

A green tractor with a fertilizer applicator is shown in a field. The tractor has a large front wheel and a smaller rear wheel. The applicator has several green tubes. The background shows a forested hill under a blue sky with clouds.

Tiltaksanalyse for å begrense utslipp av ammoniakk i Norge

Rapport fra Miljødirektoratet og
Landbruksdirektoratet

17.02.2020

1	Innledning	6
2	Status for ammoniakkutslipp i Norge.....	7
	2.1 Utslipp av ammoniakk i Norge og gap til utslippsforpliktelsene	7
	2.2 Sammenlikning av norsk modell og GAINS	11
	2.3 Nitrogenmodell for husdyrgjødsel	15
3	Tiltak for reduserte ammoniakkutslipp fra jordbruket	16
	3.1 Behovet for helhetlig og bærekraftig nitrogenforvaltning	16
	3.2 Guidance document fra UNECE	17
	3.3 Ammoniakktiltak i andre land	17
	3.4 NIBIOs vurderinger av ammoniakktiltak i Norge.....	19
	3.5 Tiltak for reduserte ammoniakkutslipp fra husdyrgjødsel	21
	3.6 Tiltak for reduserte ammoniakkutslipp fra mineralgjødsel.....	37
	3.7 Tiltak for å erstatte mineralgjødsel med biorest fra matavfall	39
	3.8 Tiltak for bedre N-forvaltning på gårdsnivå	40
	3.9 Klimaendringer og betydning for ammoniakkutslipp	41
4	Klimatiltak med indirekte effekt på ammoniakkutslipp fra jordbruket	42
	4.1 Endret kosthold og redusert matsvinn.....	42
	4.2 Gjødsling av skog	43
5	Tiltak for reduserte ammoniakkutslipp fra andre sektorer	44
	5.1 Veitrafikk.....	45
	5.2 Industri.....	46
	5.3 Annet	46
6	Vurderinger av tiltak og virkemidler for ammoniakk.....	46
	6.1 Samlet reduksjonspotensial for jordbruket	46
	6.2 Aktuelle ammoniakktiltak og virkemidler i jordbruket	50
7	Anbefalinger og videre arbeid	55
8	Referanser	58
9	Vedlegg 1.....	59

Sammendrag

Gøteborgprotokollen som trådte i kraft i 2005, omhandler utslipp av svoveldioksid (SO₂), nitrogenoksider (NO_x), ammoniakk (NH₃) og flyktige organiske forbindelser (NMVOC). Utslipp av disse gassene bidrar til sur nedbør, overgjødning og bakkenært ozon.

Norge overskrider utslippsforpliktelsene for ammoniakk i henhold til Gøteborgprotokollen, gjeldende fra hhv. 2010 og 2020. De rapporterte ammoniakktutslippene i 2018 lå 2910 tonn over forpliktelsen om 8 prosent reduksjon innen 2020. En antatt reduksjon på 22 prosent innen 2030 vil bety at de totale utslippene må ned med over 7600 tonn sammenlignet med forventede utslipp i referansebanen.

For å fremskaffe kunnskap og vurdere tiltak for å få ammoniakktutslippene ned i tråd med utslippsmålene har Landbruksdirektoratet og Miljødirektoratet i brev 26.10.2018 fra Landbruks- og matdepartementet og Klima- og miljødepartementet, fått oppdrag om å gjennomføre en helhetlig tiltaksanalyse for å oppnå bedre nitrogenutnyttelse og begrense ammoniakktutslipp fra jordbruket. Direktoratene er bedt om å gjennomgå gjennomførbarhet og resultatutsikter for eksisterende tiltak og å utrede ytterligere tiltak som vil være nødvendig for å få ned utslippene i tråd med forpliktelsene.

Utslippene av ammoniakk (NH₃) er for 2018 beregnet til 34 800 tonn. Jordbruk er den dominerende utslippskilden, og sto for 95 prosent av de totale utslippene av NH₃ i 2018. De totale utslippene fra jordbrukssektoren har vært relativt stabile siden 1990, men de økte med 3,7 prosent i 2018, og ligger nå 3,3 prosent over 1990 års nivå. En grunn til økningen i 2018 stor økning i ammoniakkbehandling av halm til fôr på grunn av tørken. Ifølge Norges offisielle framskrivninger (NB2020) vil norske ammoniakktutslipp ligge på omtrent 34 300 tonn i 2020 og 34 000 tonn i 2030.

Nitrogen (N) er avgjørende for å kunne oppnå høye avlinger, samtidig som nitrogentap er årsak til helse- og miljøproblemer av ulik art. Optimal N-forvaltning krever derfor en helhetlig tilnærming til størst mulig nytte for samfunnet og minst mulig ulempe for miljøet.

Det meste av nitrogenet i husdyrgjødsel forekommer i form av flyktige forbindelser, særlig gjelder det ammoniakk, og det er derfor risiko for at besparelse som oppnås i et ledd av kjeden lett kan gå tapt seinere. Det er derfor viktig å se på alle ledd i nitrogenkjeden når tiltak skal vurderes.

Husdyrgjødsel står for om lag 77 prosent av de totale ammoniakktutslippene. Storfe står for mesteparten av utslippet, der melkekyr står for omtrent halvparten alene. Gris og sau bidrar også betydelig. Tiltak for å få ned ammoniakktutslippene må særlig gjelde husdyrgjødsel fra storfe og gris.

Mengde og sammensetning av råprotein i fôret er av betydning for hvor mye nitrogen som skilles ut i gjødsel og urin. Tilpasning av råproteininnholdet i fôrdietten til husdyrene er derfor det første og mest effektive tiltaket for å begrense ammoniakktutslippene. Det er anslått at det årlig kan spares inn 810 tonn ammoniakk og 28 tonn lystgass ved forbedringer i fôringa til mjølkeku og redusert framfôringstid for kviger og slakteokser. 80 prosent av denne innsparingen vil gjelde mjølkeku. Muligheten for å ta ut en slik innsparing vil være gjennom å tilpasse proteinfôringa med kraftfôr til mjølkeku ut fra hva dyra får i seg med grovfôret. Analyser av næringsverdien av grovfôret er sentralt i denne sammenhengen. Til svin og fjørfe nyttes i stor grad standardisert fôring der det antas å være små muligheter for utslippsreduksjoner ved å tilpasse fôringa.

Beiting anses effektivt for å få ned ammoniakktutslippene, fordi gjødsel som havner på beite forårsaker mindre utslipp og fordi en mindre andel av gjødsel gir opphav til utslipp fra husdyrrom, lager og spredning. Økt fôropptak av mjølkeku på beite kan redusere utslippene med opptil 800 tonn ammoniakk. Økt tidsbruk og mangel på arealer med beite av god kvalitet, er imidlertid vesentlige barrierer.

