõnniku ladustamise tehnoloogiate osakaal ladustatud sõnniku koguse alusel, %	38
6. Vedelsõnniku laotustehnoloogiate osakaal laotatud sõnniku koguse alusel, %	39
7. Ammoniaagiheite vähendamise meetmed erinevates põllumajanduse valdkondades ja nende seosed ammoniaagijuhise, Eesti siseriikliku veiste PVT (Veiste intensiivkasvatuse Eesti parima võimaliku tehnika juhendi põhjal koostatud PVT-järeldused) ning sigade ja kodulindude PVT-ga (Komisjoni rakendusotsus (EL) 2017/302, 15. veebruar 2017, millega kehtestatakse Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiivi 2010/75/EL alusel parima võimaliku tehnika (PVT) alased järeldused kodulindude ja sigade intensiivkasvatuse jaoks)	40
<b>Tekstikast</b>	
Vedelsõnniku laotamise tehnikad: sisestus- ja ribalaoturid	21–22

# Lämmastiku käitlemine, arvestades kogu lämmastikuringet

## A. Sissejuhatus

1. Lämmastik (N) koos teiste toitainetega on taimekasvuks hädavajalik. Optimaalse saagikuse tagamiseks peab see olema taimedele piisaval hulgal kättesaadav. Lämmastikukaod tekivad põllumajanduses eri viisidel kergesti, sealhulgas nitraatide ja orgaanilise lämmastiku leostumine ja äravool vette ning gaasiline heide õhku. Põllumajanduse kui õhusaaste allika seisukohast valmistavad kõige enam muret ammoniaak ( $\text{NH}_3$ ) ja kasvuhoonegaas dilämmastikoksiid ( $\text{N}_2\text{O}$ ). Ehkki see raamjuhend keskendub peamiselt  $\text{NH}_3$  heitele, esineb ammoniaagi ja teiste lämmastikühendite muundumise, kadude ja põllukultuurides omastamise vahel vastasmõjusid, mida tuleks arvestada komplekselt. Seega on oluline arvestada kogu lämmastikuringet, et töötada välja strateegiaid järgnevatiks eesmärkideks:

- (a) vee ja atmosfääri saastumise vähendamine;
- (b) saagikuse huvides lämmastiku kasutamise optimeerimine;
- (c)  $\text{NH}_3$  heite vähendamise mõjude arvestamine muude lämmastikukadude kontekstis.

2. Enamik sõnnikus leiduvast taimedele kättesaadavast lämmastikust on ammooniumlämmastiku kujul, millega saab otseselt mineraalväetisi asendada. Orgaanilistest ja mineraalväetistest pärit  $\text{NH}_3$  heide tähendab väärtusliku lämmastiku kadu ja suurendab seega saagikuse optimeerimise kontekstis kaubanduslike väetiste kasutamist. Seetõttu nähakse hapestumise, eutrofeerumise ja troposfääriosooni vähendamist käsitleva 1999. aasta protokoll (Göteborgi protokoll) peamistes nõuetes ja piiriülese õhusaaste kauglevi konventsiooni IX lisas ette, et iga osaline võtaks asjakohaselt arvesse vajadust vähendada ammoniaagi kadusid lämmastiku kogutsüklist. Põllumajanduses kehtib see eriti loomakasvatuse, põllukultuuride kasvatuse ja segatüüpi tootmistüübi põllumajandusettevõtjate puhul. Täpsemalt antakse Göteborgi protokollis osalistele juhiseid, kuidas tuvastada põllumajanduses tekkiva  $\text{NH}_3$  heite vähendamise parimaid saadaolevaid võimalusi. Juhised on toodud juhenddokumendis, mis on pühendatud põllumajanduslikest allikatest pärit ammoniaagiheite ennetamisele ja vähendamisele ([ammoniaagi juhenddokument ECE/EB.AIR/120](#)).

3.  $\text{NH}_3$  heide pärineb peamiselt põllumajandusloomade poolt laudaperioodil toodetud sõnnikust, mis on kas vedel- või tahesõnniku kujul, põldudele antavatest lämmastikku sisaldavatest mineraalväetistest ja vähemal määral karjatavate loomade uriinist ning otse põllukultuuridest. Sõnnikust pärit heide tekib nii lautades, sõnnikuhooldlates kui ka sõnniku laotamisel. Kuna kaod on üksteisele järgnevad, siis on igas tootmisetapis rakendatavate meetmete tagajärjel säästetud ammoniaak pigem kogu-, mitte lisanduv sääst. See tähendab ka, et  $\text{NH}_3$  heite vähendamiseks mõeldud eelnevate etappide (laudahoone ja ladustamise) meetmetele peaksid järgnema hilisema etapi (sõnniku laotamise) meetmed, et täielikult ära kasutada eelnevates etappides saavutatud sääste ja neist mitte ilma jääda. Paljudel juhtudel omavad kõige paremaid ja kulutõhusamaid variante heite vähendamiseks just vedelsõnniku optimaalne laotamine ja loomade söötmissüsteemid.

## B. Optimaalse lämmastikukäitluse elemendid

4. Lämmastikukäitlus on ÜRO Euroopa Majanduskomisjoni (ECE) piirkonna riikides väga varieeruv ning sellele vastavalt erinevad ka  $\text{NH}_3$  heitetasemed. Üldiselt lämmastikuheide väheneb, kui:

- (a) kõigi farmi lämmastikuallikate käitlemisel võetakse arvesse terviklikke farmi ja lämmastikuringe perspektiive;
- (b) kasutatakse lämmastikukoguseid, mis vastavad kasvatatavate taimede ja loomade vajadustele, arvestades kohalikke tõuge/sorte, mullaomadusi, kliimat jms;
- (c) maksimaalse tootlikkuse saavutamiseks vähendatakse otstarbekal määral, kooskõlas hea põllumajandustavaga, muid tootmispiiranguid (nt piirangud toitainete kasutamisele, kahjuritõrje, stress);
- (d) lämmastikuallikaid (väetisi) hoiustatakse otstarbekalt ning need laotatakse õigel ajal, nõuetekohastes kogustes ja paikades ning nõuetekohaseid tehnikaid kasutades;
- (e) kõiki olulisi lämmastikukadude vorme võetakse arvesse tervikuna, ennetamiseks meetmete soovimatuid kõrvalmõjusid.

5. Kõik ettevõttes kasutatavad lämmastikuallikad tuleb hoolikalt planeerida ning kasutatava lämmastiku kogus ei tohi ületada põllukultuuride või loomade vajadusi. Arvestada tuleb kõikide lämmastikukao vormidega: näiteks laotatud sõnnikust pärit  $\text{NH}_3$  säilitamine võib suurendada leostumist, kui põllukultuuri poolt omastatav optimaalne lämmastikumäär on ületatud. Laotatava sõnniku koguseid ja lämmastiku kadusid on võimalik vähendada, kui lämmastiku eritumise vähendamiseks kasutatakse loomade vajadustele paremini vastavat lämmastikku sisaldavat söödaratsiooni. Meetmete rakendamine sõnniku ja mineraalväetiste laotamisest tulenevate  $\text{NH}_3$  heitmete vähendamiseks aitab ühtlasi otseselt kaasa paremale lämmastikukäitlusele, säilitades põllukultuuride jaoks saadaolevat lämmastikku. Riikides, kus lämmastiku laotamise aastane kogus on reglementeeritud, parandab nii sõnnikust kui ka mineraalväetistest pärit  $\text{NH}_3$  kadude vähendamine saagikust ja taimiku proteiini kontsentratsiooni.

## C. Lämmastiku käitlemise optimeerimise abivahendid

6. Optimaalne lämmastikukäitlus ettevõtte tasemel on keerukas ülesanne, mis nõuab teadmisi, tehnoloogiat, kogemusi, kavandamist ja jälgimist. Vahendid optimaalsete väetise koguste prognoosimiseks ning vahendid lämmastikubilansi ja lämmastiku kasutamise efektiivsuse (NUE – *nitrogen use efficiency*) arvutamiseks on farmides lämmastiku käitlemisel kasulikud abilised. Kuna kasutusele võetavad meetodid peaksid vastama põllumajandusettevõtte suurusele, on kõigi farmitüüpide jaoks olemas sobilikud variandid.

7. Mullastiku ja saagi keemilisele analüüsile tuginevad väetamise soovitused annavad taimiku toitainete vajadusele vastavad soovituslikud väärtused, mis väldivad heitmeid põhjustavat liigset väetamist. Vedelväetiste kasutamine võib samuti heitmeid vähendada, kuna kasutatavad väetisekogused võivad olla väiksemad. Väetamise soovituste juures arvestatakse kohalikke tingimusi ja majanduslikke kaalutlusi ning seetõttu antakse neid enamikus riikides riiklikul või piirkondlikul tasemel. See aitab farmeritel kasutada põllukultuuri saagi tasemele vastavalt sõnnikut, muid orgaanilisi lisandeid ja mineraalväetisi, et saagikust optimeerida ja vältida toitainete ülejääki. Nimetatud tehnoloogia ei ole veel täpne, ning paljudes riikides seda alles uuritakse. Ettevõttesisene testimine võib siinjuures olla väga suureks abiks.

8. Lämmastikubilansi arvutusvahenditega võrreldakse lämmastikusisendeid lämmastikuväljunditega. „Lämmastikusisendite ja -väljundite bilanss“ (mida nimetatakse ka taluvärava bilansiks) on kõigi farmi tulevate lämmastikusisendite lämmastikuallikate summa (väetis, sööt, allapanu, loomad, samuti liblikõielistes seotud lämmastik ja atmosfääri lämmastikusadestus), millest on lahutatud kõik farmist toodanguga väljuvad lämmastikuallikad (taimised ja loomsed tooted, sõnnik).

„Põllubilanss“ on kõigi põllule antavate lämmastikuallikate summa, mille seas on sõnnik ja mineraalväetised ning samuti seotud lämmastik, sadestumine atmosfäärist ja niisutamine, millest on lahutatud kogutud saagiga eemaldatud lämmastiku kogus, nagu loomasööt, tera- ja puuviljad. Kõigi lämmastikubilansside arvutuste tulemus võib olla positiivne (ülejääk) või negatiivne (puudujääk). Lämmastiku ülejääk viitab keskkonna survestamisele, puudujääk aga toitainete ammendumisele; mõlemat väljendatakse lämmastiku kilogrammides (kg) hektari (ha) kohta aastas.

9. NUE mõõtmisel jagatakse kõik lämmastikuväljundid kõigi lämmastikusisenditega (välja viidud ja sisse toodud lämmastiku koguse suhe, väljendatuna kilogrammides kilogrammi kohta). Üks oluline NUE mõõde on veel taimsete või loomsete saaduste kogus lämmastikusisendi kohta. Lisaks nimetatud mõõtmele tuleb hoolikalt arvestada põllumajandussüsteemidest pärit lämmastiku kogukadusid seoses nende mõjuga keskkonnale.

10. Lämmastiku ülejäägi vähenemine ja NUE suurenemine aastate lõikes annab märku paranenud lämmastikukäitlusest. Sellest tulenevalt soovitatakse viieaastast hindamisperioodi. Lämmastikukäitlust saab parandada seni, kuni jõutakse parima (maksimaalse) võimaliku käitlemistasemeni. Farmide omavahelises võrdluses või võrdluses mudelfarmidega võib kasutada nii lämmastiku ülejäägi kui ka NUE näitajaid. Farmiliikide lõikes erinevad aga neile omased NUE ja lämmastiku ülejäägi näitajad. Paljudes riikides on saadaval arvutusvahendid lämmastikubilansi ja NUE arvutamiseks.

11. Järgnevates peatükkides kirjeldatakse  $\text{NH}_3$  heite vähendamise eri võimalusi. Nende tõhusust kirjeldatakse suhtarvuna protsentides võrdlusmeetodiga võrreldes. Ehkki kõigist heite vähendamise viisidest on kasu, võiks iga konkreetse lämmastikuallika puhul orientiiriks olla vähemalt 30-protsendiline heite vähenemine. On ka mitmeid meetodeid, mis võimaldavad heidet veelgi enam vähendada.



# Põllumajandusloomade söötmissstrateegiad

## A. Sissejuhatus

12. Söödast pärit heite vähendamine nõuab loomakasvatuse optimaalset korraldust, mis hõlmab näiteks järgmist:

- (a) looma vajadustele vastavalt tasakaalustatud söödaratsioonid;
- (b) loomade hea tervis ja heaolu;
- (c) loomade vajadustele vastav pidamiskeskond;
- (d) farmeri ja muu personali head loomakasvatuse oskused;
- (e) karja kõrge geneetiline potentsiaal.

13. Kui loomadele ei söödeta rohkem proteiini, kui on vajalik toodangu sihttaseme saavutamiseks, võib väljaheidetega erituvat lämmastiku kogus loomühiku ja tootmisüksuse kohta väheneda. Seejuures tuleks söödaratsioonis seeduva proteiini osakaal maksimeerida ja seedumatu osa minimeerida. Lisaks sellele, et lämmastiku koguse alanemine sõnnikus aitab vähendada  $\text{NH}_3$  heidet kõigis tootmistsükli etappides, vähendab see ka teisi potentsiaalseid lämmastikukadusid (leostumine, denitrifikatsioon). Lämmastiku eritumine eri loomaliikide ning vanuse ja toodangurühmade lõikes sõltub suurel määral tootmissüsteemist. Seega tuleks vastavad standardväärtused välja arvutada nii riiklikul kui ka piirkondlikul tasandil.

14. Põllumajandusloomad eritavad ratsiooniga saadud liigset proteiini peamiselt uriini karbamiidina (või linnusõnniku puhul kusihepna). Nimetatud ühendid lagunevad kiirelt ammoniumiooniks ja ka ammoniaagiks, millel on suur heitepotentsiaal. Sööda proteiinisisalduse vähendamine alandab väljaheidetega erituvat lämmastiku kogust ja anorgaanilise lämmastiku osakaalu selles, mõjutades seeläbi eritatud anorgaanilise lämmastiku koguhulka (sh ammoniumlämmastiku kogust väljaheidetes). Kuna söödaratsiooni optimeerimine mõjutab lämmastikuvoo kogusisendit, siis on see ammoniaagiheite vähendamiseks perspektiivikas moodus. Sellele lisandub märkimisväärne heite vähenemine igas järgnevas sõnnikukäitluse etapis (laudad, hoiustamine, töötlemine, laotamine).

15. Isegi optimaalsetes tingimustes eritavad põllumajandusloomad enam kui poole söödaga saadud proteiinist väljaheidete koostises eri lämmastikuühenditena. Kõigi loomaliikide ja tootmissüsteemide korral esineb sageli proteiiniga ülesöötmist. Seega aitab ülesöötmise vähendamine alandada lämmastiku eritamist väljaheidetega.

## B. Väljaheidetega erituvat lämmastikukoguse vähendamise meetodid

16. Põllumajandusloomade poolt väljaheidetega eritatava lämmastikukoguse vähendamiseks saab kasutada järgnevaid üldisi meetodeid:

- (a) proteiini koguse vähendamine ratsioonis, jälgides, et proteiini kogus ei oleks kehtivatest söötmissüsteemidest väiksem. Tabelis 1 on toodud soovituslikud toorproteiini sihttasemed eri loomaliikide ja vanuse (toodangu) gruppide ratsioonides;

- (b) söödaratsiooni parem kohandamine vastavalt looma individuaalsele toitefaktorite tarbele, nt vastavalt laktatsioonifaasile, looma vanusele, kehamassile jms;
- (c) söödaratsiooni toorproteiini sisalduse vähendamine asendamatute aminohapete lisamisega. Monogastriliste loomade puhul saab vajaminevate aminohapete kogust kontrolli all hoida puhaste (süntetiliste) aminohapete ratsioonile lisamise või eri proteiinsöötade kombineerimisega ratsioonis;
- (d) lämmastiku kasutamise efektiivsuse (NUE) suurendamine loomade produktiivsuse parandamise teel (piimatoodang, kasvukiirus, sööda-väärinduse tõhusus jne), mille tulemusena elatuseks kasutatava proteiini kogus proteiini kogutarbest väheneb.

**Tabel 1**

Põllumajandusloomade standardse kuivainesisaldusega (88%) kuivsööda soovituslikud proteiini sihttasemed (%) sõltuvalt loomaliigist ja vanuse (toodangu) rühmast

<i>Liik</i>	<i>Kategooria</i>	<i>Tootmisfaas</i>	<i>Keskmine toorproteiini sisaldus loomasöödas</i>
Veised	Piimaveised	Laktatsiooni esimene pool	15–16
	Piimaveised	Laktatsiooni teine pool	12–14
	Lehmmullikad karja täienduseks		12–13
	Nuumveised	Vasikad (vasikaliha tootmine)	17–19
		Lihaveised < 3 kuud	15–16
		Lihaveised > 6 kuud	12
Sead	Pörsad	< 10 kg	19–21
		< 25 kg	17–19
	Nuumsead	25–50 kg	15–17
		50–110 kg	14–15
		110–170 kg	11–12
		(spetsiifiliste aminohapete lisanditega nagu lüsiin ja trüptofaan)	13–14
		(spetsiifiliste aminohapete lisanditeta)	
	Emised	Vaba- ja tiinusperiood	13–15
Laktatsiooniperiood		15–17	
Kodulinnud	Kanabroilerid	Noorlinnud	20–22
		Kasvufaasis linnud	19–21
		Lõppnuuma faasis linnud	18–20
	Munakanad	18–40 nädalat	15,5–16,5
		40+ nädalat	14,5–15,5
	Kalkunid	< 4 nädalat	24–27
		5–8 nädalat	22–24
		9–12 nädalat	19–21
		13+ nädalat	16–19
		16+ nädalat	14–17

## C. Sead ja kodulinnud

17. Sigade lämmastiku eritamist väljaheidetega saab vähendada söödaratsiooni täpsema sobitamisega vastavalt kasvu- ja tootmisfaasi vajadustele. Seda saab saavutada järgmiselt:

- (a) veendudes, et sööda või söödaratsiooni proteiinisaldus ei ole soovitud tasemest kõrgem;
- (b) kasutades imetavate ning vabade ja tiinete emiste söötmisel erineva koostisega söödaratsioone;
- (c) kasutades nuumsigade söötmisel kasvufaasile vastavaid erineva koostisega söödaratsioone (mitmefaasiline söötmine);
- (d) võttes söödaratsiooni koostamisel arvesse söötade toorproteiini erinevat seeduvust peensooles ning aminohappelist koostist.

