

Til Departementet

**Følgebreve**

Dato 25. juni 2020

Journal 2020-0079001

**Revideret besvarelse på bestillingen "Kvalitetssikring af forudsætninger for effektberegninger og sideeffekter af udredninger af ammoniakreducerende virkemidler i forbindelse med NEC-udvalgsarbejdet – Stald og Lager."**

Departementet har i en bestilling sendt d. 17. april 2020 bedt DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug – om at foretage "*en kvalitetssikring af beregning af ammoniakreduktionseffekterne af ammoniakreducerende virkemidler i stald og lager samt fastlagt sideeffekter*".

Besvarelsen blev fremsendt d. 18. maj 2020. Efterfølgende har forfatterne valgt at ændre en formulering i afsnittet om "Fast overdækning af lager (gylletanke)", idet denne kunne misforstås. Det reviderede notat følger nedenfor og erstatter således det tidligere fremsendte. Notatet er udarbejdet af lektor Anders Feilberg, seniorrådgiver Peter Kai, og seniorforsker Anders Peter Adamsen fra Institut for Ingeniørvidenskab samt seniorforsker Peter Sørensen fra Institut for Agroøkologi og seniorrådgiver Jesper Leth Bak fra Institut ved Bioscience, alle v. Aarhus Universitet. Professor Sven Gjedde Sommer og Seniorrådgiver Michael Jørgen Hansen fra Institut for Ingeniørvidenskab v. Aarhus Universitet har været fagfællebedømmere, og notatet er revideret i lyset af deres kommentarer.

Besvarelsen er udarbejdet som led i "Rammeaftale om forskningsbaseret myndighedsbetjening mellem Miljø- og Fødevareministeriet og Aarhus Universitet" under ID 6.06 i "Ydelsesaftale Husdyrproduktion 2020-2023".

Venlig hilsen

Klaus Horsted  
Specialkonsulent, kvalitetssikrer f. DCA-centerenheden



## Svar på bestilling om kvalitetssikring af tre virkemidler til NEC udvalget

Forfattere: Anders Feilberg<sup>1</sup>, Peter Kai<sup>1</sup>, Anders Peter Adamsen,<sup>1</sup> Peter Sørensen<sup>2</sup> og Jesper Leth Bak<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Institut for Ingeniørvidenskab

<sup>2</sup> Institut for Agroøkologi

<sup>3</sup> Institut for Bioscience

Nedenfor er samlet kommentarer til det fremsendte notat. Kommentarerne henviser til linjenummerering, som AU har indsat i det oprindelig notat fra MFVM. AU kommentarerne er givet med alm skrift, hvorimod linjenummerering og evt. udklip af sætninger fra det oprindelige notat, der skal hjælpe til at identificere, hvortil kommentaren henviser, er angivet med kursiv.

Følgende har afgivet kommentarer til de respektive virkemidler og sideeffekter: Reduktionspotentiale for NH<sub>3</sub> for virkemidlerne "Hyppig udmugning mink" og "Hyppig udmugning høns"; kommentarer er givet af Peter Kai, mens det for virkemidlet "Fast overdækning af lager" er givet af Anders Feilberg. Anders Peter Adamsen har beskrevet sideeffekterne Lugt og Drivhusgasser, Jesper Leth Bak har beskrevet natureffekten og Peter Sørensen har beskrevet effekten af virkemidlerne i forhold til N og P.

I forbindelse med beskrivelse af sideeffekter skal det nævnes, at der "blot" er foretaget en simpel vurdering af miljøeffekter i Danmark, som følge af den beregnede reducerede ammoniakemission. Det skal bemærkes, at der også vil være helbredsmæssige gevinster ved en reduktion af ammoniakemissionen og gevinster for både miljø og helbred i andre lande, hvilket ikke er beskrevet her.

Natureffekten er vurderet på baggrund af beregninger foretaget til belysning af natur- og miljøeffekter af foreslåede ændringer af ammoniakudledningen i 2018. Beregningerne omfatter ikke effekter som følge af ændringer i gødningsudbringning, altså en evt. ændring i rummelige distribution af NH<sub>3</sub>-tab.