I husdyrrom vil utslippene være avhengig av hva slags dyr som er opphav til gjødsel, hvor mye av gjødsel som kommer i kontakt med luft og hvor lenge gjødsel blir værende i husdyrrommet. Løsninger for innredning og utforming av golv, bla. areal av spaltegolv og gjødselrenne, har mye å si for ammoniakktfordampninga. En stor andel av husdyrrommene for storfe har åpen forbindelse til gjødsellager og utslippene bør derfor ses under ett. Mange mjølkekubesetninger står også i bås fjøs,

som gir lavere utslipp enn løsdriiftsfjøs. For svin antas det å være noe mer standardiserte bygningsløsninger med spaltegolv over gjødsekanal der gjødsla føres til utvendig lager. I fjørfehus kan tørking av gjødsla være effektivt, men vi mangler kunnskap om hvor mange fjøs dette kan være aktuelt for. Bedre kunnskap om vanlige løsninger for utforming og innredning av husdyrrom og løsninger for golv og utgjødsling, vil kunne gi sikrere grunnlag for å vurdere aktuelle tiltak. I eksisterende bygg vil de fleste tiltakene bli kostbare. Mest aktuelt kan være å stille krav til utslippsvennlige løsninger ved nybygging/ombygging når det gjelder løsninger for golv inkl. typer av spaltegolv.

Utslipp fra lager for blautgjødse kan begrenses ved at det legges tett tak over gjødselageret. Slik utslippene beregnes, vil tett dekke over åpne lager kunne gi en reduksjon i utslippene på 300 og 70 tonn ammoniakk fra lager for henholdsvis storfegjødse og svinegjødse. Manglende foretaksøkonomisk lønnsomhet gjør at tilskudd vil være et aktuelt virkemiddel. For storfegjødse vil det ikke være samfunnsøkonomisk lønnsomt med tett dekke. Når det gjelder utslipp fra fjørfehus, er det tiltak i husdyrrommet som er mest effektivt. Gjødsla bør imidlertid lagres tørt. Det vurderes at tørr lagring av fjørfehusgjødse ikke vil være særlig kostnadskrevenne.

Om lag halvparten av ammoniakkutslippene oppstår når gjødsla spres. Mellom 2/3- og 3/4 -deler av den totale utslippsreduksjon kan oppnås gjennom mer miljøvennlig spredning av husdyrgjødsla. Størstedelen av denne innsparingen, over 3000 tonn ammoniakk, kan oppnås ved spredning på eng med nedlegging og vanninnblanding. Høye transportkostnader og arronderingsmessige forhold gjør det usikkert om all gjødse til eng kan spres på denne måten. Ved spredning på åker vil rask nedmolding etter spredning redusere utslippene. Innsparingen som kan oppnås er anslått til knapt 650 tonn ammoniakk. Innenfor ordningen med regionalt miljøtilskudd gis det tilskudd til miljøvennlig spredning av husdyrgjødse. Gjeldende tilskuddssatser dekker i de fleste tilfellene merkostnadene som foretakene har.

Mer miljøvennlig spredning av husdyrgjødse vil være det viktigste og sikreste tiltaket for å redusere ammoniakkutslippene. For enkelte av de andre tiltakene er det betydelig usikkerhet om hvor store innsparinger som er mulig. Et realistisk anslag er at de totale utslippene kan reduseres med mellom seks og syv tusen tonn innen 2030.

En systematisk plan for virkemiddelbruk, gjennomføring av tiltak og resultatoppfølging jf. Gøteborgprotokollen og NEC-direktivet, vil kunne bidra til bedre overholdelse av utslippsforpliktelsen.

1 Innledning

Gøteborgprotokollen ble undertegnet i 1999, trådte i kraft i 2005, og er ratifisert av de fleste europeiske land, samt USA. Gøteborgprotokollen omhandler svoveldioksid (SO₂), nitrogenoksider (NO_x), ammoniakk (NH₃) og flyktige organiske forbindelser (NMVOC). Utslipp av disse gassene bidrar til sur nedbør, overgjødning og bakkenært ozon.

I Norges svar til implementeringskomiteen under Gøteborgprotokollen av 24.07.18 framgår det at Norge overskrider utslippsforpliktelsene for ammoniakk i henhold til Gøteborgprotokollen og NEC-direktivet, gjeldende fra hhv. 2010 og 2020. I svaret til implementeringskomiteen er det gjort rede for tiltak som er iverksatt eller planlagt iverksatt.

Landbruksdirektoratet og Miljødirektoratet har i brev 26.10.2018 fra Landbruks- og matdepartementet og Klima- og miljødepartementet, fått oppdrag om å gjennomføre en helhetlig tiltaksanalyse for å oppnå bedre nitrogenutnyttelse og begrense ammoniakkslipp fra jordbruket. Direktoratene er bedt om å gjennomgå gjennomførbarhet og resultatutsikter for eksisterende tiltak og å utrede ytterligere tiltak som vil være nødvendig for å få ned utslippene i tråd med forpliktelsene.

Direktoratene skal blant annet:

- se på muligheter for å senke utslipp fra husdyrgjødsel
- se på muligheter for å senke utslipp fra mineralgjødning
- sammenligne den norske modellen med GAINS-modellen for utslipp og trendframskrivninger for ammoniakkslipp.

I tiltaksanalysen skal direktoratene vurdere gjennomførbarhet, tiltakskostnader, utslipps-/kostnadsbesparelser og virkemidler for aktuelle tiltak.

I tillegg er direktoratene bedt om at det utarbeides veiledningsmateriell rettet mot gårdbrukerne om god driftspraksis for N-forvaltning. Del tre skal også ha med en plan for fremtidig arbeid med kartlegging og rapportering av ammoniakkslipp.

Denne besvarelsen omfatter ikke denne siste delen av oppdraget. Vi må få kommet tilbake til hensiktsmessig tidspunkt for når denne delen av oppdraget skal leveres.

I tillegg til oppdraget nevnt over, har KLD i brev av 12.11.2018 til Miljødirektoratet bedt om en tiltaksanalyse for reduksjon av utslippene av ammoniakk fra andre kildekategorier enn jordbruk.

NIBIO har, etter oppdrag fra direktoratene, utarbeidet NIBIO rapport nr. 160, Vol.5 2019: «Tiltak for å redusere ammoniakkslipp fra jordbruket»¹. Rapporten er utarbeidet i samarbeid mellom NIBIO, NORSØK og NMBU. Vurderingene i dette oppdraget bygger på denne rapporten. Rapporten følger som vedlegg til denne rapporten. Der vi seinere i rapporten har vist til NIBIO uten ytterligere referanse, er det denne NIBIO-rapporten som er kilde.