18. Lisaks ülaltoodule saab sigade söödaratsiooni proteiinisaldust vähendada tootmist negatiivselt mõjutamata, optimeerides vahetult asendamatute aminohapete, sisaldust. Selleks lisatakse söödaratsioonile puhtaid (sünteesilisi) aminohappeid, eelkõige lüsiini, metioniini ja treoniini. Ehkki nimetatud meetmed tõstavad teatud määral sööda maksumust, on need siiski ühed odavaimatest meetmetest  $\text{NH}_3$  heite vähendamisel.

19. Lindude söötmisel on väljaheidetega erituva lämmastiku vähendamise strateegiad põhimõtteliselt samad, mis sigade puhul.

## D. Mäletsejalised

20. Mäletsejalistel sõltub proteiini ülejääk ja lämmastiku eritamine väljaheidetega suurel määral rohu, rohusilo, heina, teravilja ja segajõusööda osakaalust söödaratsioonis ning vastavate söötade toorproteiini sisaldusest. Toorproteiini ülejääk ning sellest tulenev suurenenud lämmastikueritus ja  $\text{NH}_3$  kaod on suurimad ainult karjamaarohul põhinevate suviste söödaratsioonide korral, eriti siis kui tegemist on noore ja tugevalt väetatud taimikuga või liblikõieliste osakaal on karjamaasegus kõrge. Sellisel juhul sisaldab söödaratsioon, mis katab loomade energiavajaduse, alati suurt proteiini ülejääki. Sellist olukorda on võimalik parandada järgnevatel strateegiatega:

- (a) veendudes, et rohu maale antava lämmastikväetise kogus ei oleks liiga suur;
- (b) parandades energia ja proteiini tasakaalu ratsioonis, tehes järgmist:
  - (i) asendades osa värskest rohust madalama proteiinisaldusega söödaga (maisilo, hilisemas kasvufaasis niidetud hein, põhk vms);
  - (ii) kasutades kauem kasvanud rohtu (pikemad niitmisintervallid) või portsjonkarjatamist, samuti suuremas koguses energiasöötasid ja sobivas koguses vatsast mööduvat proteiini sisaldavaid söötasid. Sellegipoolest on peamiselt karjamaarohul põhinevate tootmissüsteemide puhul selliste strateegiate teostatavus sageli piiratud, kuna karjamaarohu täielik kasutamine ei ole enam garanteeritud (piiratud tootmiste oludes, nt piimakvootide korral) ja farmide üldine toitainete bilanss ei oleks enam tasakaalus.

21. Mäletsejalistelt pärit  $\text{NH}_3$  heidet on võimalik vähendada ka karjatamisperioodi pikendamise, kuna suur osa uriini karbamiidist imendub pinnasesse, enne kui see lagundatakse ja ammoniaagina kaotsi läheb. Vahetu karjatamisega tootmissüsteemides kipub lämmastiku kasutamise kogutõhusus olema siiski madalam võrreldes süsteemidega, kus kasutatakse etteniidetud rohtu just väljaheidete ebahütlase jagunemise tõttu. Karjatamise kestust piiravad harilikult kliimatilised- ja mullastikutingimused ning farmi struktuur. Mõnes riigis võib loomade heaolu aspektist tulenevalt olla kehtestatud minimaalne karjatamisperioodi pikkus aastas.



22. Üks strateegia väljaheidetega lämmastiku eritumise ja kadude vähendamiseks tootmisüksuse kohta on söödakasutuse tõhususe parandamine toodangutaseme suurendamise kaudu. Laktatsioonide arvu suurenemine veise kohta võib samuti vähendada  $\text{NH}_3$  heidet piimatoodangu ühiku kohta eluajatoodangu lõikes.

23. Kõrrelistes ja liblikõielistes heintaimedes leiduva lämmastiku muundamise efektiivsust mäletsejaliste toodanguvalguks on võimalik parandada talvesöödaks valmistatava silo toorproteiini kvaliteedi säilitamise kaudu. Rohusilos sisalduva täisväärtusliku proteiini lagunemise minimeerimiseks tuleks teha järgmist:

- (a) taimiku sileerimine võimalikult kiiresti pärast niitmist;
- (b) hapniku eemaldamine silomassist võimalikult kiiresti pärast hoidla täitmist;
- (c) silomassi isekuumenemise vältimine.

# Madala heitetasemega laudasüsteemid

## A. Sissejuhatus

24. Põllumajandusloomade pidamine (loomapidamishooned) on koos maalelaotatava sõnnikuga ühed suurimad  $\text{NH}_3$  heite allikad põllumajanduses. Kõigi pidamisviiside puhul on oluline arvestada loomade heaolunõuetega, näiteks asustuse (paigutuse) tiheduse ja muude faktoritega. Nõuetekohane loomapidamine ettevõttes võib aidata vähendada  $\text{NH}_3$  heidet ja teisi saastevorme. Loomapidamishoonete ümberehitamine kooskõlas loomade heaolunõuetega võib kaasa tuua  $\text{NH}_3$  heite suurenemise (pindala looma kohta on suurem). Kulutuste jagamise võimaluse tõttu on ümberehitused üks peamine vahend vähese ammoniaagiheitega tehnikate juurutamiseks, sest nendega seotud kulutused on väiksemad kui nende tehnikate tagantjärele rakendamine. Nii on võimalik tagada, et loomade healumeetmete rakendamine ei suurenda  $\text{NH}_3$  heidet.

25. Eksisteerib suur hulk heite vähendamise meetmeid, mille maksumus ja rakendamisvõimalused pidamisviiside ja -süsteemide lõikes on väga erinevad.

26. Loomade laudas pidamisel tuleks  $\text{NH}_3$  heite vähendamiseks kinni pidada mitmest üldisest põhimõttest:

- (a) kõik piirkonnad (söötmis-, lamamis- ning jalutusala) nii lauda sees kui väljas tuleb hoida kuiva ja puhtana;
- (b) sõnnikukanalites tuleb sõnniku pindala hoida nii väiksena kui võimalik (nt osaliste respõrandate, kaldseintega sõnnikukanalite abil);
- (c) roe ja uriin tuleb võimalikult kiiresti teineteisest eraldada ja loomaruumist eemaldada, mis aitab ammoniaagiheidet vähendada;
- (d) väljaheidetega saastunud pindade kohal tuleb õhu liikumise kiirus ja õhutemperatuur hoida võimalikult madalal (üldist ventilatsioonimahtu vähendamata), välja arvatud kohtades, kus sõnnikut kuivatatakse. Sobivateks tehnoloogiateks on näiteks sissetuleva õhu jahutamine või loomuliku ventilatsiooni korral domineeriva tuulesuunaga arvestamine;
- (e) loomapidamishoones tuleb ette näha funktsionaalsed alad lamamiseks, söömiseks, roojamiseks ja mängimiseks (viimane kehtib vaid sigalates);
- (f) kunstliku ventilatsiooniga hoonetes tuleks väljalastavat õhku võimalusel puhastada.

## B. Madala heitetasemega süsteemid loomapidamishoonetele

27. Kõige levinumaks laudasüsteemiks on eraldatud asemetega laut, ning see on võetud referentsmeetodiks. Mõnes riigis peetakse piimakarja endiselt asemele fikseerituna; see ei ole aga loomade heaolu ja tervise seisukohast soovitatav, välja arvatud juhul, kui loomad saavad iga päev jalutada.

28. Ammoniaagiheidet on keeruline vähendada loomuliku ventilatsiooniga loomapidamishoonetes. Söödaratsiooni muutmine annab siin mõningaid võimalusi, nagu seda kirjeldati II peatükis. Mõnes hoones kasutatakse perioodilise puhastamise süsteeme, mis põhinevad väljaheidete kraapimisel või veega välja uhtmisel. Puhastamisel vee





kasutamine vähendab küll heidet, kuid toodab vedelsõnnikut, mida on vaja hoiustada ja käidelda. Praegu on pooleli mõned uuringud võimaluste kohta, kuidas vähendada loomuliku ventilatsiooniga hoonetest pärit heidet, alandades heidet tekitavate pindade kohal olevat õhu liikumise kiirust (ventilatsioonivade paigutuse ja suuruse muutmise, tuuletõkkevõrkude jms abil) ilma üldist ventilatsioonimahtu mõjutamata, kuid see töö on alles algusfaasis ja praeguseks ei ole soovitusi veel antud.

29. Tavaliste respõrandatega hoonetes võidakse optimaalse mikrokliima tagamise (katuse isolatsioon) ja/või automaatselt reguleeritava loomuliku ventilatsiooni abil saavutada mõõdukas heite vähenemine (20% võrreldes tavalise süsteemiga) seetõttu, et ruumi sisetemperatuur langeb (eriti suvel) ja õhuringlus väheneb.

30. Põhkallapanul vabalt peetavate kariloomade puhul võib looma kohta põhu hulga suurendamine vähendada  $\text{NH}_3$  heidet hoones. Sobilik põhu kogus sõltub tõust, söötmis- ja pidamissüsteemist ning kliimatingimustest.

31. Puuduvad tõendid, et hästi hallatud põhutehnoloogiaga lautades esineks märkimisväärselt rohkem kadusid võrreldes vedelsõnnikusüsteemidega, kui põrandapind looma kohta on sama. Nende kahe süsteemi suhtelisi heiteid on vaja rohkem uurida. Põhupõhiste süsteemide haldus on tööjõumahukam võrreldes vedelsõnnikupõhiste süsteemidega.

32. Järgnevate meetoditega on võimalik vähendada piima- ja lihaveiselautadest pärit  $\text{NH}_3$  heidet, kuid need võivad vajada täiendavat uurimist.

- (a) Optimaalne loomapidamise korraldus, näiteks liikumisteede ja jalutusalade võimalikult puhtana hoidmine aitab enamikus farmides  $\text{NH}_3$  heidet vähendada.
- (b) Piima- ja lihaveiselautades rakendatav „soontega põrand“ süsteem, kus kasutatakse „hammastega“ skreepereid, on usaldusväärne tehnoloogia  $\text{NH}_3$  heite vähendamiseks. Soontes peaksid olema avad, mis võimaldavad uriini äravoolu. Võrreldes tavalise süsteemiga on võimalik saavutada 25% kuni enam kui 40% suurune  $\text{NH}_3$  heite vähenemine, eeldusel et puhastamine toimub regulaarselt.
- (c) Uhteveele happe lisamine vähendab märkimisväärselt hoonetest pärit  $\text{NH}_3$  heidet. Vastav tehnoloogia vajab täiendavaid uuringuid.

## C. Vedelsõnnikupõhised sigalad

33. Restpõrandatega sigalates aitavad järgmised tehnikad heidet vähendada:

- (a) *restpõranda osakaalu vähendamine*, näiteks kasutades sulgudes osalisi restpõrandaid. Restide disain peab olema selline, et see tagaks maksimaalse koguse rooja ja uriini võimalikult kiiret juhtimist kanalitesse. Monoliitpõrandad peavad olema sellised, et uriini äravool kanalitesse oleks tagatud (näiteks väikese kaldenurgaga). Sõnnikukanaleid tuleb sageli tühjendada hoonest väljaspool asuvasse hoidlasse. Seda tehakse skreepereite või vaakumsüsteemi veega välja uhtmise abil, töötlemata või separeeritud vedelsõnniku (alla 5% kuivainet) korral. Osalistelt restpõrandatelt, mis katavad umbes 50% põrandapinnast, lendub tavaliselt 15–20% vähem  $\text{NH}_3$  kui täisrestpõrandatelt, eriti kui restide materjal on sõnniku jaoks vähem kleepuv kui betoon (näiteks metallist või plastikuga kaetud restid);
- (b) *restide all oleva vedelsõnniku õhuga kokkupuutuva pindala vähendamine*, näiteks kaldseintega kanalite abil, nii et kanal on põhjas kitsam kui üleval. Kanali seinad peavad olema siledast materjalist, vältimaks vedelsõnniku kleepumist. Õhuga kokkupuutuva pindala vähendamine madalate V-kujuliste rennide abil (laius kuni 60 ja sügavus kuni 20 cm) võib vähendada heidet sigalal 40–65% võrra sõltuvalt sigade kategooriast ja osalise restpõranda olemasolust. Renne tuleks uhta kaks korda päevas vedelsõnniku vedela fraktsiooni, mitte veega. Lakteerivate emiste puhul

saab heidet vähendada kuni 65% tehnoloogiaga, mille puhul on restpõranda alla paigutatud nõrgplaat. Nõrgplaat on kaldega (vähemalt 3°), mille kõige madalamas punktis toimub sõnniku äravool;

- (c) *vedelsõnniku temperatuuri alandamine*. Olemasolevates lautades võib kanalites oleva vedelsõnniku temperatuuri alandada vedelsõnniku pinnale paigutatud ribidesse jahutusvedeliku (nt põhjavee) pumpamisega (põhjavee kasutamine sellisel otstarbel ei pruugi mõnes riigis või piirkonnas olla lubatud). Sõnniku pinnakihi jahutamine suletud soojusvahetussüsteemi abil võib vähendada heidet sõltuvalt loomade kategooriast 45–75% võrra. Nimetatud tehnoloogia on ökonoomne, kui kogutud soojust kasutatakse teiste hoonete, näiteks võrdpõrsaste lauda kütmiseks;
- (d) *vedelsõnniku hapestamine*.  $\text{NH}_3$  heidet saab vähendada lisades vedelsõnnikule hapet, muutmaks  $\text{NH}_4^+$  ioonide keemilist tasakaalu vedelikus. Sõnnik (eriti selle vedel osa) kogutakse paaki, milles on happe lahus (harilikult väävelhape, kuid kasutada võib ka orgaanilisi happeid), mille pH on 6 või madalam. Põrsalautades on täheldatud 60% suurust heite vähenemist. Lautades tohib aga kemikaale kasutada vaid siis, kui see vastab täielikult kõigile tervisekaitse- ja ohutuseeskirjadele;
- (e) *loomade pidamiskeskonna ja sulgude konstruktsiooni täiustamine*. Loomade käitumist on võimalik suunata, kui võimaldada sigadele eri tegevuste jaoks funktsionaalseid alasid. Näiteks tuleks osalise restpõrandaga sulud disainida nii, et sead eristaksid lamamis-, söömis-, roojamis- ja jalutusalasid. Selle eesmärk on hoida põhiosa põrandast sõnnikust ja uriinist nii puhtana kui võimalik, et vähendada  $\text{NH}_3$  heidet. Siin kasutatakse ära sigade loomust, sest nad ei rooja söömis- ja lamamisaladel, optimeerides sulu konstruktsiooni ja reguleerides kliimat. Näiteks kui sulud on pikemad ja kitsamad ning sulu eesosas on söödaküna ja tagaosas restpõranda kohal jooginõu, aitab see vältida monoliitpõrandale roojamist. Kõrge sisetemperatuur ärgitab sigu lamama pigem restpõrandal (roojamisala), mitte monoliitpõrandal, mis võib kaasa tuua ühtlaselt väljaheidetega saastunud põranda ja suurema heite. See tekitab täiendavate meetmete vajaduse, et saavutada piisav heite vähendamine (nt parem ventilatsioon, põrandapinna temperatuuri kontrollimine, tagamaks sigade sellel lamamise või kuumadel suveperioodidel loomade jahutamiseks automaatsete vihmute paigaldamine). Sulgude konstruktsioon ja nende haldus on riikide ja piirkondade lõikes erinev. Üldiselt on sigade käitumist keerulisem suunata soojema kliimaga piirkondades;
- (f) *õhu liikumise vältimine sõnnikukanalites vedelsõnniku pinna kohal*. Intensiivsem õhu liikumiskiirus suurendab  $\text{NH}_3$  heidet sõnniku pinnalt. Sigalates, kus see on vältimatu, peaks restide ja sõnnikupinna vaheline distants olema piisavalt suur, et õhu liikumiskiirust minimeerida;
- (g)  *$\text{NH}_3$  eemaldamine õhust happeskraberite (heitgaasi märgpuhastid, kus lisatakse pesuks hapet) ja biofiltritega*. Ehkki need on kulukad tehnoloogiad, võimaldab skraberite (heitgaasi märgpuhastite) kasutamine kunstliku ventilatsiooniga hoonetes kõige suuremat heite vähendamist (70–90% võrra). Seda võib pidada asjakohaseks, kui on kehtestatud ranged riiklikud, piirkondlikud või kohalikud nõuded  $\text{NH}_3$  heite vähendamiseks (nt Euroopa Liidus, kui ettevõtte paikneb erikaitseala läheduses).

34. Põhimõtteliselt saab vedelsõnnikupõhistest sigalatest pärit  $\text{NH}_3$  heite vähendamise meetmeid sageli rakendada ka vedelsõnnikupõhistes veiselautades. Ehkki need laudad on harilikult loomuliku ventilatsiooniga, saab rakendada nii skrabereid väljuva õhu puhastamiseks, tehnoloogiaid õhuga kokkupuutavate sõnnikuga saastunud pindade vähendamiseks, vedelsõnniku temperatuuri alandamist, vedelsõnnikule happe lisamist kui ka vedelsõnniku pinna kohal õhu liikumise kiiruse vähendamist.



## D. Allapanupõhised sigalad

35. Põhkallapanuga sigalates tuleb kasutada värsket, puhast, kuiva ja hügieenilist põhku. Põhku peaks olema piisavalt, et võimaldada uriini täielikku imendumist. Põhu sage vahetamine soodustab uriini imendumist. Kui uriini täielik imendumine ei ole võimalik, peaksid kaldpõrandad ja rennid võimaldama uriini kiiret äravoolu ja eemaldamist. Jootmissüsteemide lekkeid tuleb vältida, ennetamiseks aluspõhu märgumist.

36. Allapanupõhised pidamistehnoloogiad on loomade heaolu aspektist paremad kui vedelsõnnikupõhised tehnoloogiad. Puuduvad tõendid, et hästi majandatud allapanutehnoloogiatega lautades esineks märkimisväärselt rohkem kadusid võrreldes vedelsõnnikutehnoloogiatega, kui põrandapind looma kohta on sama. Loomade heaolu ja keskkonna huvides tuleks kasutada tehnoloogiaid, kus sead eristavad lamamis- ja roojamisalasid. See vastab sigade loomulikule käitumisele ja vähendab samas heidet. Allapanupõhiste süsteemide haldus nõuab suuremat tööjõukulu võrreldes vedelsõnnikupõhiste tehnoloogiatega.