### Hyppig udmugning Mink

AU har én kommentar til hele afsnittet om beskrivelse af miljøeffekten af virkemidlet. Den går på, at det er umuligt at forholde sig til det udregnede "Total reduktionspotentiale" for virkemidlet. Grunden er, at der ingen mellemregninger eller baggrundsoplysninger er givet.

*Linje 55: Sideeffekter*

Lugt. Det er angivet på Miljøstyrelsens teknologiliste at teknologien ingen effekt har på lugt. I en anden test med udledning af lugt ved ugentlig kontra daglig udmugning, blev der ikke fundet nogen signifikant effekt ( $p > 0,05$ ) (Hansen & Rasmussen. 2013: Lugtemission fra minkhaller. Måling af lugtemission fra naturligt ventilerede minkhaller. Agrotech). Det skal bemærkes, at måling af lugt er forbundet med store usikkerheder, og udledning af lugt fra åbne stalde er endnu sværere at måle nøjagtigt, da det også er svært at måle luftskifte fra åbne bygninger.

Det vurderes at lugten vil være uændret eller måske lidt mindre, men ikke måleligt med den anvendte metode baseret på olfaktometri.

Klimagasser:

Metan dannes ud fra organisk materiale under iltfrie forhold. Det vurderes, at der på en uge ikke vil ske en nævneværdig produktion af metan i fast møg. Der vil således ikke være en ændring i udledning af metan ved at muge ud to gange om ugen i forhold til en gang om ugen.

Lattergas. Lagring af fast gødning som dybstrøelse vil udlede lattergas, hvorimod lagring af gylle udleder mindre lattergas. En nærmere vurdering af udledning af lattergas kræver informationer om hvordan fast gødning og gylle er opbevaret, samt hvor længe, og hvordan fordelingen er mellem fast møg og gylle. Mindre udledning af ammoniak vil alt andet lige give en mindre udledning af såkaldt indirekte lattergas, da mindre ammoniak vil lande på marker og omsættes til lattergas.

Natureffekt. En reduktion af ammoniakemissioner på 1150 t vurderes på dette grundlag at kunne give en reduktion i arealet med overskridelse af tålegrænserne for 3400 ha lysåben natur og 4600 ha skov, heraf 1300 ha lysåben kategori 1 natur og 780 ha kategori 1 skov. Tallene er forbundet med stor usikkerhed, idet der ikke er foretaget en detaljeret analyse, der inkluderer placeringen af bedrifterne ift. naturområderne.

Nitratudvaskning og direkte tab til vandmiljø. Teknologier der begrænser ammoniakemissionen fra husdyrgødning har både en direkte og en indirekte effekt på nitratudvaskningen (Petersen og Sørensen, 2008). Ved reduceret ammoniaktab bliver der mere kvælstof tilgængeligt for afgrøden og det må forventes at marginaludvaskningen fra dette kvælstof er den samme som for andet mineralsk N (Børgesen et al. 2019). Med NLES5 modellen er fundet en gennemsnitlig marginaludvaskning på 17% for mineralsk N tilført om foråret (Børgesen et al. 2019). Hvis der tages højde for at 80% af husdyrgødningen udbringes på sandjord (Blicher-Mathiesen et al. 2020) kan med tilnærmelse antages en marginaludvaskning på ca 20% fra ammonium-N i tilført husdyrgødning. Denne marginaludvaskning baseret på NLES5 gælder for en 3-årig horisont. Over en 10-årig periode vurderes udvaskningen at være yderligere øget med gennemsnitligt ca 2% baseret på Sørensen et al. (2019).

Indirekte vil en reduktion i ammoniakemissionen medføre en mindre afsætning af kvælstof på såvel landbrugsjord, i skove og på naturarealer. Det er estimeret, at omkring 30% af det fordampede ammoniak fra landbruget afsættes på dansk grund igen (Hansen et al. 2008; Petersen og Sørensen, 2008). Olesen (2020) har estimeret at ca 33% af det deponerede kvælstof gennemsnitligt udvaskes. Dermed bliver den indirekte effekt af reduceret kvælstoftab med ammoniak en reduktion i nitratudvaskning på  $30\% \times 33\% = 10\%$  af det reducerede N tab. Den samlede 3-årige effekt er således en øget udvaskning på 20% (direkte effekt) fratrukket en reduktion på 10% (indirekte effekt), hvilket samlet giver en øget nitratudvaskning svarende til 10% af reduceret N tab med ammoniak. Set over en 10-årig horisont vurderes effekten være på ca 12%.