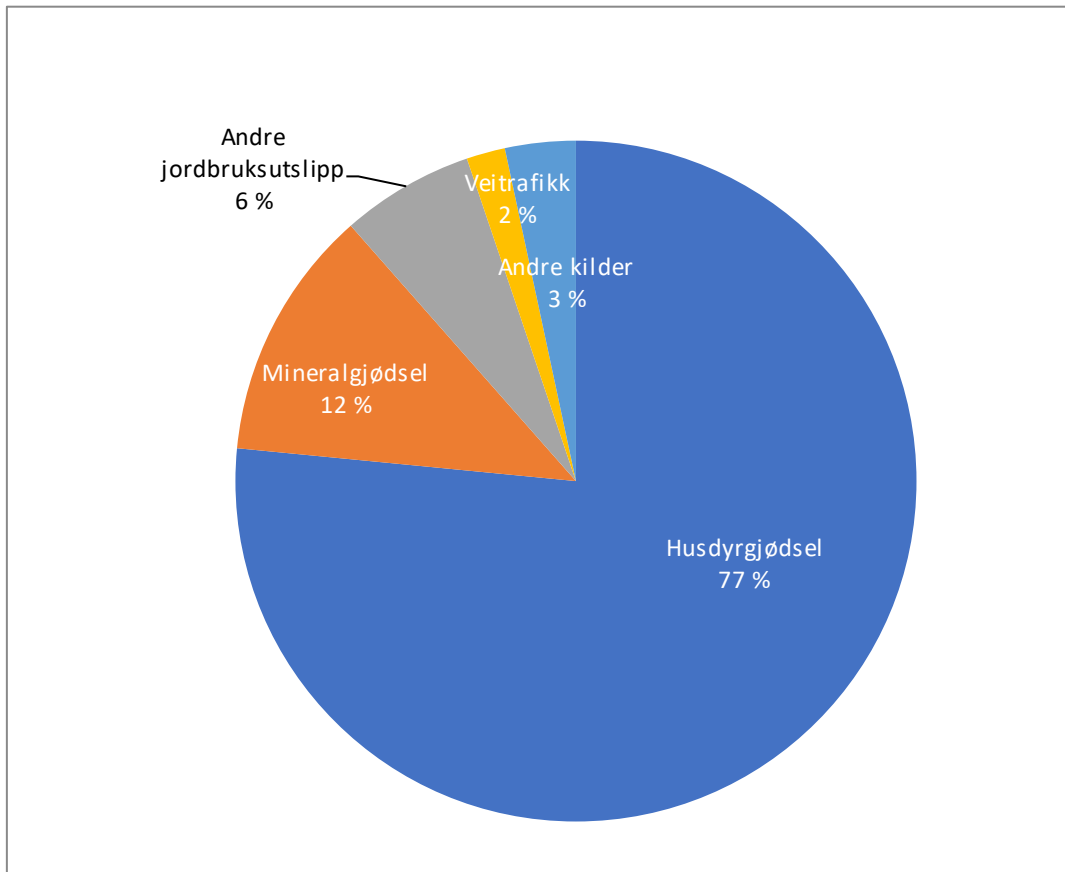
¹ <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m1589/m1589.pdf>

2 Status for ammoniakkutslipp i Norge

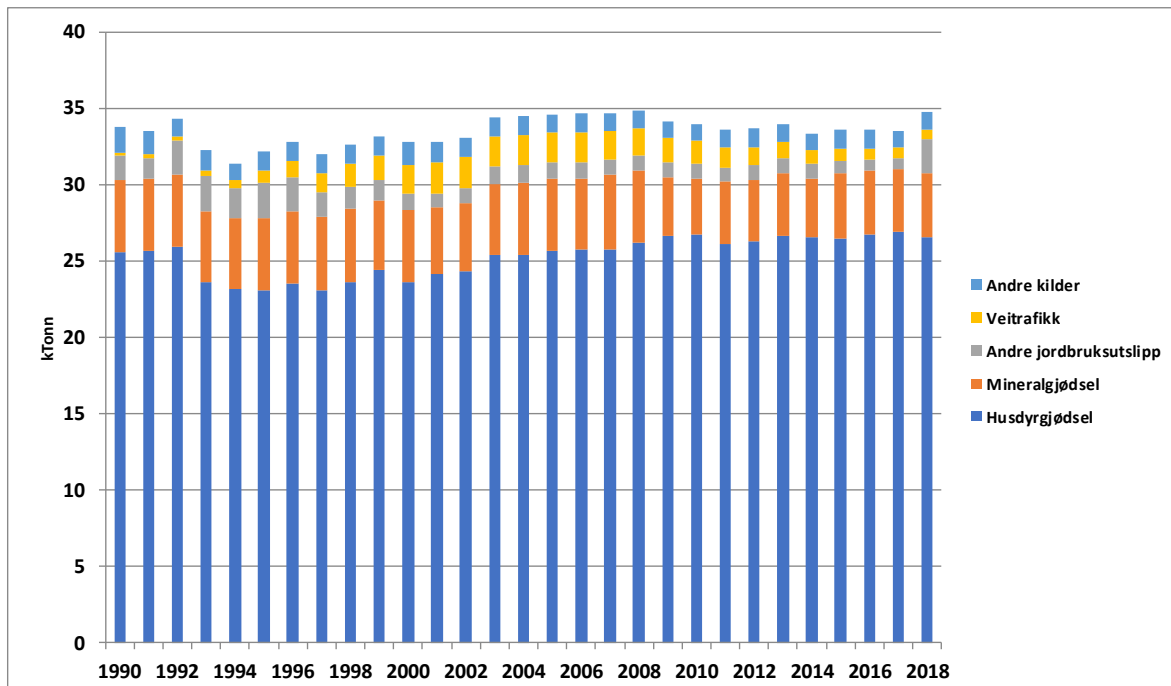
2.1 Utslipp av ammoniakk i Norge og gap til utslippsforpliktelsene

Ammoniakkutslipp i Norge, viktige kilder og utslippstrender

Utslippene av ammoniakk (NH₃) økte med 3,6 prosent fra 2017 til 2018, og de er for 2018 beregnet til 34 800 tonn. De totale norske utslippene er 2,7 prosent høyere i 2018 enn i 1990. Figur 1 viser fordelingen av totale norske NH₃-utslipp mellom forskjellige utslippskilder i 2018. Figur 2 viser trendene i Norges totale ammoniakkutslipp siden 1990 fordelt på de viktigste kildene.



Figur 1. Fordeling av NH₃-utslipp mellom forskjellige utslippskilder. 2018. Prosent. (Kilde: Statistisk sentralbyrå/ Miljødirektoratet)

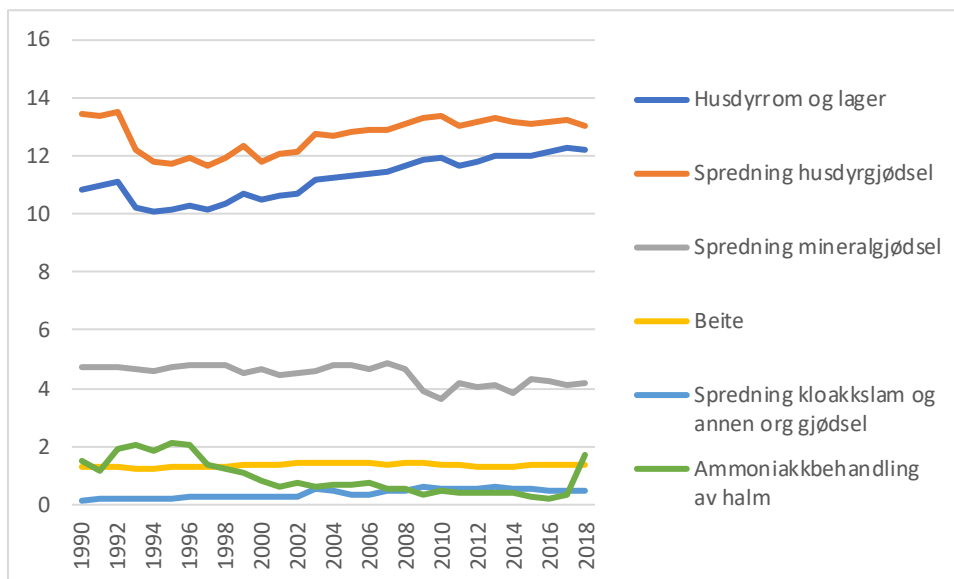


Figur 2: Trender i Norges totale NH₃-utslipp. 1000 tonn NH₃. 1990-2018 (Kilde: Statistisk sentralbyrå/ Miljødirektoratet)

NH₃-utslipp fra jordbrukssektoren

Jordbruk er den dominerende utslippskilden, og sto for 95 prosent av de totale utslippene av NH₃ i Norge i 2018. De totale utslippene av NH₃ fra jordbrukssektoren har vært relativt stabile siden 1990, men de økte med 3,7 prosent i 2018, og ligger nå 3,3 prosent over 1990 års nivå. En grunn til økningen i 2018 var en stor økning i ammoniakkbehandling av halm til fôr på grunn av små grasavlinger som følge av den uvanlig varme og tørre sommeren.