37. Loomuliku ventilatsiooniga hoonetes on ventilatsioonisüsteem kombineeritud funktsionaalsete aladega.  $\text{NH}_3$  heidet on võimalik vähendada 20% võrra. Sundventilatsiooniga hoonetega võrreldes on pindalavajadus suurem. Ehituskulud on sarnased.

## E. Madala heitetasemega süsteemid lindlatele

38.  $\text{NH}_3$  heide on minimaalne, kui linnusõnniku või sõnniku ja allapanu segu kuivainesisaldus on vähemalt 60%. Sellistes tingimustes on liiga vähe niiskust, et võimaldada kusi- ja ammoniaagi lagundamist ammoniakaks. See tähendab, et edasine kuivatamine ei suurenda  $\text{NH}_3$  heidet. Kui aga kuivatatakse märga linnusõnnikut, milles on kusi- ja ammoniaagi lagunemine juba toimunud, siis  $\text{NH}_3$  heide suureneb. Linnusõnniku ja sõnniku ning allapanu segu puhul peaks eesmärk olema seega kuivainesisalduse suurendamine joogivee kadude ennetamise teel ning uutes lindlates sõnniku kuivatustehnoloogiate rakendamine, mis tagaks sõnniku vähemalt 60% kuivainesisalduse.

39. Munakanade lindlates võib sõnnikuhooldlatest või kanalisüsteemidest pärit  $\text{NH}_3$  heidet vähendada sõnniku niiskusesisalduse alandamisega sõnnikuhooldla ventileerimise teel. Muud võimalused heite vähendamiseks munakanade lindlates on järgnevad.

- (a) *Lintkonveiersüsteemid puuris pidamise puhul (puuripatareid, täiustatud puurid):* sõnniku kogumine transportöörlintidele ja seejärel sõnniku eemaldamine kaetud hoidlatesse hoonest väljaspool võib  $\text{NH}_3$  heidet vähendada, eriti kui lindil olevat sõnnikut on kuivatatud sundventilatsiooniga. Lindiga eemaldatav sõnnik, mis kogutakse hoone sees või hoonest väljas asuvasse intensiivse ventilatsiooniga kuivatustunnelitesse, võib saavutada vähem kui 48 tunniga 60–80% kuivainesisalduse. Lindil kuivatamine takistab olulisel määral hüdroloüüsi, kuid ebaregulaarselt eemaldatava ja märjaks saanud sõnniku soojendamist tuleks vältida. Eemaldamise sageduse suurendamine ühelt korralt nädalas kahele- kolmele korrale nädalas vähendab  $\text{NH}_3$  heidet.
- (b) *Lintkonveieri tehnoloogiaga õrrekanala süsteemid (transportöörlintidega puurideta süsteemid)* vähendavad heidet enam kui 70% võrra võrreldes süsteemidega, kus kasutatakse sügavallapanu.

40. Lindlatest väljutatavat õhku võib  $\text{NH}_3$ -st puhastada happeskraberite või biofiltritega (tõhusus 70–90%). Kuna lindlate õhk sisaldab palju suuri tolmuosakesi, mis võivad skraberit ummistada, soovitatakse kasutada mitmeetapilist skraberit, mille esimeses etapis eemaldatakse suured osakesed. Mitmeetapilistel skraberitel on lisaheeliseid, sest need vähendavad nii  $\text{NH}_3$  kui ka teiste osakeste keskkonda sattumist, mille seas on oluline hulk fosforit ja muid elemente, mida saab taimede toitainetena taaskasutada.

41. Nii broileri- ja kalkuni- kui ka teiste linnuliikide ja toodangurühmade lindlates, on peamiseks  $\text{NH}_3$  heidet mõjutavaks teguriks allapanu, kuna see mõjutab kusi- happe lagunemise määra. Uutes hoonetes tuleks rajada sellised ventilatsioonisüsteemid, mis eemaldavad niiskust, sõltumata ilmastiku- jms hooajalistest tingimustest. Samuti peaks hoone olema hea isolatsiooniga. Uutes ja olemasolevates hoonetes tuleks kasutusele võtta meetmeid kondensatsiooni vältimiseks (isolatsioon). Broilerikasvatuses tuleks kasutada nippeljootureid, vähendamaks joogivee sattumist sõnniku hulka.



## Madala heitetasemega sõnniku ladustamise süsteemid

### A. Sissejuhatus

42. Hoonetest pärit ja sõnniku laotamisega kaasnevad  $\text{NH}_3$  kaod on harilikult kõige olulisemateks  $\text{NH}_3$  heite allikateks. Ammoniaagi koguheitest moodustab olulise osa ka vedel- ja tahesõnnikuhoidlatest pärit heide. Ladustamine võimaldab laotada sõnnikut maale aastaegadel, kui taimed vajavad toitaineid ja veesaaste risk on väike.

### B. Vedelsõnniku ladustamine

43. Pärast loomapidamishoone eemaldamist hoiustatakse vedelsõnnik kas betoonist, terasest või puidust mahutites, laguunides või kottides. Laguunidel on ruumalaühiku kohta suurem pindala ja seega suurem  $\text{NH}_3$  heite potentsiaal. Sõnnikuhoidlate konstruktsioonile, ehitamisele ja käitamisele võivad kehtida riiklikud või piirkondlikud nõuded.

44. Sõnnikuhoidlatest pärit  $\text{NH}_3$  heite vähendamise tehnikate seas on:

- (a) *hoidla konstruktsioon:*
  - (i) *suurus:* hoidla peaks olema piisavalt suur, et ei tekiks vajadust laotada sõnnikut maale ajal, kui esineb veesaaste oht (nt nitraatide leostumise tõttu) ja võimaldama laotamist parimal ajal, arvestades taimede lämmastikuvajadust;
  - (ii) *pindala:* vähendada hoidla pindala (või heidet tekitavat pinda). Näiteks saab 1000 kuupmeetri suuruse vedelsõnnikuhoidla pindala vähendada enam kui kolmandiku võrra, kui külgede kõrgust suurendatakse 2 meetri võrra kolmelt viiele meetrile. Üldiselt peaks praktilistel (segamine, väiksem sademevee jaoks vajalik maht) ja heite vähendamise kaalutlustel hoidla seina kõrgus olema võimalusel vähemalt 3 meetrit;
- (b) *vedelsõnnikuhoidlate katted:* hoidlate katmine on tõhus viis  $\text{NH}_3$  heite vähendamiseks. Katmise võimaluste kokkuvõtte on toodud tabelis 2. Need võimalused on:
  - (i) *jäigad (tihedad) katted:* need on  $\text{NH}_3$  heite vähendamise seisukohast kõige tõhusamad, aga ka kõige kallimad lahendused. Oluline on veenduda, et katted oleksid õhuvahetuse minimeerimiseks korralikult suletud. Siiski peavad neis olema väikesed avad või muu võimalus tuleohtliku metaangaasi ( $\text{CH}_4$ ) kogunemise ennetamiseks, eriti telkkonstruktsioonides. Sademeterikastes piirkondades takistavad jäigad katted vihmavee hoidlasse tungimist ning sellest põhjustatud transporditavate mahtude suurenemine on seega välditud;
  - (ii) *ujukatted:* need on harilikult valmistatud plastmaterjalist ja ei ole nii tõhusad kui katused, kuid on harilikult odavamad. Sageli kasutatakse



kahekordset termokahanevast polüstüreenist katet, et vältida õhumullide teket ja katte osade uppumist. Ujuvkate peaks olema vertikaalsete köitega hoidla seina külge kinnitatud. Sellega välditakse kattel sõnniku segamise ajal ümber pöördumist ja tuulega minemalendamist. Mõned ujuvkatted ei lase ka sademetel hoidlasse tungida, suurendades seega ladustatava vedelsõnniku mahtu;

- (iii) *geomeetristest plastikelementidest ujuvkatted*: geomeetristised plastikelemendid moodustavad vedelsõnniku pinnal suletud ujuvkatte. Üksikosa vertikaalsed ribad ei lase elementidel üksteise peale liikuda. Sellist lahendust võib kasutada ainult sea- või muu vedelsõnniku puhul, millele ei teki loomulikku koorikut. See ei sobi sõnnikule, mis sisaldab ohtralt orgaanilist ainet, kuna plastik-elemendid muutuks osaks koorikust, mida oleks keeruline purustada;
- (iv) *loomulik koorik*: veiste ja mõnikord ka sigade vedelsõnnikule tekib loomulik koorik, mis koosneb pinnale kerkinud orgaanilisest materjalist. Koorik tekib vaid siis, kui vedelsõnniku kuivainesisaldus on piisavalt kõrge (>7%) ja segamist minimeeritakse. Koorik peaks katma kogu sõnniku pindala. Hoidlat tuleks täita kooriku alt, vältimaks kooriku lõhkumist. Kooriku tõhusus sõltub sellest, kui täielikult see sõnniku pinda katab, mis omakorda sõltub kooriku paksusest, homogeensusest ja kestusest. Tuleb arvestada, et kooriku moodustumiseks on vaja aega;
- (v) *kunstlik koorik*: mahutites või laguunides oleva vedelsõnniku pinnale põhu, kergkruusa graanulite või muude ujuvate materjalide lisamine vähendab heidet kunstliku kooriku tekkimise tõttu:
  - a. *kergekruusa graanulid*: graanulite lisamine on väga lihtne. See on küll kallim kui põhk, kuid võrreldes telkkonstruksiooniga ligikaudu kahe kolmandiku võrra odavam. Umbes 10% materjalist läheb igal aastal hoidla tühendamisel kaotsi. Sõnnikut tuleks põhjalikult segada üks päev enne ja lühiajaliselt ka vahetult enne laotamist;
  - b. *põhk*: kõige tõhusam on katteks kasutada umbes 4 cm pikkusi põhuheksleid. Hekslite kogus peaks olema umbes 4 kg/m<sup>2</sup>. Kate moodustatakse kas tühendatud hoidlasse või juba olemasoleva sõnnikukihi pinnale. Põhuhekslitest katted suurendavad tõenäoliselt CH<sub>4</sub> ja N<sub>2</sub>O heidet, kuna sõnnikule lisatakse süsinikku. Ka vedelsõnniku kuivainesisaldus suureneb, mis omakorda suurendab NH<sub>3</sub> heidet pärast laotamist.

45. Õli ja turba kasutamine ujuvkattena ei ole soovitatav, kuna see on praktikas keerukas. Samuti on nimetatud materjale farmides vähe kasutatud ning need toovad tõenäoliselt kaasa CH<sub>4</sub> heite olulise suurenemise.

46. Laguunides on NH<sub>3</sub> heite vähendamine keerukam kui rõngasmahutites. Üheks vähendamistehnikaks on olemasolevate laguunide asendamine. Uute laguunide ehitamisele tuleks eelistada rõngasmahuteid või teisi vähest heidet tekitavaid lahendusi (vt allpool), välja arvatud juhul, kui on võimalik rakendada ja tõestada tõhusaid leevendusmeetmeid heitmete vähendamiseks. On tehnoloogiaid, näiteks ujuvpoomid, millega pind jagatakse sektoriteks ning millega lihtsustatakse ujuvkate (kergekruusa graanulite ja põhu) kasutamist ning kooriku teket suurtes laguunides isegi tuuliste ilmastikutingimuste korral.

47. Hoiukotid on sobiv tehnoloogia vedelsõnnikust pärit heite vähendamiseks. Huvi meetodi vastu on kasvamas, kuna selliseid süsteeme saab rakendada palju väiksemate kulutustega võrreldes jäiga katusega vedelsõnnikuhoidlate ehitamisega. Kui neid aga korralikult ei hallata, võib esineda veesaaste risk, samuti ei pruugi see tehnoloogia olla sobilik suuremate, eriti just kõrge kuivaine sisaldusega vedelsõnniku mahtude korral.

Tabel 2

Ammoniaagiheite vähendamise tehnikate tõhusus ja rakendatavus vedelsõnnikuhoidlates

Vähendamise meede	Põllumajandusloomade kategooria	Heitkoguse vähenemine (%)	Rakendatavus	Märkused
Jäik kaas või katus	Kõik	80	Ainult rõngasmahutid.	Vihmavee jaoks pole lisamahtu vaja; piirangud staatiliste nõuete tõttu.
Paindlik kate (nt telk-konstruktsioon)	Kõik	80	Ainult rõngasmahutid.	Piirangud staatiliste nõuete tõttu.
Ujuv (plastik)kate	Kõik	60		–
Geomeetrilistest plastik-elementidest ujuvkate	Kõik	u 60	Sõnnik, millele ei moodustu loomulikku koorikut.	Heite vähenemise kohta on vaja rohkem uuringuid.
Loomulik koorik	Veiste ja sigade vedelsõnnik, mille kuivainesisaldus on üle 7%	40	Pole rakendatav ettevõtetes, kus vedelsõnnikut laotatakse sagedasti.	–
Kunstlik koorik: põhk	Sigade ja veiste vedelsõnnik	40	Ei saa rakendada väga madala kuivaine sisaldusega vedelsõnniku korral või ettevõtetes, kus sõnnikut laotatakse sagedasti.	Võib suurendada N <sub>2</sub> O ja CH <sub>4</sub> heidet.
Kunstlik koorik: kergkruusa graanulid vms	Sigade jms vedelsõnnik	60	Võimalik rakendada ka väga madala kuivainesisaldusega vedelsõnniku korral; Pole rakendatav ettevõtetes, kus vedelsõnnikut laotatakse sagedasti.	Kergkruusa kadu segamise ja laotamise käigus.
Laguunide asendamine kaetud/avatud rõngasmahutitega	Kõik	30–60	–	Selle olukorra võrdlusandmed viitavad avatud laguunide suuremale heitetasemele.
Hoiukott	Kõik	100	Kasutamine kasvab kiiresti kogemuste suurenemise tulemusena.	Siiani pärineb enamik kogemusi väikestest seafarmidest, kuid tehnoloogiat on rakendatud ka suuremates piimafarmides.

48. Täiendavad aspektid, mida tuleks silmas pidada:
- (a) Vedelsõnniku segamist ja hoidla tühjendamist tuleks teostada nii harva kui võimalik, kuna see suurendab  $\text{NH}_3$  heidet. Vedelsõnnikut segatakse ja laotatakse tõenäoliselt sagedamini loomakasvatusega (rohumaad), mitte taimekasvatusega tegelevates ettevõtetes, kuna nii saab vedelsõnnikut efektiivsemalt kasutada.
  - (b) Õhu liikumise kiiruse vähenemise vedelsõnniku pinnakihi kohal tagab hoidla täitmine alla maksimaalse mahutavuse, see tähendab et hoidla serva ja vedelsõnniku pinna vahele tuleks jätta piisavalt ruumi. Samuti vähendab õhu liikumise kiirust puude istutamine hoidla perimeetrile.
  - (c) Nii maa-alused hoidlad (vedelsõnniku tankid) kui ka hoidlate otsese päikese-kiirguse eest varju paigutamine vähendab vedelsõnniku temperatuuri tõusu, alandades seega märkimisväärselt  $\text{NH}_3$  (ja  $\text{CH}_4$ ) heidet.

### C. Tahesõnniku ladustamine

49. Praegu on olemas vähe võimalusi ladustatud tahesõnnikust pärit  $\text{NH}_3$  heite vähendamiseks. Sellegipoolest kehtivad hea tava juhised. Loomapidamishoone eemaldamise järgselt ladustatakse tahesõnnik betoonist pinnale, millel on mõnikord seinad ja harilikult äravool ning mahuti nõrgvee kogumiseks. Mõnes riigis on vähemalt lühiajaliselt lubatud tahesõnnikut hoiustada põllul aunas. See võib aga kaasa tuua märkimisväärsed kadusid  $\text{NH}_3$  heite, denitrifikatsiooni ja toitainete leostumise tõttu. Lindude sügavallapanusõnnikut ja väljaheiteid, eriti munakanade õhuga kuivatatud väljaheiteid, hoiustatakse üha enam punkrites. Juhised  $\text{NH}_3$  heite vähendamiseks tahesõnniku ladustamisel on järgnevad:

- (a) *tahesõnniku hoidlate katmine*. Kuigi jäiga katte (katus) kasutamine ei ole alati majanduslikult otstarbekas, on leitud, et plastikkate vähendab märkimisväärselt  $\text{NH}_3$  heidet, seejuures oluliselt  $\text{CH}_4$  või  $\text{N}_2\text{O}$  heidet suurendamata. Sarnaselt vedelsõnniku minimeeritud heitega ladustamisele on oluline, et ka tahesõnniku kaetud ladustamisele järgneks minimeeritud heitega laotustehnika (nt kohene muldaviimine), vastasel juhul võib säästetud lämmastik hilisemas etapis kaotsi minna;
- (b) *sõnnikule suurema koguse põhu lisamine*. Seda lähenemist ei peeta nii tõhusaks kui tahesõnniku katmist. Meetodi tõhusus sõltub sõnniku tüübist ja omadustest ning võimalikust  $\text{N}_2\text{O}$  ja  $\text{CH}_4$  heite suurenemisest;
- (c) *sõnnikuvirna pindala hoidmine võimalikult väiksena* (nt seinte ehitamisega hoidlale, et suurendada ladustatava sõnnikuvirna kõrgust). Seda lähenemist peetakse samuti sõnniku katmisest vähem tõhusaks;
- (d) *sõnniku hoidmine võimalikult kuivana*. See on eriti oluline lindude sügavallapanusõnniku (broilerid ja munakanad) ja transportöörilindil kuivatatud lindude väljaheidete puhul, kus niiskuse olemasolu põhjustab kusihahe lagunemist ja ammoniaagi teket. Linnusõnniku kuivana hoidmise meetmed on:
  - (i) plastikmaterjaliga katmine;
  - (ii) katuse all, eelistatult betoonalusel ladustamine;
  - (iii) kui linnusõnniku katmine ei ole võimalik, võib kitsas A-kujulises virnas ladustamine aidata sademeveel paremini ära voolata. Sellest meetodist saadav kasu ei ole veel aga heite vähenemisega kvantitatiivselt hästi seostatav.

50. Sõnnikulindiga kogutud ning õhuga kuivatatud munakanade väljaheited, mille kuivainesisaldus on vähemalt 60% kuni 70%, eritavad väga vähe ammoniaaki. Sellist sõnnikut tuleb hoida kuivana ja vältida märgumist. Seega on katuse all ladustamine parim hoiustamise viis.