Set over en 3-årig horisont giver tiltaget dermed en øget nitratudvaskning fra rodzonen på  $10\% \times 1150 \text{ t NH}_3 \times 14/17$  (konvertering fra  $\text{NH}_3$  til  $\text{NH}_3\text{-N}$ ) = 95 tons N.

Hvis normindholdet i minkgødning samtidigt øges, vil en tilsvarende reduktion i tilført handelsgødning også medføre reduktion i nitratudvaskningen. Der kan antages en marginaludvaskning på 20% fra handelsgødning under hensyntagen til at husdyrgødning fortrinsvis udbringes på sandjord. Dette er også angivet med en 3-årig horisont. Hvis reduktionen i ammoniaktab modsvares fuldstændigt af et øget normindhold i gødningen, så opnås samlet set en lille reduktion i nitratudvaskningen.

En reduktion af ammoniaktab medfører også en reduktion af direkte deposition af kvælstof til vandmiljøet. I tabel 1 er det beregnet at ca 17% af  $\text{NH}_3$  emissionen afsættes direkte i danske farvande. Det er her forudsat at al N deposition fra landbruget kommer fra ammoniak, hvilket er en tilnærmelse. Dermed kan beregnes en reduktion i direkte deposition til danske farvande på  $17\% \times 1150 \text{ t NH}_3 \times 14/17 = 161 \text{ tons N}$ .

Tabel 1. Beregning af andelen af ammoniakemission der afsættes på land og i danske farvande.

	Tons N	Andel af NH <sub>3</sub> emission (%)	Reference
Samlet NH <sub>3</sub> emission fra DK landbrug (2017)	60118	100	DCE (2020)
N deposition afsat på land fra DK landbrug (2017)	19040	32	Ellermann et al. 2019
N deposition afsat i danske farvande fra DK landbrug (2017)	10220	17	Ellermann et al. 2019

P tab. Tiltaget vurderes ikke at have effekt på udvaskningen af fosfor, idet den direkte udvaskning af fosfor fra gødning er meget lav, og tiltaget ikke ændrer på tilførslen af fosfor.

### Hyppig udmugning høns

*Linje 121:* Overskrift i tabellens to sidste kolonner er identiske – det er vel en fejl?

*Linje 121 Første række i tabel:* Normtallene for skrabe- og frilandsproduktion adskiller sig fra hinanden. Tallene referer til skrabe høns og hvorvidt der er taget højde for det i udregningen er svært at gennemskue.

*Linje 121 Første række i tabel:* Det er uklart, hvordan dette tal er fremkommet, og når overskriften heller ikke synes at være korrekt, er det vanskeligt at forholde sig til. Gælder hele kolonnen. Hvis effekten er 36% ved 3/uge er det kolonnen til venstre, som er korrekt. I det hele taget er det meget svært at gennemskue hvad sidste kolonne i tabellen dækker over.

*Linje 124. Tallet 146 ton NH<sub>3</sub>:* Jf. Kommentarerne ovenfor.

*Linje 129. Tallet 120 ton NH<sub>3</sub>:* Jf. kommentarer ovenfor.

*Linje 131 Sideeffekter*

Lugt. Teknologien er optaget på Miljøstyrelsens teknologiliste uden effekt på lugt.

Klimagasser:

Metan produceres under iltfrie forhold. Der vil kunne dannes metan i mindre omfang fra fast gødning i stalden, men der vil også kunne ske en oxidation af det dannede metan i overfladen. Under lagring som gylle vil der kunne produceres metan, men beregninger vil kræve mere information om fordeling mellem gylle og fast møg, lagringstemperatur, lagringstid, tilsætning af væske mv.

Lattergas. Opbevaring af gødning som fast møg (dybstrøelse) vil udlede lattergas. Der vil være en indirekte reduktion af lattergasemissionen, ved at reducere emissionen af ammoniak.