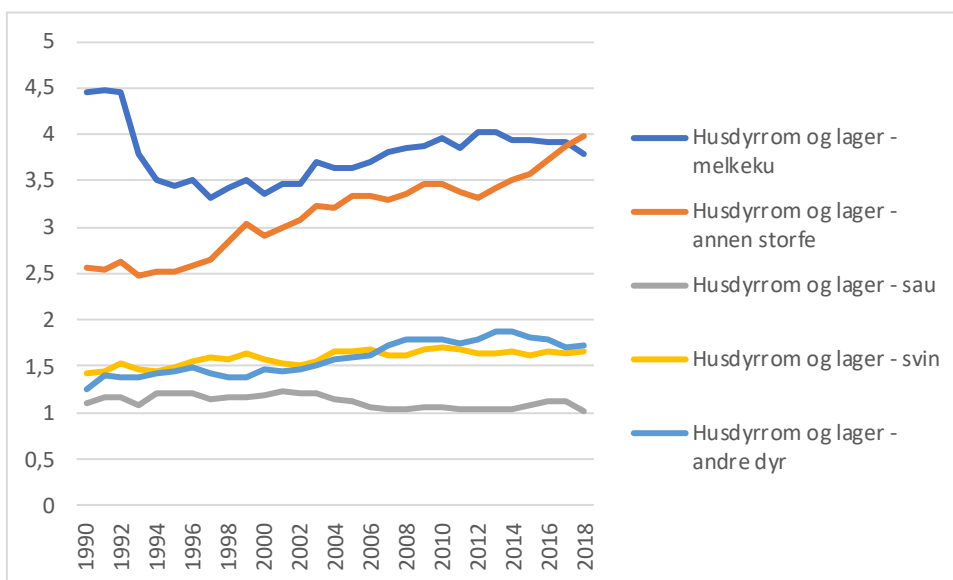
Figur 3 viser utslippstrendene for de forskjellige utslippskildene i jordbrukssektoren.



Figur 3: Trender for NH₃-utslipp for jordbrukskildene. 1000 tonn NH₃. 1990-2018

Kilde: Statistisk sentralbyrå/ Miljødirektoratet

Husdyrgjødsel er den viktigste utslippskilden. 55 prosent av de totale norske utslippene av NH₃ kom fra jordbruksjord, der spredning av husdyrgjødsel sto for 69 prosent i 2018. I tillegg kom 35 prosent av de totale NH₃-utslippene fra husdyrrøm og lagring av husdyrgjødsel. Utslipp fra melkekyr, andre storfe og svin dominerer og bidrar med henholdsvis 31, 33 og 14 prosent til utslippene fra husdyrrøm og lager i 2018. Utslippstrenden for husdyrrøm og lager fordelt på ulike husdyrproduksjoner er vist i Figur 4.



Figur 4: Trenden for NH₃-utslipp for husdyrrøm og gjødsellager. 1000 tonn NH₃. 1990-2018

Kilde: Statistisk sentralbyrå/ Miljødirektoratet

Mineralgjødsel utgjør også en betydelig kilde til ammoniakkutslipp fra jordbruket. Dette vil bli nærmere omtalt i kapittel 3.6.

Referansebanen for NH₃ fram mot 2030

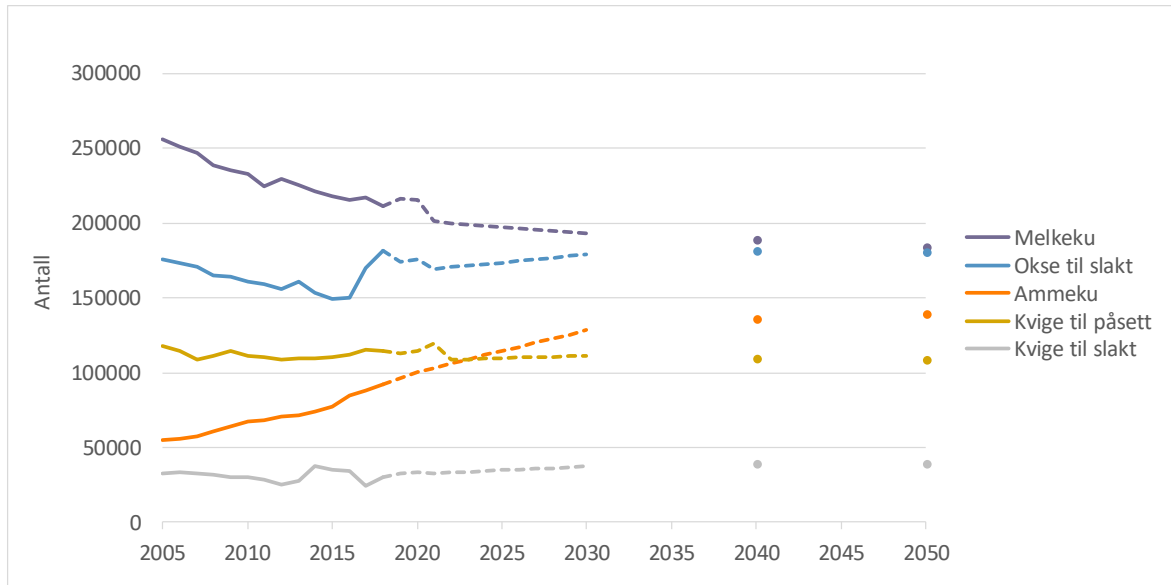
Referansebanen for jordbruk blir laget av Miljødirektoratet på oppdrag fra Landbruks- og matdepartementet. NIBIO leverer en del forutsetninger etter oppdrag fra LMD, inkludert blant annet forventet utvikling i husdyrtall, areal kultivert myrjord, og trend for andel kraftfôr og melkeytelse for melkekyr.

Referansebanen for jordbrukssektoren (fra NB2020) viser relativt stabile NH₃-utslipp fra jordbrukssektoren fram mot 2050. Viktigste forklaring til hovedtrend i utslipp fra jordbrukssektoren er forventet utvikling i forbruk av matvarer, som er sterkt avhengig av forventet utvikling i folketallet.

Husdyrframskrivningen er beregnet med utgangspunkt i antatt forbruk på engrosnivå og basert på midlere befolkningsframskrivning fra SSB fra juni 2018 (hovedalternativ MMMM). NIBIO oppgir at volum av spiselige husdyrprodukt er kalibrert mot Helsedirektoratets statistikk over engrosforbruk per person, utvikling i forbruk over tid samt forbrukstrender. Framskrivningen tar hensyn til inntak av energi som i anbefalingene fra helsemyndighetene.