51. Puurikanalates tekkivad väljaheited, mida ladustatakse sageli aasta kestel hoone all sõnnikukeldris, eritavad suures koguses  $\text{NH}_3$ , kuna nende kuivainesisaldus on madal (st niiskusesisaldus kõrge).  $\text{NH}_3$  heite vähendamiseks võiks kuivainesisaldust tõsta, suunates näiteks laudast väljuvat õhku üle sõnnikukihi.

52. Muude võimaluste seas annab efekti ka temperatuuri hoidmine sõnnikukihis alla 50 °C või süsiniku ja lämmastiku suhte viimine >25 tasemele, näiteks põhu või muu allapanu materjali koguse suurendamisega.

53. Kui sõnnikuaunad paigutatakse otse põllule (pinnasele), tuleb arvestada märkimisväärsete toitainete leostumise ja ärakande riskidega ning lähtuda riiklikest või piirkondlikest veereostust käsitlevatest regulatsioonidest.

## Madala heitetasemega sõnniku laotamise tehnikad

### A. Sissejuhatus

54. Sõnniku laotamisest (nii vedel- kui ka tahesõnnik) pärit  $\text{NH}_3$  heide moodustab suure osa põllumajanduslikust  $\text{NH}_3$  heitest. Sõnniku laotamise etapis on kadude minimeerimine väga oluline, kuna kogu varasemalt, näiteks laudas või sõnnikuhooldlas säästetud ammoniaak võib kaotsi minna, kui ei kasutata asjakohast põllule laotamise tehnikat.  $\text{NH}_3$  kao vähendamine tähendab ka seda, et taimedele jääb rohkem potentsiaalselt omastatavat lämmastikku. Sõnnikust maksimaalse agronoomilise kasu saamiseks ja nitraatide leostumise riski vähendamiseks tuleks pöörata tähelepanu ka sõnniku lämmastiksisaldusele. Sellest tulenevalt peaks vastavalt saagi nõuetele optimeerima põllule laotatava sõnniku kogust, meetodit ja aega, arvestades ka madala heitetasemega tehnikate kasutamise käigus säästetud lämmastiku kogusega.

55. Allpool loetletud  $\text{NH}_3$  heite vähendamise tehnikad lühendavad eelkõige sõnniku atmosfääris viibimise aega. Seega on need meetmed tõhusad igasuguste kliimaatiliste tingimuste korral. Ehkki kliima mõjutab  $\text{NH}_3$  koguheidet, kuna see temperatuuri tõustes harilikult suureneb, pole leitud, et madala heitetasemega sõnniku laotamise tehnikate kasutamisel vähenenud  $\text{NH}_3$  heide sõltuks kliimast. Heite vähenemise potentsiaalid on esitatud tabelis 3.

### B. Erinevat päritolu vedelsõnnikust pärit heite vähendamise tehnikad

56. Tõhusaim viis laotamisel tekkiva  $\text{NH}_3$  heite vähendamiseks on nõuetekohase laotamistehnika, näiteks sisestus- või ribalaoturi kasutamine. Nimetatud meetoditel on ka agronoomiline kasu, kuna vedelsõnniku täpsema laotamise tõttu väheneb toitainete äravoolu risk (vt tekstikasti lk 21-22).

#### **Vedelsõnniku laotamise tehnikad: sisestus- ja ribalaoturid**

##### *Sisestuslaoturid:*

Tehnoloogia alandab  $\text{NH}_3$  heidet, paigutades sõnniku mullapinna alla, vähendades seega õhuga kontaktis oleva sõnniku pindala ja suurendades vedelsõnniku mulda imendumist. Sisestuslaoturid on  $\text{NH}_3$  heite vähendamisel harilikult tõhusamad kui ribalaoturid. Vastavaid lahendusi on kolme tüüpi:

- (a) *pinnalähedase sisestusega laoturid:* pinnasesse lõigatakse kitsad (harilikult 4–6 cm sügavad ja 25–30 cm intervalliga) lõhed, mis täidetakse vedelsõnnikuga. Tehnoloogiat kasutatakse kõige sagedamini rohumaadel. Ammoniaagiheite vähenemine sõltub sellest, kas kasutatakse avatud või suletud lõhega laotureid. Laotusmahtu võib piirata lõhede maht;
- (b) *süvasisestuslaoturid:* vedelsõnnik sisestatakse pinnasesse 10–30 cm sügavusele, kasutades 50 või isegi 75 cm vahedega sisestuslaoturi piisid. Piidel on sageli külgmised tiivad, mis suurendavad vedelsõnniku pinnasesse pihustamist ja maksimeerivad laotusmäärasid. Tehnoloogia sobib paremini põllumaale, kuna võib taimikut mehhaaniliselt kahjustada;



- (c) *kultivaatoritega kombineeritud sisestuslaoturid*: põhinevad vedrudega või jäikade piidega kultivaatoritel ja neid kasutatakse ainult põllumaal.

**Ribalaoturid:**

Tehnoloogia alandab  $\text{NH}_3$  heidet, vähendades õhuga kontaktis oleva sõnniku pindala ja õhu liikumise intensiivsusest tulenevat negatiivset efekti. Nende seadmete tõhusus erineb sõltuvalt põllukultuuri kasvukõrgusest. Seadmeid on kahte peamist tüüpi:

- (a) *lohisvooliklaoturid*: vedelsõnnik pihustatakse paindlike voolikute abil rohu- või põllumaale vahetult mulla pinnale. Vedelsõnnikut on võimalik laotada ka kasvava taimikuga põldudele;
- (b) *lohiskinglaoturid*: vedelsõnnik pihustatakse harilikult jäikade torude abil, mille otsas on metallist „kingad”. Need libisevad mööda mulla pinda, eraldades taimi ning tagades vedelsõnniku kandmise otse mullapinnale taime lehtede alla. Mõne tehnoloogilise lahenduse puhul lõigatakse pinnasesse madal lõhe, mis soodustab vedelsõnniku toitainete imendumist.

**Kiire muldaviimine**

57. Eesmärk peaks olema vedelsõnniku mullaga segamine nii kiiresti kui võimalik pärast selle laotamist. Kõige tõhusam ammoniaagiheite vähendamine saavutatakse laotamisele järgneva viivitamatu muldaviimisega (st paari minuti jooksul). See võimaldab heidet vähendada 70–90% võrra. Muldaviimine 4 tunni jooksul vähendab heidet 45–65% võrra ja 24 tunni jooksul vastavalt 30% võrra. Vedelsõnniku sisseküündmine on aeglane tegevus ja sageli võib pii- või ketaskultivaatori kasutamine olla sama tõhus, kuna vedelsõnniku kontakt õhuga lüheneb. Alltöövõtjate kasutamine või tehnika ettevõtete vaheline jagamine soodustab vedelsõnniku kiire muldaviimise teostamist. Tahesõnniku muldaviimist kirjeldatakse allpool.

**Vedelsõnniku lahjendamine**

58. Madala kuivainesisaldusega lahjendatud vedelsõnnikust pärit  $\text{NH}_3$  heide, on harilikult väiksem võrreldes lahjendamata vedelsõnnikuga, kuna lahjendatud vedelsõnniku pinnasesse imendumine on kiirem. Kasutatakse kahte varianti:

- (a) vedelsõnnikut võib lisada rohu- või põllumaa kastmisvette. Sellisel juhul on parimaks viisiks, kui vedelsõnnik lisatakse kastmisvee torustikku ja pumbatakse madala surve all vihmutisse või liikuvasse vihmutisse (ei sobi kõrgsurve pihustite korral, mis segu esmalt lehvikuna maapinna kohale pitsib). Vee ja vedelsõnniku vahekord võib olla kuni 50:1, kuid mitte vähem kui 1:1. Lahjendamise tulemusena väheneb ammoniaagiheide umbes 30% võrra (ECE/EB.AIR/120, paragrahv 146, joonis 1).
- (b) viskoosle vedelsõnnikule võib enne laotamist lisada vett, kas hoidlasse või laotusseadme paaki. Viskoossema veiste vedelsõnniku puhul võib juba lahjendamine 0,5:1 ammoniaagi kadusid vähendada. Vee transpordiga kaasnevad aga arvestatavad lisakulutused. Oluline on vedelsõnniku laotamismäära proportsionaalne suurendamine vastavalt kogu ammoniumlämmastiku (TAN) sisalduse vähenemisele.

**Laotamise ajastamine**

59. Meetodid, mille puhul arvestatakse kliimaatiliste tingimuste või laotamise ajastusega, vähendavad  $\text{NH}_3$  heidet, kuigi need ei pruugi olla sama tõhusad või töökindlad kui ülalkirjeldatud tehnoloogiad:

- (a) laotamine jahedate, tuulevaiksete ja niiskete ilmastikutingimuste ajal aitab vähendada  $\text{NH}_3$  heidet;
- (b) vihmajärgne eelnev laotamine (tõhus ainult juhul, kui kohe pärast laotamist sajab vähemalt 10 mm vihma). Meede on rakendatav ainult tasasel maal ja pinnaveekogudest eemal, vastasel juhul esineb toitainete ärakande oht;
- (c) laotamine õhtul, kui tuulekiirus ja õhutemperatuur alanevad;
- (d) laotamine värskelt kultiveeritud pinnasele, eeldusel, et sõnnik imendub kiiremini.

**Vedelsõnniku hapestamine**

60. Madal pH vähendab sõnnikust pärit  $\text{NH}_3$  lendumist. Vedelsõnniku pH alandamine 6-ni või sellest madalamale on harilikult piisav, et vähendada  $\text{NH}_3$  heidet 50% või rohkem. pH alandamiseks võib vedelsõnnikule lisada väävelhapet. Praeguseks on edukalt kasutusele võetud tehnoloogia, mille puhul vedelsõnnikule lisatakse laotamise ajal automaatselt väävelhapet. Ükskõik millise farmitöö käigus sõnnikule väävelhappe lisamisel tuleb seda teha ohutult, vältimaks riske töötajatele, loomadele ja keskkonnale.

**Muud heidet vähendavad preparaadid**

61. Muude preparaatide lisamine vedelsõnnikule peale hapete ei ole  $\text{NH}_3$  heite vähenemise kontekstis andnud tõestatud tulemusi või nende kasutamine on praktilistel kaalutlustel piiratud.

**C. Tahesõnnikust pärit heite vähendamise tehnikad**

62. Kiire muldaviimine on ainus praktiline tehnika tahesõnnikust pärit  $\text{NH}_3$  heite vähendamiseks, ehkki viimasel ajal on Ameerika Ühendriikides saavutatud edu ka lindude tahesõnniku pinnalähedase sisestuslaotamisega. Enamik ammoniaaki lendub paari tunni jooksul pärast laotamist. Seega peaks muldaviimine toimuma paari tunni jooksul pärast laotamist. Maksimaalse heite vähenemise saavutamiseks peaks sõnnik olema täielikult mullaga segatud või kaetud. Võrreldes vedelsõnnikuga on seda sageli keerukam saavutada, eriti tahesõnniku puhul, mis sisaldab palju põhku.

63.  $\text{NH}_3$  heite 60–90% vähenemiseks tuleks tahesõnnik sisse künda vähemalt 4 tunni jooksul pärast laotamist. Sissekünd 24 tunni jooksul vähendab heidet umbes 30%. Uuringud on näidanud, et tahesõnniku sissekünd on erinevalt vedelsõnnikust alati tõhusam kui randaalimise või kultiveerimise käigus mullaga segamine, vaatamata sellele et kündmine võtab rohkem aega.

**D. Praktilised kaalutlused**

64. Laotamisel tekkiva  $\text{NH}_3$  heite vähendamise tehnikate valimisel tuleb arvestada tehnika (meetme) tõhususe, rakendatavuse ja kuludega. Erinevate tehnikate ja meetmete tõhusust ja rakendatavust on võrreldud tabelis 3. Ammoniaagiheite vähenemise efektiivsust väljendatakse protsendina võrdlusmeetodi suhtes. Heite referentsmeetodiks nii töötlemata vedel- kui ka tahesõnniku laotamisel on paisklaotus ja selle käigus vabanev ammoniaagi kogus. Vedelsõnniku puhul toimuks see paisklaotusseadmetega. Tahesõnniku korral lisanduks ka sissekünd nädala või pikema aja pärast.

65. Sõnniku laotamisest tuleneva  $\text{NH}_3$  heite vähendamiseks on olulised järgnevad aspektid.

- (a) Lohisvoolik- ja sisestuslaoturitega saavutatava ammoniaagiheite vähenemine varieerub sõltuvalt vedelsõnniku kuivainesisaldusest, mullastiku omadusest, töö kvaliteedist ning täpsusest ja taimiku omadustest.
- (b) Muldaviimise efektiivsus sõltub sõnniku tüübist ja laotamisest möödunud ajast; viivitamatu muldaviimine on kõige tõhusam.
- (c) Riba (lohisvoolik) laoturid on üldiselt tõhusamad põllumaadel võrreldes rohumaadega, samuti siis, kui laotatakse lahjendatud sea vedelsõnnikut mitte viskoosemat veiste vedelsõnnikut.
- (d) Lohisvoolik ja avatud lõhega sisestuslaoturid ei sobi sageli kasutamiseks järsu kaldega kõlvikutel, kuna suureneb toitainete potentsiaalne äravoolurisk. Et seda vältida, tuleks sellisel maal vedelsõnniku laotamisest loobuda. Sisestuslaotamise tehnikad ei toimi hästi kiviste või raske lõimisega (savirikaste) muldade korral.
- (e) Avatud lõhega sisestuslaoturid sobivad kasutamiseks rohkemate mullatüüpide ja tingimuste korral kui suletud lõhega seadmed.

- (f) Väikestel ja ebakorrapärase kujuga kõlvikutel on suurte laotusseadmete käitamine komplitseeritud; tuleks valida madala heitetasemega seadmed, mis sobivad kohalikule maastikule.
- (g) Sõnniku muldaviimine (sisseküündmine, randaalimine, kultiveerimine) sõltub vastavate kõlvikute olemasolust; rohumaadel on kõige sobilikumad lohisvoolik- ja sisestuslaotamise meetodid.
- (h) Süsteemid, mis parandavad sõnniku transpordi logistikat võimaldavad laotamist täpsemalt ajastada ning seeläbi vähendavad ammoniaagiheite riski. Näiteks on vihmutussüsteemid, kus lisaseade paigaldatakse otse traktorile, mis saab toidet tsisternist või pika paindliku vooliku kaudu. Selline tehnoloogia on alternatiiviks süsteemile, kus lisaseade on paigaldatud traktoriga veetavale tsisternile või tsisternautole. Eeliseks on ka tööjõudluse suurenemine ja mullastiku tihendamise põhjustatud kahjustuste vähendamine. Voolikute lahti- ja uuesti kokku rullimine võtab aga palju aega.
- (i) Vedelsõnniku lahjendamine kastmissüsteemides on väga tõhus meede  $\text{NH}_3$  heite vähendamiseks. Meetme efektiivsus sõltub muidugi sellest, kas kastmissüsteeme kasutatakse või mitte.
- (j) Vedelsõnniku lahjendamine mobiilsete tehnoloogiate kasutamise korral on praktiline vaid väikestes farmides, kuna täiendav vesi vähendab laotamise jõudlust ja suurendab kulusid.
- (k) Madalamate heitetasemetega tehnoloogiate kapitali ja tööjõukulud on tõenäoliselt suuremad võrreldes paisklaotamise vastavate kuludega, kuid kulutõhusaimate lahenduste kasutamisel kompenseerivad mineraalväetiselt kokku hoitud summad neid kulutusi piisavalt.
- (l) Vedelsõnniku toitainete käitlemisel võib osutuda otstarbekaks tahke ja vedela osa eraldamine. Vedela osa laotamine madala heitetasemega laotusseadmest vähendab märkimisväärselt  $\text{NH}_3$  heidet (heite vähenemine 20–30%), kuna madalama kuivainesisaldusega vedelsõnnik imendub kiiremini. Meetodist maksimaalse efekti saamiseks tuleks vedelat osa laotada nii suurel määral kui võimalik selliste mullastiku tingimuste juures, mis vedeliku imendumist toetavad (nt veega küllastumata või mitte väga raske lõimisega mullad). Kui vedelsõnnikut ei separeerita, on ammoniaagiheide suurem kõrgema kuivainesisalduse tõttu, mis vähendab vedeliku pinnasesse imendumist. Separeerimisel tekkivast tahkest osast pärit ammoniaagiheidet tuleks vähendada hoiustamise ja laotamise ajal (nt kiire muldaviimisega), samuti võib tahket osa rakendada muudel eesmärkidel (nt anaeroobne kääritamine).
- (m) Erinevus töötlemata vedelsõnniku ja anaeroobse kääritamise jäägi (digestaadi e kääritusjäägi) laotamise järgse heite vahel on väike. Ehkki digestaadil on madal kuivainesisaldus, mis soodustab selle kiiret imendumist hästi vett läbilaskvatesse muldadesse, on sellel ka kõrge pH, mille tõttu suureneb  $\text{NH}_3$  heite potentsiaal. Nagu ka töötlemata sõnniku puhul, tuleks kasutada madala heitetasemega tehnoloogiaid (nt sisestus- või ribalaotamine, hapestamine).
- (n) Sõnniku sisestuslaoturite töölaius on piiratud, lohisvooliklaoturitel on see aga oluliselt suurem. Kuna töölaius on kitsam, tuleks sõnniku sisestuslaoturite kasutamisel arvestada traktori rataste suuremast survest tingitud mullastiku kahjustamise (tihenemise) riski suurenemisega.
- (o) Kui sõnnikut hapestatakse, siis harilikult tehakse seda kontsentreeritud väävelhappe segamisega vedelsõnnikusse enne laotamist või selle ajal. Väävelhape on aga ohtlik kemikaal, mida tuleb kasutada ettevaatlikult, et vältida ohtu töötajatele, loomadele ja keskkonnale.