Natur. En reduktion af ammoniakemissioner på 120 t vurderes at kunne give en reduktion i arealet med overskridelse af tålegrænserne for 350 ha lysåben natur og 480 ha skov, heraf 130 ha lysåben kategori 1 natur og 80 ha kategori 1 skov. Tallene er forbundet med stor usikkerhed, idet der ikke er foretaget en detaljeret analyse, der inkluderer placeringen af bedrifterne ift. naturområderne.

Nitratudvaskning og direkte tab til vandmiljø. Teknologier der begrænser ammoniakemissionen fra husdyrgødning har både en direkte og en indirekte effekt på nitratudvaskningen (Petersen og Sørensen, 2008). Ved reduceret ammoniaktab bliver der mere kvælstof tilgængeligt for afgrøden og det må forventes at marginaludvaskningen fra dette kvælstof er den samme som for andet mineralsk N (Børgesen et al. 2019). Med NLES5 modellen er fundet en gennemsnitlig marginaludvaskning på 17% for mineralsk N tilført

om foråret (Børgesen et al. 2019). Hvis der tages højde for at 80% af husdyrgødningen udbringes på sandjord (Blicher-Mathiesen et al. 2020) kan med tilnærmelse antages en marginaludvaskning på ca 20% fra ammonium-N i tilført husdyrgødning. Denne marginaludvaskning baseret på NLES5 gælder for en 3-årig horisont. Over en 10-årig periode vurderes udvaskningen at være yderligere øget med gennemsnitligt ca 2% baseret på Sørensen et al. (2019).

Indirekte vil en reduktion i ammoniakemissionen medføre en mindre afsætning af kvælstof på såvel landbrugsjord, i skove og på naturarealer. Det er estimeret at omkring 30% af det fordampede ammoniak fra landbruget afsættes på dansk grund igen (Hansen et al. 2008; Petersen og Sørensen, 2008). Olesen (2020) har estimeret at ca 33% af det deponerede kvælstof gennemsnitligt udvaskes. Dermed bliver den indirekte effekt af reduceret kvælstoftab med ammoniak en reduktion i nitratudvaskning på  $30\% \times 33\% = 10\%$  af det reducerede N tab. Den samlede 3-årige effekt er således en øget udvaskning på 20% (direkte effekt) fratrukket en reduktion på 10% (indirekte effekt), hvilket samlet giver en øget nitratudvaskning svarende til 10% af reduceret N tab med ammoniak. Set over en 10-årig horisont vurderes effekten være på ca 12%.

Set over en 3-årig horisont giver tiltaget dermed en øget nitratudvaskning på  $10\% \times 120 \text{ t NH}_3 \times 14/17 = 10$  tons N.

Hvis normindholdet i fjerkrægødning samtidigt øges, vil en tilsvarende reduktion i tilført handelsgødning også medføre reduktion i nitratudvaskningen. Der kan antages en marginaludvaskning på 20% fra handelsgødning under hensyntagen til at husdyrgødning fortrinsvis udbringes på sandjord. Dette er angivet med en 3-årig horisont. Hvis reduktionen i ammoniaktab modsvares fuldstændigt af et øget normindhold i gødningen, så opnås samlet set en lille reduktion i nitratudvaskningen.

Reduktionen i ammoniak medfører også en reduktion i direkte deposition til danske farvande svarende til 17% (tabel 1). Dermed fås en reduktion i deposition til farvande på  $17\% \times 120 \text{ t NH}_3 \times 14/17 = 17$  tons N.

P tab. Tiltaget vurderes ikke at have effekt på udvaskningen af fosfor, idet den direkte udvaskning af fosfor fra gødning er meget lav, og tiltaget ikke ændrer på tilførslen af fosfor.