Forventet tilvekst og ytelse per dyr, og forventet import av storfekjøtt som følge av handelsavtaler, innvirker også på antall dyr i husdyrframskrivningen. Utviklingen i antall melkekyr er av stor betydning for trenden i utslippene for jordbrukssektoren. NIBIO har i framskrivningen av melkekyr inkludert effekten av at subsidiene til eksport av ost avvikles fra og med 2021. Mest markert er bortfallet av eksportsubsidien for ost fra 2020 til 2021 da tallet på melkekyr reduseres med ca. 6,5 prosent for deretter å ligge relativt stabilt fram mot 2030. I framskrivningene er det også lagt til

grunn økt melkeytelse i melkeproduksjonen, noe som reduserer behovet for antall melkekyr. I referansebanen reduseres antall melkekyr fra 2017 med 11 prosent fram mot 2030 og med 15 prosent fram mot 2050. Befolkningsvekst gir økt etterspørsel av storfekjøtt fram mot 2050, men ettersom melkeproduksjonen går ned, dekkes etterspørselsveksten av økning i spesialisert storfeproduksjon med ammeku. I referansebanen ligger det inne en økning i ammekuproduksjon på om lag 45 prosent innen 2030 og 57 prosent innen 2050. Utvikling i antall storfe er vist i Figur 5.

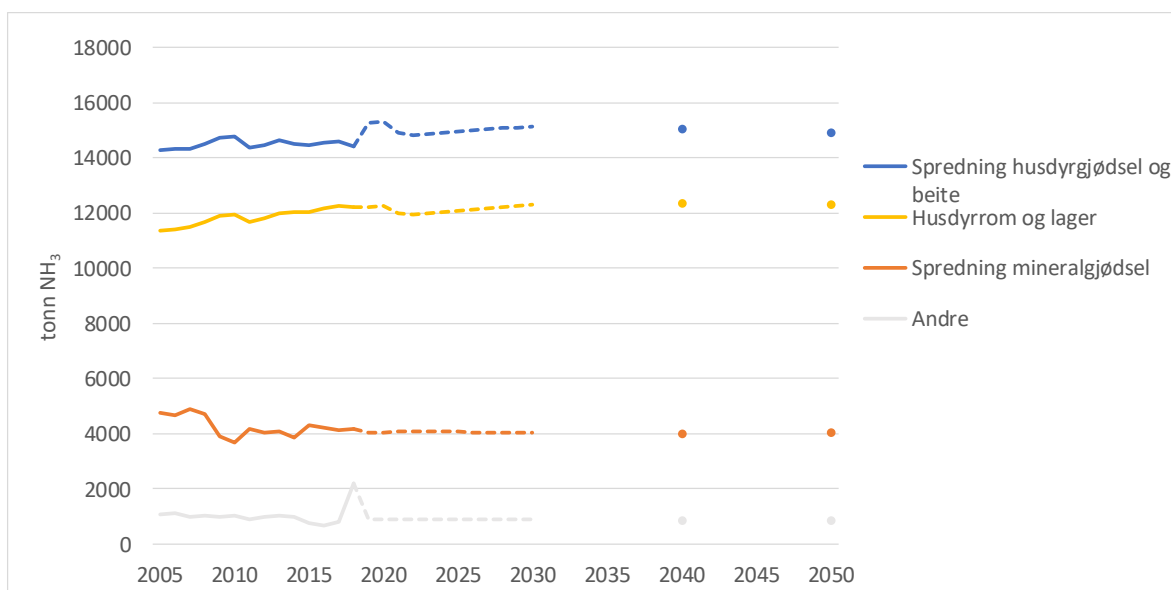


Figur 5: Antall dyr for storfekategoriene, historiske tall 2005-2018 og framskrivninger 2019-2050.

Kilde: Historiske tall er utslippstall publisert av SSB 01.11.2019, utslippsframskrivning fra Miljødirektoratet 01.07.2019 (NB2020).

I referansebanen er det også lagt inn en forventning om at økt tilgang på husdyrgjødsel til en viss grad erstatter bruk av mineralgjødsel. Det er også antatt at alt pelsdyrhold avvikles fra og med 2025, men dette har marginal utslippseffekt.

Figur 6 viser historiske utslipp og utslippsframskrivningen for NH₃ fra jordbrukssektoren.



Figur 6: Utviklingen i NH₃-utslipp for jordbrukssektoren, historiske tall 2005-2018 og framskrivning 2019-2050. Tonn NH₃. Kategorien "andre" inkluderer ammoniakkebehandling av halm, og spredning av kloakkslam og annen organisk gjødsel.

Kilde: Historiske tall er utslippstall publisert av SSB 01.11.2019, utslippsframskrivning fra Miljødirektoratet 01.07.2019 (NB2020).

Norske utslippsforpliktelser under Gøteborgprotokollen

En revidert Gøteborgprotokoll ble vedtatt i mai 2012 og ratifisert av Norge i november 2019. I tillegg til at Norge fortsatt må holde utslippene under forpliktelsene for 2010, er det satt nye utslippsforpliktelser som vil gjelde fra 2020. I stedet for absolutte utslippstak for hver enkelt gass er forpliktelsene i 2020-målene gitt som prosentvise reduksjoner fra 2005. Dette skal sørge for at metodiske endringer i hvordan utslippene beregnes, ikke påvirker landenes oppnåelse av forpliktelsene. I 2005 var det totale ammoniakkutslippet i Norge på 34 610 tonn. Med dette som utgangspunkt blir forpliktelsene etter Gøteborgprotokollen slik:

- 2010-forpliktelse etter Gøteborgprotokollen: 23 000 tonn.
- 2020-forpliktelse etter den reviderte Gøteborgprotokollen: 8 prosent reduksjon sammenlignet med utslippet i 2005, hvilket tilsvarer 31 840 tonn².

Norske ammoniakkutslipp er for 2018 beregnet til 34 750 tonn. Norge innfrir dermed foreløpig ikke kravene i Gøteborgprotokollen (23 000 tonn fram til 2019 og 31 840 fra 2020). Norske utslipp ligger 51 prosent over 2010-kravet og 9 prosent over 2020-kravet. Ifølge Norges offisielle framskrivninger (NB2020) vil norske ammoniakkutslipp ligge på omtrent 34 300 tonn i 2020 og 34 000 tonn i 2030.

2.2 Sammenlikning av norsk modell og GAINS

Landbruks- og matdepartementet og Klima- og miljødepartementet har bedt Landbruksdirektoratet og Miljødirektoratet om å foreta en sammenlikning av det norske utslippsregnskapet med GAINS-modellen.

GAINS-modellen (Greenhouse gases – Air pollution INteractions and Synergies) er et multi-komponent/multieffekt-verktøy utviklet av IIASA (International Institute for Applied Systems Analysis). Modellen gir mulighet til å vurdere strategier for utslippsreduksjoner ved å se på konsekvenser på luftkvalitet, på miljø (forsuring, eutrofiering, bakkenært ozon) og helse. Den inkluderer utslipp av SO₂, NO_x, NH₃, NMVOC og partikler, de fem komponentene omfattet i 2001/81/EF direktivet (NEC-direktivet) og utslipp av de seks Kyotogassene (CO₂, N₂O, CH₄, SF₆, PFK og HFK). Modellen beregner både effekt av reduksjonsstrategier og kostnader med strategiene. Modellen har vært benyttet siden 90-tallet til å vurdere strategier og politikk under LRTAP-konvensjonen, feks Gøteborgprotokollen (1999, 2012), og av EU-kommisjonen for politikkutforming for luftforurensning, f. eks. "Clean Air For Europe" (CAFE-programmet) og NEC-direktivet.