**Tabel 3**

Ammoniaagiheite vähendamise tehnikate valiku praktilised kaalutlused sõnniku laotamisel

Vähendamise tehnika	Sõnniku tüüp	Kõlviku tüüp	Tüüpiline ammoniaagiheite vähenemine (%) <sup>a</sup>	Rakendatavuse piirangud
Lohisvoolik-laotus	Vedelsõnnik (kõik tüübid)	Rohu- ja põllumaa	30–35	Kõlviku kalle, suurus ja kuju. Mitte väga viskoosne vedelsõnnik. Külviridade vahekaugus teraviljakasvatuses. Taimiku kasvukõrguse suurenedes heide väheneb.
Lohisking-laotus	Vedelsõnnik (kõik tüübid)	Rohu- ja põllumaa (enne külvi) ja reas kasvatatavad taimed	30–60	Nagu ülal. Tavaliselt ei sobi juba kasvavate põllukultuuride korral. Reas kasvatatava taimiku puhul võib sobida kuni tärkamisfaasini.
Pinnalähedane sisestus-laotamine	Vedelsõnnik (kõik tüübid)	Rohu- ja põllumaa (ka kasvavad teraviljad)	Avatud lõhe, 70; suletud lõhe, 80; sisestamise sügavusel 10 cm	Nagu ülal. Sobib mitte väga kuivadele, kivistele või raske lõimisega muldadele.
Süvasisestus-laotamine	Vedelsõnnik (kõik tüübid)	Põllumaa	90	Nagu ülal. Käitamine vajab võimsat traktorit. Ei sobi õhukestele, savistele (> 35%), ega turvasmuldadele (orgaanilise aine sisaldus > 25%), samuti ei sobi väga kuivadele ja drenaažkuivendusega suure leostumisohuga muldadele.
Vedelsõnniku lahjendamine niisutus-süsteemides kasutamise jaoks	Vedelsõnnik	Rohu- ja põllumaa	50% lahjendamine (st 1 osa vedelsõnnikut: 1 osa vett) = 30% heite vähenemine	Ainult siis, kui niisustussüsteeme kasutatakse. Sobilik vaid madalsurve süsteemide korral.
Vedelsõnniku lahjendamine enne mobiilsete laotamis-süsteemidega laotamist	Viskoossem veiste vedelsõnnik	Rohu- ja põllumaa	Lahjendamine kuni 50% viskoosema veiste vedelsõnniku puhul (lahjendamine 50% = heite vähenemine 30%)	Vajalik täiendav laoturi tsisterni maht. Sobiv ainult väikestes ettevõtetes ja niisutamise korral. Laotatava vedelsõnniku kogust tuleks suurendada vastavalt kogu ammonium-lämmastiku (TAN) kontsentratsiooni vähenemisele.
Laotamise ajastamine	Kõik sõnniku tüübid	Rohu- ja põllumaa	Erinevad	Meetme efektiivsus sõltub kohalikest oludest.

Vähendamise tehnika	Sõnniku tüüp	Kõlviku tüüp	Tüüpiline ammoniaagiheite vähenemine (%) <sup>a</sup>	Rakendatavuse piirangud
Muldaviimine	Vedel-sõnnik	Põllumaa, sh rohumaa uuskülvid. Meetod on tõhus ainult siis, kui muldaviimine toimub kohe pärast laotamist	Kohene sissekünd = 90; kohene kultiveerimine = 70; muldaviimine 4 tunni jooksul = 45-65; muldaviimine 24 tunni jooksul = 30	Sobilik kultiveeritud maal.
Muldaviimine	Tahe-sõnnik	Põllumaa, sh rohumaa uuskülvid. Meetod on tõhus ainult siis, kui muldaviimine toimub kohe pärast laotamist	Kohene sissekünd = 90; kohene kultiveerimine = 60; muldaviimine 4 tunni jooksul = 45-65; Muldaviimine 12 tunni jooksul = 50; muldaviimine 24 tunni jooksul = 30	Sobilik kultiveeritud maal.

<sup>a</sup> Võrdluses referentssüsteemiga, vt paragrahv 64.

## Mineraalväetistest pärit ammoniaagiheite piiramine

### A. Sissejuhatus

66. Enamik  $\text{NH}_3$  heitest pärineb põllumajandusloomade sõnnikust. Paljudes parasvöötme riikides tekib ligikaudu 10% või enam heidet lämmastikväetise laotamise käigus, eriti siis, kui kõlvikud on suure pindalaga. Ammooniumnitraadist ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) pärit heide on tavaliselt väike, harilikult vahemikus 0,5–5% kogu laotatud lämmastikust. Teistest lämmastikväetistest, nt ammooniumfosfaadist, ammooniumsulfaadist ja karbamiidist pärit heide võib olla palju suurem, sõltuvalt oludest 5–40%.

67. Soodsad tingimused ammooniumioonide tõhusaks mulda imendumiseks on: (a) väetis on mullaga segatud; (b) mullal on suur imendumisvõime; (c) muld on piisavalt niiske; (d) mulla pH on madal (happeline); (v) väliskeskonna temperatuur on madal.

### B. Karbamiid

68. Selleks et karbamiid toimiks väetisena, tuleb see lagundada looduslikult esineva ensüümi ureaas poolt. Selle protsessi käigus vabanevad  $\text{NH}_3$  ja süsinikdioksiid. Kui see toimub mulla pinnal, siis lendub  $\text{NH}_3$  (ja süsinikdioksiid) atmosfääri. Kui lagundamine toimub siis, kui karbamiid on mullaga segatud, seovad mullas olev savi ja orgaaniline osa ammoniaagi ning moodustuvad stabiilsemad ühendid. Seega peab karbamiidi laotamine olema hästi organiseeritud, et selle tõhusus väetisena oleks maksimaalne ning  $\text{NH}_3$  heite tekke tõenäosus minimaalne. Seepärast on oluline, et karbamiid segataks või uhitaks mulda enne, kui see lagunema hakkab.

69. Karbamiidist pärit  $\text{NH}_3$  heide on sageli suurim kergete liivaste muldade korral, kuna nende savisisaldus on väike ja võime ammooniumlämmastikku imada piiratud. Vaatamata kõrgele pH väärtusele võivad kaod lubjarikastest (karbonaatsetest) muldadest olla väiksemad võrreldes mõne teise mullatüübiga, kuna nende savi- ja kaltsiumisisaldus on suurem ning seega ammooniumlämmastiku sidumise võime kõrgem. Ribalaoturiga (lohisvoolik, sisestuslaotur) laotatud karbamiidi hüdroolüüs tekitab harilikult lokaalse pH taseme tõusu ja võib kaasa tuua heite suurenemise juhul, kui karbamiidi ei sisestata või ei segata korralikult mullaga, mis ammoniaagi lendumist pidurdaks.

70. Rohumaadel võib  $\text{NH}_3$  kadu põuastel perioodidel võrreldes põllumaaga olla suurem.

71. Karbamiidi vesilahusest pärit  $\text{NH}_3$  heide on sarnane tahket karbamiidi sisaldavatest segudest pärit heitega. Väetiselahustes kasutatava vee kogus on väga väike ja see pole harilikult karbamiidi mulda uhtmiseks piisav. Ammoniaagi kogukadu võib siiski olla väiksem, kui laotatavoid koguseid minimeeritakse.

72. Karbamiidi kasutamine leheväetisena võib suurendada nisu ja muude teraviljade tera proteiinisaldust, kuid võib põhjustada ka suurt ammoniaagiheidet.

## C. Karbamiidist pärit ammoniaagiheite vähendamine

73. Karbamiidväetistest pärit  $\text{NH}_3$  heite vähendamiseks tuleks kinni pidada järgmistest juhistest:

- (a) *karbamiidi mullaga segamine*. Karbamiid tuleks mulda viia nii kiiresti kui võimalik. See vähendab ammoniaagiheidet umbes 50–80% võrra. Seda varianti ei saa kasutada, kui karbamiidi kasutatakse rohumaadel või kasvava taimikuga põldudel, ent seda saab kasutada juhul, kui karbamiidi kasutatakse uskülvide korral või laotatakse taimeridade vahele.
- (b) *karbamiidi mulda sisestuslaotamine*. Nii tahke karbamiidi kui ka karbamiidilahuse suletud lõhega seadmega sisestuslaotamine on tõhusamad kui pinnalähedane muldaviimine, vähendades heidet kuni 90% võrra. Halvasti suletud lõhedest või ebapiisava mullaga segamise korral tekib väga suur ammoniaagiheide, kuna karbamiidi hüdroolüüsi käigus pH väärtus tõuseb. pH taseme tõusu saab leevendada protekteeritud (karbamiidi lagunemine on aeglasem) toodete või ureaasi inhibiitorite kasutamisega. Nagu kõigi lämmastikväetiste puhul, tuleb ka uskülvide korral olla hoolikas, vältimaks suuri karbamiidi koguseid seemnete lähedal, kuna see võib takistada idanemist/võrsumist. Seemnete kahjustamise riski saab vähendada toodetega, mis aeglustavad karbamiidi hüdroolüüsi.
- (c) *ureaasi inhibiitorid*. Inhibiitorite kasutamine aeglustab karbamiidi lagundamist kuni see on piisavalt sügavale mulda uhtunud. Samuti ennetavad inhibiitorid pH järsku tõusu. Eriti oluline on see ribalaotuse korral, vähendades heidet 40% võrra karbamiidi lahusest ja 70% võrra tahketest karbamiidväetistest.
- (d) *põllu kastmine pärast karbamiidi laotamist*. Vähemalt 5 mm kastmine kohe pärast karbamiidi laotamist vähendab ammoniaagiheidet 40–70%. See tehnika on otstarbekas vaid seal, kus kastmine on vajalik.
- (e) *polümeerkattega (protekteeritud) karbamiidigraanulid*. Protekteeritud karbamiidigraanulite kasutamine võib vähendada heidet umbes 30% võrra hüdroolüüsi aeglustumise tõttu. Käesoleval ajal pole karbamiidi protekteerimise efektiivsuse kohta veel eriti praktilisi kogemusi.
- (f) *karbamiidi asendamine ammooniumnitraatväetistega*. Ammoniaagiheite vähenemine võib olla märkimisväärne (kuni 90% võrra). Võimalik negatiivne kõrvalmõju on otsese  $\text{N}_2\text{O}$  heite võimalik suurenemine, kuid see toimub peamiselt siiski vaid märgades tingimustes ja peene tekstuuriga muldades (seda tuleks korvata  $\text{NH}_3$  heitest pärit kaudse  $\text{N}_2\text{O}$  heite vähendamisega). Ammooniumnitraatväetised võivad olla kallimad (10–30% suuremad kulud) kui karbamiid, kuid netokulu võib väiksemate lämmastikukadude tõttu olla tühine. Mõnes riigis ei ole  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  vabalt kättesaadav.

## D. Ammooniumsulfaat ja ammooniumfosfaat

74. Ammooniumsulfaadist ja -fosfaadist pärit  $\text{NH}_3$  kao potentsiaal sõltub suuresti mulla pH-st. Kaod on väiksemad muldades, mille pH on alla 7,0.

75. Lubjarikaste (karbonaat) muldade korral ( $\text{pH} > 7,5$ ) tuleks ammooniumfosfaat- või -sulfaatväetisi vältida, kui kiire muldaviimine, sisestuslaotamine, viivitamatu kastmine või polümeerkattega väetise kasutamine ei ole võimalik. Tuleks kasutada alternatiivseid lämmastiku-, fosfori- ja väävliallikaid.



## E. Ammooniumil põhinevatest mineraalväetistest pärit ammoniaagiheite vähendamine

76. Mitmeid eespool karbamiidi kohta kirjeldatud tehnikaid, sh muldaviimine, sisestuslaotamine, viivitamatu kastmine ja protekteeritud väetiste kasutamine, saab kasutada ka ammooniumsulfaat- ja ammooniumfosfaat- ning ammooniumnitraatväetistest pärit  $\text{NH}_3$  heite vähendamiseks.

## F. Ammooniumbikarbonaat

77. Ammooniumbikarbonaat võib olla kättesaadav mõnes Euroopa Majanduskomisjoni piirkonnas. Selle kasutamise järel on mõõdetud kuni 50% gaasilise lämmastiku kadu. Ehkki heidet on võimalik ammooniumbikarbonaadi laotamise ajal vähendada vastavate laotamisviiside rakendamise abil (vt lõiku 76), esinevad märkimisväärsed kaod ka ammooniumbikarbonaadi hoiustamisel. Arvestades väga suurt  $\text{NH}_3$  heidet, ei tohiks ammooniumbikarbonaati lämmastikväetisena kasutada. Göteborgi protokollis IX lisa kohaselt on osalistel selle väetise kasutamine keelatud.

## Eestit iseloomustav peatükk

### A. Sissejuhatus

Käesolev „Hea põllumajandustava raamjuhend ammoniaagiheite vähendamiseks” on põllumajandusettevõtjale suunatud soovituslik juhend, milles antakse ülevaade võimalikest ammoniaagi vähendamise meetmetest, sealhulgas kuidas ettevõtte tasandil optimeerida toitaineid, eeskätt lämmastiku kompleksset kasutamist (vähendada lämmastiku kadusid). Tulenevalt Eesti põllumajandussektori arengutest, suundumustest ja tulevikuperspektiivist on väga paljusid käesolevas dokumendis kirjeldatud strateegiaid suuremal või vähemal määral rakendatud juba aastaid. Ammoniaagiheite vähendamise meetmete rakendatavusest Eesti kontekstis annab põhjalikuma ülevaate Ariva ja Viira 2019. aasta uuring [„Hinnang teatavate õhusaasteainete riiklike heitkoguste vähendamise direktiivi 2016/2284 lisas III toodud meetmete rakendamise võimalikkusele Eestis ning vastavate vähendamise meetmete efektiivsuse ja majandusliku tõhususe analüüs.”](#)

Antud peatükk annab täiendavalt ülevaate ammoniaagi (NH<sub>3</sub>) heite vähendamist reguleerivatest õigusaktidest ja dokumentidest ning loomakasvatuse sektoris rakendatavatest tehnoloogiatest ja nende ajaloolisest arengust Eestis. Edasi kirjeldatakse lämmastiku käitlemist, arvestades kogu lämmastikuringet, põllumajandusloomade söötmissüsteemide, laudasüsteemide, sõnniku ladustamise ja väetiste laotamise tehnikate hetkeolukorda ja vastavate valdkondade parimate võimalike NH<sub>3</sub> heidet vähendavate meetmete rakendamist Eesti kontekstis.

Allpool kirjeldatud ja samuti tabelis 7 välja toodud ammoniaagiheite vähendamise meetmetele on viidatud [„Põllumajanduslikest allikatest pärineva ammoniaagiheite ennetamise ja vähendamise juhenddokumendi”](#) (ÜRO Euroopa Majanduskomisjon, 2014) kategooriate jaotuse alusel.

1. kategooria tehnikad ja strateegiad: nimetatud kategoorias kajastuvad meetmed, mida on põhjalikult uuritud, mida loetakse otstarbekateks või potentsiaalselt otstarbekateks ning kättesaadavad on kvantitatiivsed andmed nende tõhususe kohta vähemalt eksperimentaalsel tasemel;
2. kategooria tehnikad ja strateegiad: nimetatud kategooriasse kuuluvad meetmed, mille kohta tehtud uuringud on 2014. aasta seisuga veel ebapiisavad või nende heitkoguste vähendamise tõhususe määramine on komplitseeritud. Samas ei tähenda see, et vastavaid meetmeid ei saaks rakendada osana NH<sub>3</sub> heite vähendamise strateegiast, rakendamise võimalikkus sõltub eelkõige kohalikest tingimustest;
3. kategooria tehnikad ja strateegiad: vastavate meetmete tõhusus ei ole veel tõestatud või tõenäoliselt välistatakse need majandusliku otstarbekuse kaalutlustel.

### B. Põllumajanduse valdkonda reguleerivad õigusaktid

*Atmosfääriõhu kaitse seadus (AÕKS).* AÕKS-i üheks eesmärgiks on säilitada välisõhu kvaliteet piirkondades, kus see on hea, ja välisõhu kvaliteedi parandamine piirkondades, kus see ei vasta seaduses sätestatud nõuetele. Atmosfääriõhu kaitse seaduse ja

selle alamaktidega reguleeritakse paiksest heiteallikast saasteainete välisõhku väljutamise keskkonnaloa tingimusi (loa künnised, nõuded ja aruandlus), lõhna, müra, kemikaalide ja õhukvaliteedi piirväärtusi, õhukvaliteedi tagamist, kütuste keskkonnanõudeid, osoonikihi kaitsmist jne. Keskkonnaministri 14.12.2016 määruse nr 67 „Tegevuse künnisvõimsused ja saasteainete heidete künniskogused, millest alates on käitise tegevuse jaoks nõutav õhusaasteluba” järgi on luba nõutav järgnevate loomakasvatustetevõtete künnisvõimsuste korral (künniste ülempiiri ületamisel on nõutav keskkonnakompleksluba vastavalt Tööstusheite seadusele):

- (a) seakasvatusel, kui nuumsigade (kehamassiga üle 30 kg) kohtade arv on 1000–2000;
- (b) veisekasvatusel, kui piimalehmade kohtade arv on 300–400;
- (c) kodulinnukasvatusel, kui linnukohtade arv on 30 000–40 000.

Keskkonnaloaga määratakse saasteained ja nende kogused, mille ulatuses on ettevõttel õigus saasteained välisõhku väljutada. Loomakasvatuse heitkoguste arvutuste meetodika on kehtestatud keskkonnaministri 14.12.2016 määrusega nr 66 „Looma- ja linnukasvatusest välisõhku väljutatavate saasteainete heidete mõõtmise ja arvutusliku määramise meetodid”.

*Keskkonnaseadustiku üldosa seadus (KeÜS)*. Seaduse eesmärk on tagada:

- (a) keskkonnanahäiringute vähendamine võimalikult suures ulatuses, et kaitsta keskkonda, inimese tervist, heaolu ja vara ning kultuuripärandit;
- (b) säästva arengu edendamine, et kindlustada tervise- ja heaoluvajadustele vastav keskkond praegusele põlvele ja tulevastele põlvedele;
- (c) loodusliku mitmekesisuse säilimine ja kaitse;
- (d) keskkonna hea seisund;
- (e) keskkonnale kahju tekitamise vältimine ja keskkonnale tekitatud kahju heastamine.