### **Fast overdækning af lager (gylletanke)**

*Linje 210-213:* Der bør nævnes og fremhæves, at denne halvering ikke er baseret på dokumentation i form af systematiske målinger, men at fast overdækning er på teknologilisten som følge af et skøn. Den halvering, der her er tale om, er i forhold til en såkaldt tæt overdækning, herunder naturligt flydelag. I de få eksperimentelle undersøgelser, der er lavet af fast overdækning og hvor der ses en vis reduktion, er det ikke altid klart i hvilken grad referencesituationen omfatter et naturligt flydelag. Bl.a. derfor er det svært at sammenligne forskellige studier. Generelt mangler der en bedre definition af hvad referenceemissionen er, da emissionen ved tæt overdækning (der igen er reference for fast overdækning) er bestemt ud fra en formodet emissionsreduktion på 80% (igen et skøn). Den nævnte halvering er en halvering af de resterende 20%, men så vidt vides er der ikke lavet kontrollerede forsøg med målinger af fast overdækning versus tæt overdækning og der mangler målinger af ammoniakemissionen fra forskellige lagre med tæt overdækning, herunder naturligt flydelag. Det er ligeledes ikke klart om fast overdækning påvirker dannelsen af et naturligt flydelag.

Med målinger menes i denne sammenhæng systematiske målekampanjer under danske forhold med veldokumenterede målemetoder og med inddragelse af årstidsvariation, variation i gylle og beholdere samt inddragelse af forskellige dyrekategorier.

Ovennævnte har betydning for hvor meget ammoniakemission, der kan spares ved en tæt overdækning. Hvis f. eks. effekten af tæt overdækning er overestimeret og kun er 60%, ja så vil en halvering som følge af fast overdækning give en dobbelt så stor ammoniakbesparelse, men samtidig vil den samlede ammoniakreduktion jo kun være reduceret med 80% i stedet for 90%. Der er dokumentation for, at flydelag af halm giver en 80% reduktion, men det samme er ikke tilfældet for naturlige flydelag, hvor det bl.a. har betydning, hvorvidt flydelagene er stabile over tid og hvor hurtigt de dannes efter tømning af lagertanken.

Vi mangler, som det allerede er nævnt, viden om referencesituationen (tæt overdækning/især naturligt flydelag), herunder viden om effekten af naturligt flydelag (og anden tæt overdækning) under forskellige klimatiske forhold i DK og udbredelsen af naturligt flydelag vs andre former for tæt overdækning.

*Linje 220:* Disse afsnit bør have en sporbar reference (AU, DCE, januar 2020?). Jeg har ikke haft mulighed for at kontrollere tallene.

*Linje 223-224:* Den sætning er uklar. Risikoen er vel at der ikke er samme proportionalitet mellem antal beholdere og gyllemængde for beholdere hhv. med og uden fast overdækning?

*Linje 227:* Hvad menes med "ikke overdækket"? Antages det, at der er beholder hvor der ikke er naturligt flydelag og heller ikke anden form for tæt overdækning?

*Linje 235-236:* Her er det jo interessant om dimensionerne ændrer sig over tid – altså forholdet mellem overfladeareal og volumen, hvilket har betydning for emissionen (det gælder generelt).

*Linje 242 - ... %, der allerede er overdækket...:* Med fast overdækning?

*Linje 242 - ...5 % der ikke er overdækket og ...:* Igen, hvad menes der? Fast overdækning?

*Linje 242-243, ...10 % der opbevares i beholdere fra før 1990 og dermed ikke vil blive omfattet af kravet ...:* Hvilken emission antages for de beholdere der "ikke er overdækket" og de beholdere, der er fra før 1990? De 10% er vel stadig omfattet af krav om tæt overdækning, det bør måske præciseres.

*Linje 246-247:* Det vil være formålstjenligt at forklare udregningerne mere eksplicit, gerne med formler og eksempler. Jeg har ikke kunnet kontrollere udregningernes rigtighed, men hvis der ligger fx et regneark bag, så kan det jo lade sig gøre.

*Tabel der starter ved linje 247. Overskriften i kolonne 3 og 4. (krav fra 1990):* Krav om overdækning for beholdere opført efter 1990!

*Tabel der starter ved linje 247. Den nedester række der opsummerer effekterne:* Det er ikke muligt at kvalitetssikre disse værdier uden at de bagvedliggende beregninger er vist.

*Linje 250:* Stort set samme kommentarer som for foregående afsnit.

*Linje 262:* Fast overdækning i stedet for "fat".