Modellen beregner utslippsreduksjoner ved å sammenligne en referansebane med et scenario som inkluderer reduksjonstiltak. Modellen beregner utslipp fra sektorene energi, prosess og forbruk, jordbruk og avfall ved å fordele hver enkel utslippskilde i forskjellige teknologier/kontrollstrategier. For hver utslippskilde finnes det en tilhørende aktivitet og utslippsfaktor, og for hver teknologi en reduksjonsfaktor.

Når det gjelder NH₃-utslipp omfatter GAINS-modellen åtte forskjellige sektorer innenfor jordbrukssektoren og 17 utslippskilder. Sektorene med tilhørende utslippskilder og aktiviteter er presentert i vedlegg 1.

I modellen er utslippskilder fordelt på kontrollstrategier. Det er ca. 30 kontrollstrategier som omhandler husdyrgjødsel inkludert i modellen. For kunstgjødsel har modellen bare to kontrollstrategier, én for hver utslippskilde. Vedlegg 1 presenterer utslippskildene med tilhørende kontrollstrategier.

² Basert på utslippsregnskapet publisert av SSB 01.11.2019

I GAINS beregnes NH₃-utslipp fra jordbruk fra antall husdyr, kunstgjødselforbruk og implementerte kontrollstrategier. I modellen ligger det allerede et scenario som inkluderer vedtatt politikk (CLE-scenariot (current legislation)). I forbindelse med arbeidet om NEC-direktivet og strategien om luftkvalitet har GAINS utviklet et annet scenario: MTFR-scenariot, Maximum Technically Feasible Emission Reductions.

GAINS bruker CAPRI-modellen³ som kilde til aktivitetsdata for CLE-scenariot for jordbrukssektoren. CAPRI-modellen ble oppdatert av NIBIO i 2017 i forbindelse med klimaforhandlingene mellom Norge og EU-kommisjonen om et felles mål for klimagassutslipp i 2030. Aktivitetsdataene som ligger i GAINS-modellen for norsk jordbruk i dag er derfor utdatert for flere av utslippkildene. Tabell 1 og

³ *Common Agricultural Policy Regionalised Impact, CAPRI-modellen, er et verktøy som benyttes til å vurdere ex ante jordbruk og internasjonale politikk med fokus på EU.*

Tabell 2 presenterer forskjeller mellom data for NH₃-utslipp fra jordbruk i det norske utslippsregnskapet og data i GAINS-modellen for scenarioene CLE og MTR.

Tabellene viser at det er små forskjeller mellom modellene for antall storfe, mens det for andre dyreslag er større forskjeller i antall dyr. CLE-scenariet inneholder færre griser (-33 prosent i 2005 og -22 prosent i 2020) og høner (-32 prosent i 2020) enn det som fremgår av det norske utslippsregnskapet. Disse forskjellene, samt andre parametere i scenariet som er benyttet til å vurdere NH₃-utslipp, fører til at GAINS-modellen beregner ca. 18 prosent lavere NH₃-utslipp i 2015 og 2020 enn det som beregnes i den norske modellen.

Tabell 1: Sammenligning mellom data inkludert i det norske regnskapet og data inkludert i GAINS for hovedutslippskildene, 2005-2015.

Utslippskilde	2005		2010		2015	
	Norge	GAINS	Norge	GAINS	Norge	GAINS
Dairy cattle (1000 animals)	256	256	232	209	218	216
Other cattle (1000 animals)	631	647	591	593	587	594
Sheep and goat (1000 animals)	1465	1595	1408	1578	1478	1464
Pigs (1000 animals)	828	557	861	577	830	623
Laying hens (1000 animals)	3343	2454	3946	2665	4359	3628
Other poultry (1000 animals)	8945	9835	11214	12494	11483	14544
Inorganic N-fertilizers (includes also urea application) (kt N)	107	104	85	90	104	98
NH₃-utslipp fra jordbruk (kt)	32	26	21	25	32	26

Tabell 2: Sammenligning mellom data inkludert i det norske regnskapet og data inkludert i CLE-og MTFR scenarioene i GAINS for hovedutslippsskildene, 2020 – 2030.

Utslippsskilde	2020		2030		
	Norge	GAINS CLE	Norge	GAINS CLE	GAINS MTFR
Dairy cattle (1000 animals)	215	201	193	183	189
Other cattle (1000 animals)	666	596	701	609	680
Sheep and goat (1000 animals)	1458	1474	1369	1585	2304
Pigs (1000 animals)	847	660	874	732	935
Laying hens (1000 animals)	4590	4387	5440	6043	3638
Other poultry (1000 animals)	12102	17587	13387	24225	33155
Inorganic N-fertilizers (includes also urea application) (kt N)	98	99	98	97	97
NH₃-utslipp fra jordbruk (kt)	32	27	32	28	18

Ifølge MTFR-scenariet kan NH₃-utslippene fra jordbruk reduseres til 18 000 tonn, mens det totale utslippet kan reduseres til 20 000 tonn NH₃ i 2030. Det totale utslippet inkluderer utslipp fra jordbruk og andre sektorer, blant annet veitrafikk og industri. MTFR-scenariet tilsvarer en reduksjon på 32 prosent av det totale utslippet i 2005 i forhold til CLE-scenariet.

Differansen mellom MTFR-scenariet og CLE-scenariet i 2030 kan defineres som et gap. Da NEC-direktivet ble revidert, ble forhandlingene mellom EU og medlemmene basert på scenarier som tilsvarte 67 prosent reduksjon av differansen mellom CLE- og MTFR-scenariene. Tilsvarende har IIASA utviklet fem scenarier basert på differansen mellom CLE- og MTFR-scenariene for Norge:

- 50 prosent reduksjon av gapet;
- 60 prosent reduksjon av gapet;
- 70 prosent reduksjon av gapet;
- 80 prosent reduksjon av gapet;
- 90 prosent reduksjon av gapet.

Scenariet med 70 prosent reduksjon av gapet er det scenariet som best tilsvarer EUs overnevnte forhandlingsposisjon. Dette tilsvarer en reduksjon på 22 prosent i forhold til utslippene i 2005 i CLE-scenariet.

Det totale ammoniakkutslippet fra alle sektorer i 2005 var 34 610 tonn ifølge det publiserte utslippsregnskapet i november 2019. Et reduksjonsmål på 22 % vil bety at det totale utslippet må reduseres til om lag 27 000 tonn ammoniakk i 2030.

Klima- og miljødepartementet har bedt Miljødirektoratet om å samarbeide med IIASA for å oppdatere GAINS-modellen for de andre komponentene enn NH₃ som en forberedelse til eventuelle forhandlinger om posisjoner for nytt NEC-direktiv. I den forbindelse har Miljødirektoratet sendt IIASA et nytt datasett for å oppdatere GAINS-modellen for andre sektorer enn jordbruk og for andre komponenter enn NH₃. I tillegg har Miljødirektoratet gjennomført tiltaksvurderinger for disse komponentene. Disse vurderingene gir viktig underlag til forhandlinger om posisjoner for nytt NEC-direktiv.

Nitrogen-modellen for husdyrgjødsel som er benyttet til beregning av ammoniakkutslipp i det norske utslippsregnskapet og i denne utredningen, er mer detaljert enn GAINS-modellen. Resultatene fra nitrogen-modellen og vurderingene i denne rapporten utgjør pr. i dag det mest oppdaterte underlaget til posisjon for forhandling om nytt NEC-direktiv.