*Tööstusheite seadus (THS)*. THS-i eesmärk on saavutada keskkonna kui terviku kaitse kõrge tase, minimeerides saasteainete heidet õhku, vette ja pinnasesse ning jäätmeteket, et vältida ebasoodsat mõju keskkonnale. Määrates suure keskkonnohuga tööstuslikud tegevusvaldkonnad, sh sea-, veise- ja linnukasvatus, sätestab tööstusheiteseadus koos oma alamaktidega nõuded nendes valdkondades tegutsemiseks ja vastutuse nõuete täitmata jätmise eest ning riikliku järelevalve korralduse kasutades peamiseks keskkonnakorralduslikuks vahendiks keskkonnakompleksluba (edaspidi kompleksluba). Vabariigi Valitsuse 06.06.2013 määruse nr 89 „Alltegevusvaldkondade loetelu ning künnisvõimsused, mille korral on käitise tegevuse jaoks nõutav kompleksluba” järgi on põllumajandussektoris kompleksluba nõutud järgnevatel juhtudel:

- (a) kodulindude intensiivkasvatusega käitises linnukohtade arvuga üle 40 000 linnu;
- (b) sigade intensiivkasvatusega käitises kohtade arvuga rohkem kui 2000 seale kehamassiga üle 30 kg või 750 emisele;
- (c) veiste intensiivkasvatusega käitises, kus peetakse üle 400 piimalehma või üle 533 ammalehma või üle 800 noorveise, kelleks loetakse üle kaheksa kuu vanuseid lehmullikaid kuni poegimiseni ja üle kaheksa kuu vanuseid pulle.

Kompleksluba annab õiguse kasutada käitist või selle osa viisil, mis tagab seaduse alusel määratud tegevusvaldkonnas või alltegevusvaldkonnas toimuva tegevuse võimalikult väikese mõju keskkonnale, inimese tervisele, heaolule, varale ja kultuuripärandile. Kompleksloaga sätestatavad nõuded peavad tagama vee, õhu ja pinnase kaitse ning käitises tekkinud jäätmete käitlemise viisil, mis hoiab ära saastatuse kandumise ühest keskkonnaelemendist, nagu vesi, õhk ja pinnas, teise. Kompleksloaomanik on kohustatud kasutama parimat võimaliku tehnikat (PVT), mis peab vastama tegevusala ja selles rakendatavate töömeetodite tõhusaimale ja arenenumale astmele ning mis on kirjeldatud PVT viitedokumentides<sup>1</sup>. Veisekasvatuses rakendatakse Eestis piirkondlikku PVT juhendit

<sup>1</sup> PVT viitedokument kirjeldab eelkõige kasutatud tehnoloogiaid, praeguseid heite- ja tarbimistase-meid, PVT kindlaksmääramisel kaalutavaid tehnikaid ning PVT järeltule ja kõiki kujunemisjärgus tehnikaid, pöörates erilist tähelepanu THS-i §-s 43 loetletud kriteeriumitele.

„Veiste intensiivkasvatuse Eesti parima võimaliku tehnika juhendi põhjal koostatud PVT-järeldused” (Keskkonnaministeerium, 2015). Sea- ja kodulindude kasvatuses rakendatakse Eestis Euroopa Komisjoni rakendusotsust „Komisjoni rakendusotsus (EL) 2017/302, 15. veebruar 2017, millega kehtestatakse Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiivi 2010/75/EL alusel parima võimaliku tehnika (PVT) alased järeldused kodulindude ja sigade intensiivkasvatuse jaoks” (Euroopa Komisjon, 2017).

**Veeseadus.** Seaduse peamiseks ülesandeks on sise- ja piiriveekogude ning põhjavee puhtuse ja veekogudes ökoloogilise tasakaalu tagamine, reguleerides vee kasutamist ja kaitset, maaomanike ja veekasutajate vahelisi suhteid ning avalike veekogude ja avalikuks kasutamiseks määratud veekogude kasutamist. Sealhulgas moodustatakse veeseaduse alusel põhja- ja pinnavee kaitseks intensiivse põllumajandustootmisega piirkondades nitraaditundlikud alad, millele on kehtestatud rangemad keskkonnanõuded. Samuti kehtestatakse:

- (a) sõnniku, silomahla ja muude väetiste kasutamise ja hoidmise nõuded ning nende nõuete täitmise kontrollimise meetmed. Reguleerides lämmastiku maksimaalset kogust haritava maa hektari kohta, arvestades kultuuri lämmastikutarvet ja planeeritavat saaki ning kohustades vähemalt 300 loomühikut (alates 01.10.2019 400 loomühikut) loomi pidavat isikut, kes kasutab loomapidamishoones vedelsõnniku tehnoloogiat koostama vedelsõnniku laotamisplaani;
- (b) põllumajanduses, haljastuses ja rekultiveerimisel reoveesette kasutamise nõuded. Lisaks reguleerib veeseadus väetamise ning sõnniku laotamise aega ning kehtestab üle 10 loomühiku (alates 01.01.2035 5 loomühiku) loomapidamistel lähtuvalt sõnnikuliigist määratud minimaalse mahutavusega sõnnikuhoidla või sõnniku- ja virtsahoidla kohustuse.

Veeseaduses esitatud väetamise ja sõnniku laotamise nõuded, mis toetavad NEC direktiivi (Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiiv (EL) 2016/2284, mis käsitleb teatavate õhusaasteainete riiklike heitkoguste vähendamist) täitmist, on järgnevad:

- (a) lämmastikku sisaldavaid mineraalväetisi ei tohi laotada 15. oktoobrist kuni 20. märtsini ja 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;
- (b) 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;
- (c) 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 karjatamisperioodil karjamaale jäetud sõnniku kogused. Loomapidamishoone, kus kasutatakse sügavallapanu tehnoloogiat ja mis mahutab vähemalt kaheksa kuu sõnnikukoguse, ei pea sõnnikuhoidlat olema. Kui loomapidamishoone ei mahuta vähemalt kaheksa kuu sõnnikukogust, peab üle jääva koguse jaoks olema seda mahutav hoidla;
- (d) 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 sõnniku koguse;
- (e) sõnnik peab olema pärast laotamist mulda viidud 48 tunni jooksul nii 1) kasvavate kultuurideta põllul kui ka 2) kasvavate kultuuridega kaetud harital maal, kus sõnnikut tohib laotada 1. novembrist kuni 30. novembrini. Alates 01.10.2019 peab sõnnik olema mõlemal juhul pärast laotamist mulda viidud 24 tunni jooksul.

Samuti annab veeseadus soovitusi järgida head põllumajandustava.

**Väetiseseadus.** Nõuded väetistele ja selle käitlemisele, mis tagavad väetise ohutuse inimese ja looma elule ja tervisele, varale ja keskkonnale ning väetise soodsa mõju taimetele ja taimekasvatusele, on kehtestatud väetiseseadusega. Lämmastiku lekke osas on oluline järgida ka väetise hoidmise nõudeid, mille alusel 1) väetist peab hoidma tingimustes, mis tagavad väetise ohutuse inimese ja looma elule ja tervisele ja 2) väetist hoitakse veeseaduses põhja- ja pinnavee kaitseks kehtestatud nõuete kohaselt.

Põllumajandussektori arengut ja erinevate eesmärgistatud meetmete elluviimist suunavad peamiselt „Eesti maaelu arengukava 2014–2020 (MAK)”, „Põllumajanduse ja kalanduse valdkonna arengukava aastani 2030 (PöKa)”, „Eesti piimanduse strateegia 2012–2020”, „Eesti teraviljasektori arengukava aastateks 2014–2020”, „Kliimamuutustega kohanemise arengukava aastani 2030”, „Kliimapoliitika põhialused aastani 2050 (KPP 2050)” ja „Teatavate õhusaasteainete heitkoguste vähendamise riiklik programm aastateks 2020–2030” (ÕVP).

### C. Eesti loomakasvatuse sektori üldine taust

Eesti loomakasvatuse peamine tootmissuund on traditsiooniliselt olnud piima tootmine. Lähiaastate keskmine piimatoodang lehma kohta on esitatud tabelis 4. Piima tootmise mastaapsusest tulenevalt on piimaveiste poolt produtseeritavad väljaheidet ka loomakasvatuse suurimaks keskkonna saasteallikaks. Sea- ja linnukasvatustes tekivad väljaheidete kogus on võrreldes piimakarjakasvatusega oluliselt väiksem. Nimetatud loomakasvatusharudes on enamlevinud intensiivne tootmistüüp. Näiteks intensiivse tootmistüübi puhul piimakarjakasvatuses on loomad tavaliselt aastaringsel laudas pidamisel, loomapidamishoones ja sõnniku säilitamisel, ning laotamisel on võimalik rakendada uusimaid tehnoloogilisi lahendusi, mille tulemusena koormus keskkonnale väheneb. Viimastel aastatel näitab kasvutrendi lihavedelise kasvatuse (tabel 4), kus tavaliselt rakendatakse ekstensiivset tootmistüüpi. Ekstensiivse tootmistüübi puhul viibivad loomad suurema osa aastast karjamaal. Samuti on loomad peamiselt jalutusväljakutele (söötmissplatsidele) talveperioodil. Sellest tulenevalt on ekstensiivset peetavate loomade väljaheidete kogumine ja käitlemine problemaatilisem ning potentsiaalne mõju keskkonnale raskemini kontrollitav. Hobusekasvatuse osatähtsus keskkonnamoju aspektist on Eestis marginaalne.

**Tabel 4**

Loomade arv (tuhat pead) ja piimalehmade tootlikkus (kg piima lehma kohta) aastatel 2005–2018 (Statistikaamet, 2019; Põllumajanduse Registrate ja Informatsiooni Amet, 2019\*)

Aasta/ kategooria	Piima- veised	Piima- lehmade tootlikkus	Lihaveised*	Sead	Lambad ja kitsed	Hobused	Linnud
2005	112,8	5886	14,5	346,5	52,4	4,8	1878,7
2010	96,5	7021	39,7	371,7	82,7	6,8	2046,4
2011	96,2	7168	44,4	365,7	88,2	6,5	2032,9
2012	96,8	7526	51,4	375,1	81,4	6,2	2170,9
2013	97,9	7990	59,1	358,7	86,8	6,3	2139,2
2014	95,6	8233	63,9	357,9	89,8	6,3	2339,6
2015	90,6	8442	66,4	304,5	90,9	6,3	2161,8
2016	86,1	8878	70,4	265,9	90,6	5,7	2112
2017	86,4	9159	75,4	289,1	85,9	5,7	2252,7
2018	85,2	9287	77,7	290,4	78,3	5,7	2125,7

Loomakasvatusest keskkonda sattuvate saasteainete kogus sõltub peamiselt järgmistest teguritest: loomade arv, produtseeritud väljaheidete kogus ja koostis ning erinevatel tootmistsükli etappidel rakendatav tehnoloogia. Loomade arv (tabel 4) sõltub eelkõige loomakasvatussaaduste kokkuostuhinnast maailmaturul. Näiteks piima madalate kokkuostuhindade tõttu aastatel 2014–2016 vähenes piimalehmade koguarv Eestis, seda just piimalehmade pidamise lõpetamise tõttu väikestes ja keskmise suurusega ettevõtetes. Sigade koguarvu olulise vähenemise põhjuseks viimastel aastatel on aga sigade Aafrika katku jõudmine Eestisse, mille tulemusena on muutunud oluliselt rangemaks sigalate bioturvalisuse nõuded. Seepärast on paljud väikesed ja keskmise suurusega ettevõtted tootmise lõpetanud. Lihaveiste, lammaste ja kitsede arvu suurenemise põhjuseks nimetatud perioodil saab lugeda ülalmainitud piimatootmise problemaatikat (piimakarjakasvatusest minnakse üle lihaveisekasvatusele), samuti asjaolu, et sisendite vajadus (kulutused söödale ja tehnoloogiale) on ekstensiivselt peetavate loomade puhul oluliselt väiksemad. Uute tehnoloogiate rakendamine võib keskkonda jõudvate saasteainete kontekstis omada kahetist efekti. Tavapäraselt on mingi uue tehnoloogilise lahenduse väljatöötamise eesmärgiks, kas loomade heaolu parandamine või väljaheidetega (sõnnikuga) seotud keskkonnariskide vähendamine ning samuti sõnniku kui orgaanilise väetise toitaine kontsentratsiooni ja kasutamise efektiivsuse suurendamine. Vastavad näited on sõnniku jahutamine sigalate sõnnikukanalites, vedelsõnniku sisestamine pinnasesse jms, mille tulemusena saasteainete heide väheneb. Viimase kümne aasta jooksul on Eesti piimakarjakasvatuses loomade lõaspidamiselt üle mindud vabapidamisele (vasikate ja noorloomade lõastatud pidamisviis on tulenevalt loomakaitseseadusest keelatud). Kui loomade heaolu on vabapidamisega laudas oluliselt parem, siis saasteainete, eeskätt ammoniaagi heide suureneb.

## D. Loomakasvatusektori tehnoloogiline areng

Eesti loomakasvatusektori arengut on põhjalikult kirjeldatud Eesti Maaülikooli ja Eesti Keskkonnauuringute Keskuse poolt 2018. aastal koostatud töös „Loomakasvatusest eralduvate saasteainete heitkoguste inventuurimethodikate täiendamine ja heite vähendamistehnoloogiate kaardistamine” (Kaasik ja Möls, 2018).

20. sajandil rakendati Eesti veisekasvatuses kõikide toodangu- ja vanuserühmade puhul peamiselt loomade asemelpidamist. Peamiseks pidamisviisiks oli klassikaline lõastatud pidamine, kuid suuremates farmides rakendati ka boksis ehk puhkelatris pidamist, mille puhul loom fikseeriti asemele asemepiirde tagaosas oleva nõõri või ketiga, st looma otseselt ei lõastatud. Asemelpidamisega kaasnes tahesõnnik, kuna lamamisala mugavuse (kuivuse) tagamine ilma suure koguse allapanuta ei ole võimalik. Esines ka sügavallapanu tehnoloogiaga lautasid, kuid need olid levinud peamiselt kodumajapidamistes. Kõiki veiserühmi karjatati suveperioodil. Üleminek asemelpidamiselt vabapidamisele (loomad saavad söötmis-puhkealal vabalt liikuda) algas 2000. aastate algul. Esimene vabapidamisega suure loomade arvuga loomapidamishoone rajati 2003. aastal. Praeguseks on vabapidamistehnoloogia veisekasvatuses valdavaks. Vabapidamisega farmides on sõltuvalt tehnilisest lahendusest, tootmise eesmärkidest ja loomade vanusegrupist võimalik saada nii vedel-, tahe- kui ka sügavallapanusõnnikut. Piimalehmi peetakse praegusel ajal enamasti allapanuta või vähesel allapanul (ase on kaetud spetsiaalse mati või madratsiga) ning saadakse vedelsõnnik. Noorloomade pidamisel rühmasulgudes kasutatakse sageli ka allapanu, eriti vanades loomapidamishoonetes, mis on selleks otstarbeks renoveeritud. Allapanu kasutamisel saadakse tahesõnnik. Sügavallapanuga vabapidamistehnoloogiat rakendatakse käesoleval ajal enamasti lihaveisekasvatuses (talveperioodil) ning mõnes mahetootmisega piimafarmis. Piimakari ja suurem osa noorkarjast, mis on planeeritud piimakarja täienduseks, on aastaringisel laudas pidamisel, lihaveiseid karjatatakse.

Sigu on Eestis kasvatatud ja kasvatatakse ka praegu sõltuvalt vanusrühmast ning reproduktsioonitsükli etapist üksik- (imetavad emised, sugukuldid) või rühmasulgudes (vabad ja tiined emised, nooremised, võõrdepörsad, kesikud, nuumikud). Sõltuvalt sulgude konstruktsioonist ja kasutatavast sõnniku eemaldamise tehnoloogiast saadakse tahe- või vedelsõnnik. Tulenevalt sõnnikukäitlustehnoloogiate arengust on käesoleval ajal oluliselt suurenenud vedelsõnniku tehnoloogia osatähtsus.

Sügavallapanuga loomapidamishooneid on seakasvatases praegusel ajal vähe, sellist tehnoloogiat on rakendatud mõnes mahetootmisega ettevõttes.

Linnukasvatases on sõltuvalt tootmissuunast (munade või linnuliha tootmine) rakendatud puuris- ja põrandalpidamist. Suurtootmises on munakanu enamasti peetud puurides, ning noorlinde ja broilereid põrandal. Põrandalpidamise korral saadakse alati tahesõnnik. Sõltuvalt tehnoloogiast võib puurispidamise korral tekkida ka vedel- või poolvedelsõnnik. Käesolevaks ajaks on lindude pidamine klassikalistes puurides (*conventional cages*) keelatud, lubatud on pidamine täiustatud puurides (*enriched cages*). Viimasel juhul saadakse lindlast enamasti tahesõnnikut. Järjest enam peetakse munakanu õrrekanalates (mitmel tasapinnal pidamine), mille puhul saadakse tahesõnnikut.

Hobuse-, lamba- ja kitsekasvatases nimetatud perioodil olulisi tehnoloogilisi arenguid toimunud ei ole. Neid loomi peetakse traditsiooniliselt sügavallapanul vabapidamisel, suveperioodil karjatatakse ning sageli on pääs jalutuslale olemas ka talvel.

Sõnniku ladustamisega kaasnevale keskkonnariskile möödunud sajandi lõpu-kümnenditel ja loomulikult ka varem olulist tähelepanu ei pööratud. Sigade vedelsõnniku ladustamiseks spetsiaalseid lekkekindlaid hoidlaid ei olnud, selleks kasutati suure pindalaga basseine (tiike). Loomakasvatases tekkivat tahesõnnikut ladustati massiliselt põlluunadesse, mõningal määral ka tahesõnnikuhoidlatesse. Praegusel ajal ladustatakse vedelsõnnikut lekkekindlatesse laguuntüüpi hoidlatesse või rõngasmahutitesse (tabel 5). Hoidlad on enamasti kaetud loomuliku koorikuga. Tahe- ja sügavallapanusõnnik on ladustatud lekkekindlatesse tahesõnnikuhoidlatesse või betoneeritud platsidele. Erandkorras on lubatud sügavallapanusõnnikut ladustada põllu- või karjamaale auna.