*Linje 268: Sideeffekter*

Lugt. Fast overdækning (teltoverdækning, betonlåg eller flydedug) er optaget på Miljøstyrelsens teknologiliste for ammoniak, men uden effekt for lugt.

Klimagasser:

Metan. Der vil dannes en del metan i gylle under opbevaring. Dannelse og emission afhænger af opbevaringstid, podning fra restgylle ved tømning af tanken, gylletemperaturer, organisk stof (glødetab, VS), oxidering i flydelag hvis adgang til tilstrækkelig ilt, og pH.

I dag skal der ske en ventilering af luften over gylle i tanke med fast overdækning for at sikre, at der ikke sker en selvantændelse. Det er uklart, hvordan dette er beregnet, og om det er nødvendigt. Under alle omstændigheder vil tilførsel af gylle presse luft ud af tanken. Ligeledes vil opvarmning fra solen give en vis ventilering af tanken. Alt andet lige vil en fast overdækning nok give en beskedent merudledning af metan da dels temperaturen vil stige i gyllen, og der ikke vil ske en oxidering i flydelaget.

I dag beregnes emissionen af metan ud fra såkaldte Arrhenius-parametre. Disse parametre er ikke målt i gylletanke, og der anvendes derfor de samme som i staldgødning. Endvidere er fordeling mellem metan og kuldioxid afhængig af temperaturen i gyllen. Dette forhold bruges til at beregne restmængden af organisk stof (VS) i tanken. Denne faktor er også usikker.

Lattergas dannes i grænseflader mellem iltfrie og iltede steder med kvælstof. Hvordan fast overdækning vil påvirke dannelse af lattergas i forhold til referencen (se kommentarer ovenfor) afhænger af forholdene i flydelaget, tilførsel af ilt mv. Dette er ved at blive undersøgt i et projekt.

Indirekte emission af lattergas. Denne beregnes ud fra ammoniakemissionen efter anbefalinger fra IPCC.

Natur. Omtrent samme effekt som virkemidlet "Hyppig udmugning Mink".

Nitratudvaskning og direkte tab til vandmiljø. Teknologier der begrænser ammoniakemissionen fra husdyrgødning har både en direkte og en indirekte effekt på nitratudvaskningen (Petersen og Sørensen, 2008). Ved reduceret ammoniaktab bliver der mere kvælstof tilgængeligt for afgrøden og det må forventes at marginaludvaskningen fra dette kvælstof er den samme som for andet mineralsk N (Børgesen et al. 2019). Med NLES5 modellen er fundet en gennemsnitlig marginaludvaskning på 17% for mineralsk N tilført om foråret (Børgesen et al. 2019). Hvis der tages højde for at 80% af husdyrgødningen udbringes på sandjord (Blicher-Mathiesen et al. 2020) kan med tilnærmelse antages en marginaludvaskning på ca 20% fra ammonium-N i tilført husdyrgødning. Denne marginaludvaskning baseret på NLES5 gælder for en 3-årig horisont. Over en 10-årig periode vurderes udvaskningen at være yderligere øget med gennemsnitligt ca 2% baseret på Sørensen et al. (2019).

Indirekte vil en reduktion i ammoniakemissionen medføre en mindre afsætning af kvælstof på såvel landbrugsjord, i skove og på naturarealer. Det er estimeret at omkring 30% af det fordampede ammoniak fra landbruget afsættes på dansk grund igen (Hansen et al. 2008; Petersen og Sørensen, 2008). Olesen (2020) har estimeret at ca 33% af det deponerede kvælstof gennemsnitligt udvaskes. Dermed bliver den indirekte effekt af reduceret kvælstoftab med ammoniak en reduktion i nitratudvaskning på  $30\% \times 33\% = 10\%$  af det reducerede N tab. Den samlede 3-årige effekt er således en øget udvaskning på 20% (direkte effekt) fratrukket en reduktion på 10% (indirekte effekt), hvilket samlet giver en øget nitratudvaskning svarende til 10% af reduceret N tab med ammoniak. Set over en 10-årig horisont vurderes effekten være på ca 12%.