Å oppdatere GAINS-modellen i henhold til de nyeste resultatene fra nitrogenmodellen vil være ressurs- og tidskrevende uten at resultatene vil tilføre vesentlig ny informasjon til

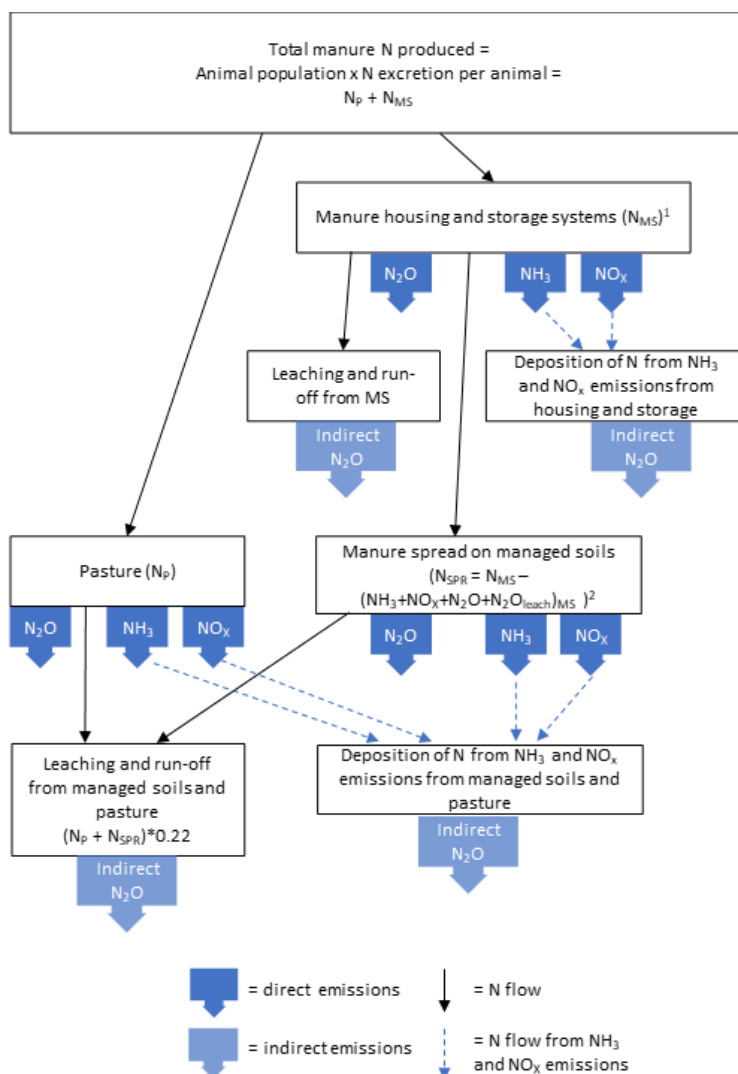
forhandlingsprosessen. Miljødirektoratet anbefaler derfor ikke at GAINS-modellen for jordbrukssektoren oppdateres som et ledd i det videre forhandlingsløpet under NEC-direktivet.

2.3 Nitrogenmodell for husdyrgjødsel

Modellen som benyttes for beregning av nitrogenutslipp fra husdyrgjødsel i Norge er revidert og oppdatert i 2018, i tråd med retningslinjer gitt i EMEP/EEA 2016. Modellen har en trinnvis oppbygning der hovedfasene i gjødselhåndteringskjeden er (i) husdyrrom, (ii) gjødsellager, (iii) gjødselspredning og (iv) gjødsel som slippes ut på beite.

De viktigste aktivitetsdataene til modellen er dyretallsstatistikk fra produksjonstilskudd, slaktestatistikk og tall fra husdyrkontrollen hos TINE. Data for husdyrrom og gjødselhåndtering kommer fra SSBs gjødselundersøkelser i 2000, 2013 og 2018. For noen aktiviteter der det ikke finnes tallbasert statistikk, er det benyttet ekspertvurderinger til å anslå omfang.

Figur 7 illustrer nitrogenstrømmen og tapspostene fra husdyrgjødsel slik det rapporteres i det norske klimagassregnskapet.



¹ For estimation of NH₃ and NO_x emissions from manure storage systems, emissions of NH₃ from housing are deducted from N excreted in housing. N₂O emissions (direct and indirect) are estimated directly from N excreted in housing.

² Emissions of N₂O, NH₃ and NO_x that have occurred prior to spreading of manure on managed soils (during housing and storage) are deducted before emissions of N₂O, NH₃ and NO_x from application to soils are estimated.

Figur 7: Oversikt over nitrogenstrømmene for husdyrgjødsel i det norske regnskapet for utslipp til luft (Kilde: Miljødirektoratet (2019), National Inventory Report)

3 Tiltak for reduserte ammoniakkslipp fra jordbruket

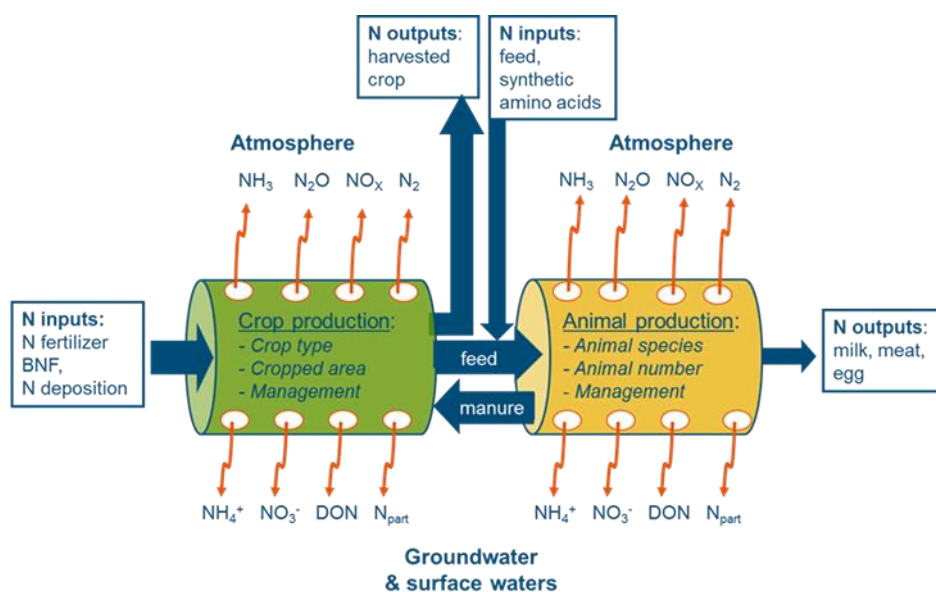
3.1 Behovet for helhetlig og bærekraftig nitrogenforvaltning

Nitrogen er avgjørende for å kunne oppnå høye avlinger, samtidig som nitrogentap er årsak til helse og miljøproblemer av ulik art. Nitrogentap til miljøet har innvirkning på luft, vann, klima, økosystem og jord. Optimal N-forvaltning krever derfor en helhetlig tilnærming til størst mulig nytte for samfunnet og minst mulig ulempe for miljøet.