Sõnniku laotamisega kaasnes Nõukogude Liidu ajal suur kahju keskkonnale, kuna nii vedel- kui ka tahesõnnikut laotati sageli selleks mittesobival ajal (külmunud pinnasele ja lumele) ja kohtades (vedelsõnnik pumbati otse põllule või kraavi seda üldse laotamata). Samuti oli nii vedel- kui ka tahesõnniku laotamiseks olemas ainult paisklaotamise tehnoloogia. Praegusel ajal on sõnniku ja muude orgaaniliste väetiste kasutamine vastava seadusandlusega reguleeritud. Olulisel määral on arenenud laotamise tehnoloogia. Vedelsõnniku laotamisel on paisklaotuse osatähtsus väga väike, enamlevinud tehnoloogiaks on lohisvooliklaotus (tabel 6). Üha suuremat osatähtsust saavutab vedelsõnniku sisestus- ehk injektorlaotamine, millega kaasnevad keskkonnariskid on veelgi madalamad. Tahesõnniku laotamisel põhimõttelist muutust toimunud ei ole (paisklaotus), kuid kaasaegne tehnika võimaldab ka tahesõnnikut täpsemini doseerida, samuti on lühenenud tahesõnniku muldaviimise kiirus.

## E. Lämmastiku käitlemine, arvestades kogu lämmastikuringet

Terviklik (kogu ettevõtte põhine) lämmastiku sisendite ja väljundite arvestus (käitlemine) ei ole Eesti põllumajandusettevõtetes käesoleval ajal väga levinud parktika. Sõltuvalt ettevõtte tootmistüübist on ettevõtte tasandil üldjoontes teada näiteks muldade keemiline koostis (toitainete sisaldus), põllukultuuri toitainete (lämmastiku) vajadus ja sellest tulenev lämmastikväetiste kogus, samuti loomarühma proteiini (lämmastiku) tarve ning selle alusel kalkuleeritud ratsiooni proteiinisaldus, kuid kogu ettevõtet hõlmavate toitainete sh lämmastikubilansi koostamise traditsioon puudub. Vastavate bilansside arvutamiseks on olemas mitmeid eksperimentaalseid abivahendeid, näiteks Eesti Maaülikoolis koostatud toitainete taluvärava kalkulaator (juhendmaterjal on kirjeldatud kui „taluvärava bilanss“), kuid neid on kasutatud siiski juhuslikult ja pigem teaduslikel eesmärkidel. Põhjuseks, miks Eestis vastavate bilansside kalkuleerimist ei kasutata, on eelkõige riiklikul tasandil vastava regulatsiooni puudumine. Nimetatud nõude kehtestamine eeldab loomulikult ka konkreetse riigipoolse tugistruktuuri (eeskätt infotehnoloogilise) loomist ja haldamist. Näiteks Taanis sõltub iga põllumajandusettevõtte aastane mineraalsete lämmastikväetiste kogus (sisuliselt ostuluba) sellest, milline oli lämmastikubilanss möödunud aastal. Taani vastav süsteem on välja töötatud kümnete aastate jooksul ja sellel on olemas riiklik tugistruktuur. Seega omab terviklik ettevõttepõhine toitainete (sh lämmastiku) ringe monitooring ning selle alusel vastavate meetmete rakendamine põllumajandusega seonduvate saasteinete heitekoormuse vähendamise kontekstis suurt perspektiivi,



kuid eeldusel, et see on reguleeritud riiklikul tasandil. Lämmastikubilansi kasutuselevõtu üks kasutegur oleks täpsem väetisevajaduse arvutamine, mis võimaldaks käituda majanduslikult ratsionaalsemalt, vältides üleliigseid kulutusi ja vähendades lämmastiku ülejääki. Kogu riigi lõikes (kõik majandussektorid) on summaarset lämmastikubilanssi kalkuleeritud uuringus *Comparative overview of reactive nitrogen (Nr) flows in Latvia and Estonia. Nr flow by pools in Estonia* (lital jt, 2018).

Järgnevalt on kirjeldatud lämmastikukäitlemist erinevatel tootmistsükli etappidel (põllumajandusloomade söötmine, pidamine, sõnniku ladustamine ja –laotamine). Lisaks on välja toodud vastava tootmistsükli etapiga seostuvate Eesti kontekstis peamiste parimate võimalike NH<sub>3</sub> heidet vähendavate meetmete vastavus PVT-le ja nende kuuluvus „Põllumajanduslikest allikatest pärineva ammoniaagiheite ennetamise ja vähendamise juhenddokumendis” (ÜRO Euroopa Majanduskomisjon, 2014) esitatud kategooriasse. Meetmete info on lisaks koondatud tabelisse 7.

## F. Põllumajandusloomade söötmissstrateegiad

*Piimaveised.* 2018. aastal oli Statistikaameti andmetel Eestis 85 200 piimlehma, kellest 96% (81 821) kajastus Eesti Põllumajandusloomade Jõudluskontrolli andmebaasis (Eesti Põllumajandusloomade Jõudluskontroll, 2019). Aastalehma keskmiseks toodanguks jõudluskontrolli alustes karjades kujunes 9785 kg. Piima kogutoodangu andmetest (Eesti Põllumajandusloomade Jõudluskontroll, 2019) nähtub, et 10,4% sellest toodeti kuni 100 aastalehmaga ja ülejäänud osa st 89,6% suuremates karjades, seejuures rohkem kui 300 aastalehmaga karjade osatähtsus oli 73,6%. Väljatoodud arvudest nähtub, et Eesti piimakarjakasvatus on kontsentreeritud ja intensiivne. Karjade keskmise suuruse kasv on jätkuv trend. Karja suurusest tulenevalt peetakse piimakarja (sh noorkari ja kinnislehmad) peamiselt suuremas osas aastaringselt laudas, suvine karjatamine tuleb arvesse ainult väiketootmises. Veistele söödetakse enamasti segasööta (mikserisööta), kuhu vastavalt looma vanusele või laktatsioonifaasile on lisatud talle vajalikke komponente. Ratsioonid koostatakse kas lehmade laktatsioonifaasi või noorloomade vanuse põhjal (faasiline söötmine). Ratsioonide koostamisel kasutatakse laialdaselt Skandinaavia AAT/PBV Eestis modifitseeritud või vähemal määral muid samaväärseid arvutuskeeme ja vastavatel süsteemidel baseeruvaid söötmissorme. Rutiinseks on kujunenud ka põhisöötade (silo) ja omatoodetud jõusöötade (teravili) keemiline analüüs. Söodaratsiooni kvaliteeti kontrollitakse ning toitefaktorite, eeskätt lämmastiku, kasutamise efektiivsust määratakse igakuiselt rutiinse kontroll-lüpsi käigus kogutud piimaproovist määratud karbamiidisisalduse alusel.

Eesti piimakarjakasvatases on dokumendi põhiosas kirjeldatud söötmisega seonduvaid ammoniaagiheite vähendamise meetmeid rakendatud juba aastaid. Kindlasti on võimalik parandada põhisöötade (silo) kvaliteeti (seeduvust), kuid siin on oluliseks mõjufaktoriks konkreetse aasta ilmastikutingimused.

Karjatamisel kui ammoniaagiheite vähendamise meetmel on piimalehmade puhul karjade suurusest tingitud pidamistingimustest ja tootmise intensiivsusest tulenevalt perspektiiv vähene. Arvestada saab küll noorkarja ja kinnislehmade karjatamisega, kuid maa intensiivsema kasutamise tõttu on nende loomagruppide karjatamise osatähtsus vähenemas.

*Lihaveised.* Lihaveiste arv Eestis suureneb (tabel 4). Selle põhjuseks on piimatootmise vähenemine tasuvus väiketootmises ning sellest tulenev üleminek lihaisekasvatusele, samuti oluliselt väiksem investeeringu ja muude sisendite vajadus. Traditsiooniliselt rakendatakse Eesti lihaisekasvatuse ekstsensivset rohumaapõhist pidamissüsteemi. Vegetatsiooniperioodil karjatatakse loomi ööpäevaringselt, ülejäänud osal aastast on neil juurdepääs jalutusladele. Sageli on lihaveiste karjamaadeks poollooduslikud ja looduslikud rohumaad, mida mineraalsete lämmastikväetistega lisaks ei väetata. Samuti ei kasutata paljudes karjades lihaveiste söötisel jõusöötasid, nn rohumaaveised.

*Sead.* Sarnaselt piimakarjakasvatusega on seakasvatus Eestis kontsentreerunud suhteliselt suurtesse ja intensiivse tootmisega ettevõtetesse. Aafrika seakatku levikust põhjustatuna on paljud väiksed ja keskmise suurusega ettevõtted sigade pidamise lõpetanud (tabel 4). Tavapärast kasutatakse Eesti sigalates faasilist söötmist. Kuna sealiha tootmise efektiivsuse põhialuseks on ratsiooni toitefaktorite tarbimise

maksimeerimine, siis maksimaalse seeduvusega kvaliteetsete söötade ja sünteetiliste aminohapete (lüsiin, metioniin) kasutamine sigade ratsioonides on tavapärase. Sigade väljas pidamine (sh pääs jalutusladele) on keelatud bioturvalisuse nõuetest (Aafrika seakatki) tulenevalt.

*Kodulinnud.* Peamine linnukasvatuse suund Eestis on munakanade ja kanabroilerite kasvatamine. Teiste linnuliikide (v.a vutid vutimunade ja -broilerite tootmiseks, 1 ettevõtte) pidamine on marginaalne või puudub üldse. Tulenevalt linnukasvatuse ettevõtete suurusest ja tootmise intensiivsusest on faasilise söötmise rakendamine ning sünteetiliste aminohapete lisa söötmine tavapärase praktika. Linnude pääs jalutusladele ei ole Eestis levinud (linnugripi, salmonelloosi oht).

## G. Loodusüsteemid

*Veiste pidamine.* Piimakari on enamasti vabapidamisel, soojustamata või osaliselt soojustatud ja vedelsõnniku tehnoloogiaga loomapidamishoonetes. Lõaspidamisega tahesõnniku- ning vabapidamisega sügavallapanu tehnoloogiaga loomapidamishooneid on vähe. Sageli peetakse noorkarja rühmasulgudes allapanul (tahesõnnik). Lihaveisekasvatuses on talveperioodil valdavaks sügavallapanul pidamine (sageli on allapanukiht ka talvisel söötmisalal, vältimaks väljaheidete toitainete sattumist pinna- ja põhjavele). Vedelsõnniku tehnoloogiaga loomapidamishoonetes sõltub ammoniaagiheide eeskätt sõnniku koristamise sagedusest söötmis-puhkealalt ning liikumiskäikudest. Eestis rakendatakse peamiselt mobiilset (traktorid) või statsionaarset (skreepid) tehnoloogiat, respõrandate osatähtsus veisekasvatuses on väike. Mobiilsete seadmete kasutamisel sõltub sõnniku koristamise sagedus lüpsikordade arvust (maksimaalselt 3), skreepidite korral on mõju ammoniaagiheide vähenemisele suurem, kuna sõnniku koristamise sagedus ei sõltu lüpsikordade arvust. Skreepidid on ainsaks lahenduseks farmidele, kus kasutatakse robotlüpsisüsteeme. Mitmes ettevõttes lisatakse loomapidamishoonetes sõnnikule lõhna- jms probleemide leevendamiseks keemilisi (bioloogilisi) preparaate, nende mõju ammoniaagiheide vähenemisele ei ole sõltumatute uuringutega veel piisavalt tõestatud. Allapanu kasutamise korral sõltub ammoniaagiheide vähenemine allapanu kvaliteedist (kuivaine sisaldus), kogusest ja laotamise sagedusest. Loomapidamishoonest väljuva õhu puhastamist (skraberid) Eesti veisekasvatuse ettevõtetes majanduslikel põhjustel ei kasutata.

*Sigalad.* Eestis peetakse sigu soojustatud, enamasti vedelsõnniku tehnoloogiaga loomapidamishoonetes. Tahe- ja sügavallapanusõnniku osatähtsus on marginaalne ning väheneb (allapanu kui Aafrika seakatki nakkuse kandja). Sigu peetakse nii rest-, osalisel rest- kui ka monoliitpõrandal. Ammoniaagiheide vähendamise 1. kategooria meetmetest rakendatakse sagedast vedelsõnniku eemaldamist sõnniku kogumiskanalitest hoidlasse, sõnniku jahutamist kanalid jms tehnoloogiaid. Loomapidamishoonest väljuva õhu puhastamist (skraberid) Eesti seakasvatuse ettevõtetes ei kasutata, kuna sigalate suurusest tulenevalt on see majanduslikult ebaotstarbekas.

*Lindlad.* Eestis peetakse linde soojustatud, enamasti tahesõnniku tehnoloogiaga lindlates, vedelsõnnik praktiliselt puudub. Munakanade pidamisviisidest on kasutusel täiustatud puurides pidamine, järjest enam minnakse üle õrrekanalatele (mitmel tasapinnal pidamine). Kanabroilereid peetakse traditsiooniliselt põrandal allapanul. Ammoniaagiheide vähendamise aspektist on perspektiivikad tahesõnniku kuivainesisalduse suurendamise meetodid, näiteks väljaheidete kuivatamine transportõõrlindil, jootmissüsteemide täiustamine (joogivee allapanusse sattumise vähendamine) jms sarnased võtted. Lindlatest väljuva õhu puhastamist (skraberid), sarnaselt sigalate osas nimetatud põhjustele, Eesti linnukasvatuse ettevõtetes ei kasutata.

## H. Sõnniku käitlemine ladustamisel

2015. aastal tekkis Eesti loomakasvatuses kokku (kõik loomaliigid) 3,34 miljonit tonni sõnnikut, millest vedelsõnnik moodustas ligikaudu 68%, tahesõnnik 20% ja sügavallapanusõnnik vastavalt 12% (Kaasik ja Möls, 2018).

*Vedelsõnniku ladustamine.* Eestis ladustatakse vedelsõnnikut laguuntüüpi hoidlates või rõngasmahutites (tabel 5). Enamasti on hoidlad katmata (loomulik koorik), permanentse katusega (telk- või betoonkatuse) hoidlaid on üksikuid. Mõnes ettevõttes kasutatakse ammoniaagiheite vähendamise eesmärgil vedelsõnniku hapestamist, samuti keemilisi (bioloogilisi) lisandeid.

Ammoniaagiheite vähendamiseks vedelsõnnikuhooldlatest omavad Eesti kontekstis perspektiivi järgnevad meetmed:

- (a) üleminek suurtelt avatud pinnaga laguuntüüpi hoidlatelt sügavamatele rõngasmahutitele;
- (b) vedelsõnnikuhooldlate katmine eeskätt jäikade katetega;
- (c) vedelsõnniku ladustamine hermeetilistes plastikmahutites;
- (d) hapestamine;
- (e) keemiliste või bioloogiliste lisandite kasutamine.

**Tabel 5**

Vedelsõnniku ladustamise tehnoloogiate osakaal ladustatud sõnniku koguse alusel, %

Aasta	Looma liik	Vedelsõnnikuhooldla laguun, ujuvkate (loomulik koorik)	Rõngasmahuti ujuvkate (loomulik koorik)	Kinnine mahuti
2015	Veised	64	36	0
	Sead	13	83	5

*Tahesõnniku ladustamine.* Tahesõnnikut ladustatakse Eesti loomakasvatuseetevõttes peamiselt betoneeritud platsidel või tahesõnnikuhooldlates. Enamasti on tahesõnnikuhooldlad avatud (katuseeta), samuti ei ole märkimisväärselt rakendatud teisi katmise võimalusi (põhk, turvas vms materjal).

Ammoniaagiheite vähendamiseks tahesõnnikuhooldlatest omab Eesti kontekstis perspektiivi eeskätt erinevat tüüpi katmisvõimaluste rakendamine (nt plastkate on 2. kategooria meede).

*Sügavallapanusõnniku ladustamine.* Sügavallapanusõnnik laotatakse sageli loomapidamishoonest otse põllule (ladustamise vajadus puudub). Erandkorras on suure kuivainesisaldusega sügavallapanusõnnikut kompostimise eesmärgil lubatud ladustada põllu- või karjamaale auna.

Tahesõnnikuhooldlate ja aunade katmine ning ammoniaagiheite vähendamise võimalused on sarnased eelmises punktis nimetatutele.

## I. Sõnniku ja mineraalväetiste laotamise tehnikad

*Vedelsõnnik jms vedelväetised.* Vedelsõnniku laotusmeetoditest on Eestis enamlevinud lohisvoolik- ja lohiskinglaotus, järjest enam suureneb erinevat tüüpi sisestuslaotamise (avatud- ja suletud lõhe, sõbastamine) osatähtsus. Paisklaotust kui kõige suurema keskkonnariskiga (ammoniaagiheitega) laotusviisi kasutatakse vähe (tabel 6).

Suurimat perspektiivi ammoniaagiheite vähendamiseks vedelsõnniku jms vedelväetiste laotamisel omavad järgnevad meetmed:

- (a) edasine sisestuslaotamise osatähtsuse suurenemine;
- (b) täpsem laotamise ajastamine;
- (c) kiirem muldaviimine, juhul kui sõnnik on laotatud mulla pinnale.

Hapestamise sobivust Eesti mullastiku kontekstis on uuritud projekti „Baltic Slurry Acidification” raames (2018). Uuringu tulemused näitasid, et vedelsõnniku hapestamine omab perspektiivi ka happelistel muldadel, sest mulla pH alanemise seos hapestatud

vedelsõnniku kasutamise osutus minimaalseks. Kuna tegemist on ainult ühe uuringuga ja muldade hapestumine on Eestis piirkonniti probleemiks, siis vajab vastav vedelsõnniku hapestamine lisauuringuid.

**Tabel 6**

Vedelsõnniku laotustehnoloogiate osakaal laotatud sõnniku koguse alusel, %

Aasta	Looma liik	Paisklaotus, vedelsõnnik, muldaviimine < 12 h	Lohisvooliklaotus, muldaviimine < 12 h	Avatud lõhega sisestuslaotamine	Suletud lõhega sisestuslaotamine
2015	Veised	5	81	13	0
	Sead	0	97	3	0

*Tahe- ja sügavallapanusõnnik ning mineraalväetised.* Tahe- ja sügavallapanusõnnikut laotatakse Eestis traditsioonilise paisklaotuse meetodil. Suurimat perspektiivi ammoniaagiheite vähendamiseks tahe- ja sügavallapanusõnniku laotamisel omavad järgnevad meetmed:

- (a) täpsem laotamise ajastamine;
- (b) kiirem muldaviimine.