Set over en 3-årig horisont giver scenarie 1 dermed en øget nitratudvaskning fra rodzonen på  $10\% \times 1053 \text{ t NH}_3 \times 14/17 = 86 \text{ tons N}$ . Scenarie 2 medfører en øget nitratudvaskning fra rodzonen på  $10\% \times 460 \text{ t NH}_3 \times 14/17 = 38 \text{ tons N}$ .

Hvis normindholdet i gylle samtidigt øges, vil en tilsvarende reduktion i tilført handelsgødning også medføre reduktion i nitratudvaskningen. Der kan antages en marginaludvaskning på 20% fra handelsgødning under hensyntagen til at husdyrgødning fortrinsvis udbringes på sandjord. Dette er også angivet med en 3-årig horisont. Hvis reduktionen i ammoniaktab modsvarer fuldstændigt af et øget normindhold i gødningen, så opnås samlet set en lille reduktion i nitratudvaskningen.

Reduktionen i ammoniak medfører også en reduktion i direkte N deposition til danske farvande svarende til 17% (tabel 1). Dermed fås en reduktion i deposition til farvande på  $17\% \times 1053 \text{ t NH}_3 \times 14/17 = 147 \text{ tons N}$  i scenarie 1 og en reduktion på  $17\% \times 460 \text{ t NH}_3 \times 14/17 = 64 \text{ tons N}$  i scenarie 2.

P tab. Tiltaget vurderes ikke at have effekt på udvaskningen af fosfor, idet den direkte udvaskning af fosfor fra gødning er meget lav, og tiltaget ikke ændrer på tilførslen af fosfor.

## Referencer

- Blicher-Mathiesen, G., Olesen, J.E., Jung-Madsen, S. 2020. Opdatering af Baseline 2021. Teknisk rapport fra DCE nr 162, 135pp.
- Børgesen, C.D., Sørensen, P., Blicher-Mathiesen, Kristensen, K.M., Pullens, J.W.M., Zhao, J., Olesen, J.E. 2019. NLES5- An empirical model for predicting nitrate leaching from the root zone of agricultural land in Denmark. DCA report 163. Aarhus University.
- DCE. 2020. Årlige opgørelser af ammoniakemission.  
[https://envs.au.dk/fileadmin/envs/Emission\\_inventories/Reporting\\_sectors/Landbrug\\_Emissions\\_of\\_N\\_H3.htm](https://envs.au.dk/fileadmin/envs/Emission_inventories/Reporting_sectors/Landbrug_Emissions_of_N_H3.htm)
- Ellermann, T., Bossi, R., Nygaard, J., Christensen, J., Løfstrøm, P., Monies, C., Grundahl, L., Geels, C., Nielsen, I. E., & Poulsen, M. B. 2019: Atmosfærisk deposition 2017. NOVANA. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi. 84s. – Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 304. <http://dce2.au.dk/pub/SR304.pdf>
- Hansen, M.N.; Sommer, S.G.; Hutchings, N.J.; Sørensen, P. 2008. Emissionsfaktorer til beregning af ammoniakfordampning ved lagring og udbringning af husdyrgødning. DJF Husdyrbrug nr 84. 43 pp.
- Olesen, J.E. 2020. Estimering af reduceret deposition på udvaskningen. I Blicher-Mathiesen, G., Olesen, J.E., Jung-Madsen, S. (eds.) 2020. Opdatering af Baseline 2021. Teknisk rapport fra DCE nr 162, 135pp.
- Petersen, J., Sørensen, P. 2008. Gødningsvirkning af kvælstof i husdyrgødning – Grundlag for fastlæggelse af substitutionskrav. DJF Rapport Markbrug nr 138. 111 pp.
- Sørensen P., Christensen, B.T., Børgesen, C.D. 2019. **Langtidseffekter på nitratudvaskning af mineralsk kvælstof i tilført gødning (10-års perspektiv)**. Faglig redegørelse til MFVM. Nr. 2019-0015938, 2019. 9 s., dec. 02, 2019. Aarhus Universitet.
- [https://pure.au.dk/portal/files/172983126/Langtidseffekter\\_af\\_N\\_i\\_g\\_dning\\_og\\_udvaskning\\_Nov19.pdf](https://pure.au.dk/portal/files/172983126/Langtidseffekter_af_N_i_g_dning_og_udvaskning_Nov19.pdf)