Mineraalväetiste kasutamisel tekkiva  $\text{NH}_3$  heite piiramise võimalused lähtuvad põhimõttest, et pind, millelt võib tekkida  $\text{NH}_3$  emissioon, oleks võimalikult väike. Selleks on väetise laotamisel võimalik kasutada väetise ribalaotust, sisestuslaotust ja muldaviimist/sisseküüki. ÜRO Euroopa Majanduskomisjoni "Hea põllumajandustava raamjuhendis ammoniaagiheite vähendamiseks" ja "Põllumajanduslikest allikatest pärineva ammoniaagiheite ennetamise ja vähendamise juhenddokumendis" on võimalike ammoniaagiheite vähendamise meetmetena nimetatud karbamiid- ja ammooniumväetiste kasutamise keelamist (seda võimalust on nimetatud ka direktiivis 2016/2284/EL) või järgmiste meetodite rakendamist:

- (a) ureaasi inhibiitorite kasutamine;
- (b) polümeerkattega karbamiidi graanulite kasutamine;
- (c) väetise muldaviimine otsesel sisestuslaotamisel suletud lõhedesse või kultiveerimisel;
- (d) niisutamine vähemalt 5 mm veega kohe pärast väetamist, juhul kui kõlviku kastmine on nagnii vajalik;
- (e) karbamiidi asendamine väetise koostises ammooniumnitraadiga.

Kui taimekasvatajad kasutavad ammooniumsulfaat- ja ammooniumfosfaatväetisi, on soovituslikeks väetise laotamise meetoditeks väetise muldaviimine, sisestuslaotamine, viivitamatu niisutamine ja aeglaselt vabanevad polümeerkattega väetised kõrge pH tasemega muldadel. Samuti saab anorgaanilistest väetistest pärinevat  $\text{NH}_3$  heidet vähendada, kasutades direktiivi 2016/2284/EL III lisa 2. osas sätestatud järgnevaid valikulisi meetodeid:

- (a) karbamiidväetiste asendamine ammooniumnitraatväetistega;
- (b) kui karbamiidväetiste kasutamist jätkatakse, siis selliste meetodite kasutamine, mille puhul on tõestatud, et  $\text{NH}_3$  heitkogused vähenevad vähemalt 30% võrreldes olukorraga, kus kasutatakse ammoniaagijuhendis osutatud standardmeetodit;
- (c) anorgaaniliste väetiste orgaaniliste väetistega asendamise edendamine ning kui jätkatakse anorgaaniliste väetiste kasutamist, nende laotamine vastavalt väetatava põllukultuuri või rohumaa eeldatavale N ja P vajadusele, võttes arvesse ka mulla olemasolevat toitainete sisaldust ja muudest väetistest pärinevaid toitaineid.

Tabel 7

Ammoniaagiheite vähendamise meetmed erinevates põllumajanduse valdkondades ja nende seosed ammoniaagijuhise, Eesti siseriikliku veiste PVT (Veiste intensiivkasvatuse Eesti parima võimaliku tehnika juhendi põhjal koostatud PVT-järelused) ning sigade ja kodulindude PVT-ga (Komisjoni rakendusotsus (EL) 2017/302, 15. veebruar 2017, millega kehtestatakse Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiivi 2010/75/EL alusel parima võimaliku tehnika (PVT) alased järelused kodulindude ja sigade intensiivkasvatuse jaoks)

Valdkond	Meede	Viide PVT-le	Ammoniaagi-juhise kategooria
<b>Lämmastiku käitlemine, arvestades kogu lämmastikuringet</b>	Kogu ettevõttepõhine lämmastikubilansi sisendite ja väljundite arvestus	Veiste PVT nr 1 ja 2, sigade ja kodulindude PVT nr 1 ja 23	1. kat
<b>Piimaveiste söötmissüsteemid</b>	Faasiline söötmine	Veiste PVT nr 3	1. kat
	AAT/PBV süsteemide (arvutuskeemid, söötmissüsteemid) kasutamine ratsioonide koostamisel	–	1. ja 2. kat Eesti kontekstis 1. kat
	Söödaratsiooni kvaliteedi kontroll (keemiline analüüs), sh toitefaktorite, eeskätt lämmastiku, kasutamise efektiivsuse määramine	Veiste PVT nr 3	1. kat
	Karjatamine	–	1. kat
<b>Lihaveiste söötmissüsteemid</b>	Ööpäevaringne karjatamine	–	1. kat
<b>Sigade söötmissüsteemid</b>	Faasiline söötmine	Sigade ja kodulindude PVT nr 3	1. kat
	Maksimaalse seeduvusega kvaliteetsete söötade ja sünteetiliste aminohapete (lüsiin, metioniin) kasutamine sigade ratsioonides	Sigade ja kodulindude PVT nr 3	1. kat
<b>Kodulindude söötmissüsteemid</b>	Faasiline söötmine	Sigade ja kodulindude PVT nr 3	1. kat
	Sünteetiliste aminohapete lisasöötmine	Sigade ja kodulindude PVT nr 3	1. kat
<b>Veiste pidamisüsteemid</b>	Skreeperite kasutamine	Veiste PVT nr 22	1. kat
	Keemiliste või bioloogiliste preparaatide sönnikule lisamine	Veiste PVT nr 24	3. kat
	Allapanu kasutamine	Veiste PVT nr 23 ja 24	2. kat
	Hoonetest väljuva õhu puhastamine skraberitega	–	2. kat
<b>Sigalate süsteemid</b>	Sagedane vedelsönniku eemaldamine sönniku kogumiskanalistest hoidlasse	Sigade ja kodulindude PVT nr 30	1. kat
	Sönniku jahutamine kanalis	Sigade ja kodulindude PVT nr 30	1. kat
	Sigalast väljuva õhu puhastamine skraberitega	Sigade ja kodulindude PVT nr 13 ja 30	2. kat

<i>Valdkond</i>	<i>Meede</i>	<i>Viide PVT-le</i>	<i>Ammoniaagi- juhise kategooria</i>
<b>Lindlate süsteemid</b>	Lindlates tahesõnniku kuivainesisalduse suurendamise meetodite kasutamine	Sigade ja kodulindude PVT nr 5, 19, 31, 32 ja 34	1. kat
	Väljaheidete kuivatamine transportöörlindil	Sigade ja kodulindude PVT nr 19, 31 ja 32	1. kat
	Jootmissüsteemide täiustamine (joogivee allapanusse sattumise vähendamine) jms sarnased võtted	Sigade ja kodulindude PVT nr 5, 31, 32 ja 34	1. kat
	Lindlast väljuva õhu puhastamine skraberitega	Sigade ja kodulindude PVT nr 13, 31, 32, 33 ja 34	2. kat
<b>Vedelsõnniku ladustamise süsteemid</b>	Üleminek suurtelt avatud pinnaga laguuntüüpi hoidlatelt sügavamatele rõngasmahutitele	–	1. kat
	Vedelsõnnikuhoidlate katmine (eeskätt jäikade katetega)	Veiste PVT nr 12a ja 13, sigade ja kodulindude PVT nr 13 ja 21	1. kat
	Vedelsõnniku ladustamine hermeetilistes plastikmahutites	–	1. kat
	Vedelsõnniku hapestamine	Sigade ja kodulindude PVT nr 16	2. kat
	Keemiliste või bioloogiliste preparaatide sõnnikule lisamine	–	3. kat
<b>Tahesõnniku ladustamise süsteemid</b>	Erinevat tüüpi katmisvõimaluste rakendamine tahesõnnikuhoidlas	Veiste PVT nr 10, sigade ja kodulindude PVT nr 13	1. kat
	Plastkattega katmine tahesõnnikuhoidlas	Veiste PVT nr 10, sigade ja kodulindude PVT nr 13	2. kat
<b>Vedelväetiste (vedelsõnnik, vedelad mineraalväetised) laotamise tehnikad</b>	Vedelsõnniku laotamine lohisvoolik- ja lohiskinglaotusega	Veiste PVT nr 14, sigade ja kodulindude PVT nr 13 ja 21	1. kat
	Sisestuslaotamise (avatud ja suletud lõhe, sõbastamine) osatähtsuse suurendamine	Veiste PVT nr 14, sigade ja kodulindude PVT nr 21	1. kat
	Täpsem laotamise ajastamine	Veiste PVT nr 1 ja 2, sigade ja kodulindude PVT nr 20	1. kat
	Kiirem muldaviimine	Veiste PVT nr 14, sigade ja kodulindude PVT nr 13 ja 22	1. kat

<i>Valdkond</i>	<i>Meede</i>	<i>Viide PVT-le</i>	<i>Ammoniaagi- juhise kategooria</i>
<b>Tahe- ja sügavallapanu-sõnniku laotamise tehnikad</b>	Täpsem laotamise ajastamine	Veiste PVT nr 1 ja 2, sigade ja kodulindude PVT nr 20	1. kat
	Kiirem muldaviimine	Veiste PVT nr 14, sigade ja kodulindude PVT nr 13 ja 22	1. kat
<b>Mineraalväetiste laotamise tehnikad</b>	Ureaasi inhibiitorite kasutamine	–	1. kat
	Polümeerkattega karbamiidi graanulite kasutamine	–	1. kat
	Väetise muldaviimine otsesel sisestamisel suletud lõhedesse või kultiveerimisel	–	1. kat
	Niisutamine vähemalt 5 mm veega kohe pärast väetamist	–	1. kat
	Karbamiidi asendamine väetise koostises ammooniumnitraadiga	–	1. kat
	Laotamine vastavalt väetatava põllukultuuri või rohumaa eeldatavale N ja P vajadusele, võttes arvesse ka mulla olemasolevat toitainete sisaldust ja muudest väetistest pärinevaid toitaineid	–	1. kat



## J. Kokkuvõte

ÜRO Euroopa Majanduskomisjoni „Hea põllumajandustava raamjuhendis ammoniaagiheite vähendamiseks” (*Framework code for good agricultural practice for reducing ammonia emissions*) välja toodud ammoniaagiheite vähendamise meetmed on Eesti põllumajandusettevõtjale tuttavad PVT dokumentide kaudu. Paljude käsitletud meetmete, näiteks sõnniku laotamise ajastamine (ajalised piirangud), sõnnikuhoidlate katmine jne rakendamist reguleeritakse otseselt seadusandlikul tasemel (kohustuslikud meetmed).

Peamine, millele Eesti põllumajandusettevõtja võiks tulevikus rohkem tähelepanu pöörata, on kompleksne, kõikidest sisenditest ja väljunditest lähtuv lämmastikubilansi arvestus, seda nii majanduslikus kui ka keskkonnahoiu kontekstis. Kompleksse lämmastikubilansi arvestuse rakendamiseks on aga Eestil vaja luua oma lämmastikubilansi arvestamise süsteem, sealhulgas töhustada andmete kogumist ja andmebaaside haldamist. Eelnevalt tuleks läbi viia mitmesuguseid lämmastikuringe arvutamist hõlbustavaid uuringuid. Näiteks vajab täpsustamist olemasolevate laudatehnoloogiate ning sõnnikuhoidlate jaotuse ja suuruse andmestik. Samuti on oluline läbi viia põllumajandusloomade söötmisplaanide uuringuid (eriti söödaproteiini sisalduse kohta), mille alusel oleks võimalik kalkuleerida täpsemalt loomade poolt eritatavaid lämmastiku koguseid. Sellest lähtuvalt saab täpsemalt tuletada lämmastikuühendite koguseid laudast, sõnnikuhoidlatest ja laotamisel.

## Kasutatud allikad

- Ariva, J., Viira, A.-H. (2019). Hinnang teatavate õhusaasteainete riiklike heitkoguste vähendamise direktiivi 2016/2284 lisas III toodud meetmete rakendamise võimalikkusele Eestis ning vastavate vähendamise meetmete efektiivsuse ja majandusliku tõhususe analüüs. Analüüsi aruanne. Eesti Maaülikool. [WWW] [http://ms.emu.ee/userfiles/instituudid/ms/MSI%20failid/Uuringud/%C3%95VP\\_EM%C3%9C\\_09042019.pdf](http://ms.emu.ee/userfiles/instituudid/ms/MSI%20failid/Uuringud/%C3%95VP_EM%C3%9C_09042019.pdf) (05.06.2019).
- Atmosfääriõhu kaitse seadus. RT I, 13.03.2019, 35. [WWW] <https://www.riigiteataja.ee/akt/113032019035> (05.06.2019).
- Baltic Slurry Acidification Project. (2018). [WWW] <http://balticslurry.eu/2019/02/28/read-all-about-slurry-acidification/> (05.06.2019).
- Eesti Põllumajandusloomade Jõudluskontroll. (2019). Eesti Jõudluskontrolli aastaraamat 2018. [WWW] [https://www.epj.ee/assets/tekstid/aastaraamatud/aastaraamat\\_2018.pdf](https://www.epj.ee/assets/tekstid/aastaraamatud/aastaraamat_2018.pdf) (05.06.2019).
- Euroopa Komisjon. (2017). Komisjoni rakendusotsus (EL) 2017/302, 15. veebruar 2017, millega kehtestatakse Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiivi 2010/75/EL alusel parima võimaliku tehnika (PVT) alased järeldused kodulindude ja sigade intensiivkasvatuse jaoks. [WWW] <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/?uri=CELEX%3A32017D0302> (05.06.2019).
- Iital, A., Loigu, E., Pachel, K., Voronova, V., Reihan, A., Kuusik, A. (2018). Comparative overview of reactive nitrogen (Nr) flows in Latvia and Estonia. Nr flow by pools in Estonia. [WWW] [https://www.envir.ee/sites/default/files/annex\\_2\\_pdf.pdf](https://www.envir.ee/sites/default/files/annex_2_pdf.pdf) (05.06.2019).
- Kaasik, A., Möls, M. (2018). Loomakasvatusest eralduvate saasteainete heitkoguste inventuurimetoodikate täiendamine ja heite vähendamistehnoloogiate kaardistamine, Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ. [WWW] [https://www.envir.ee/sites/default/files/NH3\\_eriheite\\_ja\\_sonnikukaitlustehnoloogiate\\_ajaloolise\\_ulevaate\\_lopparuanne\\_0.pdf](https://www.envir.ee/sites/default/files/NH3_eriheite_ja_sonnikukaitlustehnoloogiate_ajaloolise_ulevaate_lopparuanne_0.pdf) (05.06.2019).
- Keskkonnaministeerium. (2015). Veiste intensiivkasvatuse Eesti parima võimaliku tehnika juhendi põhjal koostatud PVT-järeldused. [WWW] [https://www.envir.ee/sites/default/files/veiste\\_pvt\\_jareldused.pdf](https://www.envir.ee/sites/default/files/veiste_pvt_jareldused.pdf) (05.06.2019).
- Keskkonnaseadustiku üldosa seadus. RT I, 22.02.2019, 16. [WWW] <https://www.riigiteataja.ee/akt/122022019016> (05.06.2019).
- Põllumajanduse Registre ja Informatsiooni Amet. (2019). Andmepäring. (06.06.2019).
- Statistikaamet. (2019). [WWW]. <https://www.stat.ee/> (05.06.2019).
- Tööstusheite seadus. RT I, 15.03.2019, 18. [WWW] <https://www.riigiteataja.ee/akt/115032019018> (05.06.2019).
- Veeseadus. RT I, 22.02.2019, 32. <https://www.riigiteataja.ee/akt/122022019032> (05.06.2019).
- Väetiseseadus. RT I, 13.03.2019, 192. [WWW] <https://www.riigiteataja.ee/akt/113032019192> (05.06.2019).
- ÜRO Euroopa Majanduskomisjon. (2014). Guidance document on preventing and abating ammonia emissions from agricultural sources. (Põllumajanduslikest allikatest pärineva ammoniaagiheite ennetamise ja vähendamise juhenddokument). [WWW] [https://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/documents/2012/EB/ECE\\_EB.AIR\\_120\\_ENG.pdf](https://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/documents/2012/EB/ECE_EB.AIR_120_ENG.pdf). (05.06.2019).

## Ühinenud Rahvaste Organisatsiooni Euroopa Majanduskomisjoni hea põllumajandustava raamjuhend ammoniaagiheite vähendamiseks

Oma 33. istungjärgul (8.–1. detsembril 2014 Genfis) võttis piiriülese õhusaaste kauglevi konventsiooni täitevorgan vastu Ühinenud Rahvaste Organisatsiooni (ÜRO) Euroopa Majanduskomisjoni hea põllumajandustava raamjuhendi ammoniaagiheite vähendamiseks (ammoniaagi raamjuhend) ja volitas sekretariaati avaldama selle uusimat versiooni komisjoni kolmes ametlikus keeles, mis on nüüd kättesaadav dokumendina [ECE/EB.AIR/129](#).

Käesolev ammoniaagi raamjuhend asendab juhendi eelneva versiooni ([EB.AIR/WG.5/2001/7](#)) ning arvestab uusimate teadusuuringute ja kogemustega ammoniaagiheite vähendamises, nagu on kirjeldatud põllumajanduslikest allikatest pärit ammoniaagiheite ennetamise ja vähendamise juhenddokumendi ([ECE/EB.AIR/120](#)) viimases uuenduses. Selle eesmärk on anda konventsiooni osalistele lihtsalt arusaadavat teavet heade tavade kohta, mis on vajalikud põllumajanduslikest allikatest pärineva ammoniaagiheite vähendamiseks.

Dokument on mõeldud vaid juhiste andmiseks, ja tegu ei ole täielikuks ülevõtmiseks mõeldud normatiivse meetmete kogumikuga; riigid võivad kaaluda alternatiivseid ja uudseid meetmeid juhul, kui neid on võimalik tõendada. Ammoniaagi raamjuhendi eesmärk on toetada osalisi hea põllumajandustava riiklike juhendite kehtestamisel ja uuendamisel, et ammoniaagiheidet kontrollida, nagu on nõutud 1999. aasta hapestumise, eutrofeerumise ja troposfääriosooni vähendamise kohta käiva protokoll (Göteborgi protokoll) IX lisas ja selle [2012. aasta muudatuses](#).

Dokumendi koostas reaktsioonivõimelise lämmastiku töörühm (*Task Force on Reactive Nitrogen*) oma põllumajandusliku lämmastiku vähendamise võimalusi uuriva ekspertrühma kaudu.

Eesti peatüki koostasid Allan Kaasik (Eesti Maaülikool), Merylyn Möls, Regina Alber, Hanna-Lii Kupri, Marek Maasikmets (Eesti Keskkonnauuringute Keskus), Riina Maruštšak (Keskkonnaministeerium).