God nitrogenforvaltning skal oppnå størst mulig effekt av nitrogenet på matproduksjon og redusere N-utslippene og de negative effektene som følger av disse på helse, økosystemer og klima.

Sentrale punkter i en helhetlig nitrogenforvaltning i jordbruket er:

1. Å øke produktiviteten (avlinger i plantedyrkinga og avdrått i husdyrholdet) og N-effektiviteten og å redusere tapene til miljøet til akseptabelt nivå og samtidig opprettholde lønnsomheten for gardbrukerne.
2. Spesifikke tapsveier krever spesifikke tiltak: De dominerende tapsveiene for N i jordbruket er (1) fordamping av ammoniakk, (2) nitratlekkasje med vann, (3) overflateavrenning og erosjon av alle former for N og (4) nitrifikasjon-denitrifikasjon som gir gasstap i form av NO, NO₂, N₂O og N₂. Tapene påvirkes av en rekke faktorer og mekanismer: tilgjengelighet og form på N-kilden, klima, jord, fuktighetsforhold, driftsmessige forhold
3. Prioritering av tiltak ut fra hvilke effekter en ønsker å vektlegge (eutrofiering, helse, klima).
4. Selv om tapet reduseres på et sted, forblir samme nitrogenmengede i systemet, noe som øker risikoen for tap annet sted i kjeden. Redusert mengde N inn i systemet, reduserer N-tap via alle tapsveier. Redusert mengde N inn og økt opptak i produkt er sentralt i god N-forvaltning.
5. N-balanse er en hovedindikator for N-forvaltning. Det følger av dette at: N-inn=N i produkt (+ N midlertidig lagret) - N-tap.



Figur 8: Illustrasjon av lekkasjene som oppstår i nitrogensyklusen for plante- og hudyroduksjon.

Figur 8 illustrer lekkasjene som oppstår i N-syklusen for plante- og husdyrproduksjon. Lekkasje i en strøm har konsekvenser for de andre strømmene og for hva som lages.

6. Balansert gjødsling og fôring tilpasset behovet kan redusere alle former N-tap og forbedre avkastningen. Økt produktivitet (økt utbytte uten økning av innsatsen) øker N-effektiviteten og reduserer alle former for N-tap.

Helhetlig nitrogenforvaltning omfatter følgende ledd i N-syklusen:

- Fôring
- Husdyrrom
- Lagring (og behandling/prosessering) av husdyrgjødsel
- Gjødsling (husdyrgjødsel/organiske gjødselvarer og mineralgjødsel)

Det overordnede formålet er å legge til rette slik at mest mulig av nitrogenet kan tas opp i dyr og planter som gir mindre behov for tilførsel gjennom fôr og gjødsel og mindre tap. Tap er uunngåelig og det er viktig at disse gjøres så lave som mulig.

I denne rapporten vil vi se nærmere på tiltak for å oppnå en best mulig N-utnyttelse med minst mulige tap på de ulike leddene i N-kjeden. Hovedvekt er lagt på å vurdere tiltak som kan få ned ammoniakktutslippene. Vi har imidlertid også pekt på effekter av tiltakene for tap av andre N-former.

3.2 Guidance document fra UNECE

I oppdraget fra departementene er vi bedt om å gjennomgå «gjennomførbarhet og resultatutsikter» for tiltakene det er gjort rede for i Norges svar til implementeringskomiteen under Gøteborgprotokollen (24.07.18). Analysen skal også omfatte tiltak fra veiledningsmaterieell utarbeidet under Gøteborgprotokollen. For jordbruket er veiledningen fra UNECE av særlig relevans: "Guidance document on preventing and abating ammonia emissions from agricultural sources" og "Options for Ammonia Abatement".

I tiltaksveilederen fra UNECE er tiltakene delt opp i tre kategorier:

(a) Kategori 1: Godt dokumenterte, praktiske eller potensielt praktiske tiltak der en har kvantitative data for utslippsreduksjon, i all fall på forsøksnivå.

(b) Kategori 2: Lovende tiltak, men ikke godt nok dokumentert gjennom forsøk, eller det er vanskelig å kvantifisere utslippsreduksjonen. Tiltakene kan likevel gjennomføres som del av strategien for å redusere ammoniakktlipp, avhengig av lokale forhold.

(c) Kategori 3: Tiltakene har ikke vist seg å være effektive, eller blir ekskluderte av praktiske grunner.

3.3 Ammoniakktiltak i andre land

Tabellen nedenfor gir oversikt over tiltak for å redusere ammoniakktlipp fra jordbruket i noen utvalgte land: Danmark, Finland, Nederland, Sverige og Tyskland. Se Tabell 3. Alle landene har innført virkemidler for å utløse tiltak i flere ledd i N-syklusen (fôring, husdyrrom, lager og gjødsling). For å finne frem til de beste tiltakene, har Finland utviklet en utslippsmodell som er lagt til grunn for den nasjonale handlingsplanen. Nedfelling av blautgjødsel og urin, og stripespredning er noen av de viktigste tiltakene for å redusere ammoniakktlippene i Finland. I Nederland understrekes at tiltaksprogrammet må gjennomføres i et helhetlig nitrogenforvaltningsperspektiv, slik at effekten av tiltakene blir best mulig og ikke reduseres på grunn av manglende tilrettelegging av andre ledd i N-syklusen. I Danmark har man i stor grad tatt inn konkrete krav om ammoniakktiltak i regelverket, mens det i Sverige er lagt mer vekt på rådgivning om ammoniakktiltak og forskjellige tilskuddsordninger.

Tabell 3. Eksempler på ammoniaktiltak i andre land.

Eksempler på ammoniaktiltak på ulike ledd i nitrogenkjeden				
Land	Fôring	Husdyrrom	Lager	Gjødsling
Danmark	Protein-optimalisert fôr til svin.	Luftrensere. Utslippsgrense for NH ₃ -N utslipp per m ² husdyrrom. Maks 1 kg NH ₃ -N per hektar sårbar naturtype. Tette gulv og god drenering. Rask fjerning av bløtgjødsel.	Tette tanker med kapasitet til å lagre minimum 6 måneders produksjon. Tett dekke på lager for fast gjødsel. Lager for bløtgjødsel dekkes med naturlig skorpe, flytende membran, teltduk, evt. syrebehandling.	Forbud mot breispredning med gjødselkanon. Krav om stripespredning eller nedfelling. Kun nedfelling på åpen åker og eng. Krav kan lempes ved syretilsetting. Nedmolding innen 4 timer.
Finland	Bedre fôring av pelsdyr.		Tett tak på gjødsellager.	70 % bløtgjødsel og urin nedfelles. 30 % bløtgjødsel og urin stripespres. Nedmolding av husdyrgjødsel innen 24 timer. Bedre utnyttelse av næringsstoffer (Nitratdirektivet).
Nederland	Optimalisering av fôret for å redusere N og P i husdyrgjødsel.	Bruk av luftrensere og utslippskrav per pr dyrepass pr år for storfe og svin. Delvis åpent gulv i stedet for åpent. Rask fjerning av bløtgjødsel.		Direkte nedfelling. Vanninnblanding. Syretilsetting. Grense for tillatt gjødslingsmengde.
Sverige			Lager for bløtgjødsel bør ha dekke.	Gjødsel på åpen åker bør nedmoldes innen 4 timer. Geografiske områder med strengere regler for gjødslingsmetode.
Tyskland		Luftrenser i husdyrrom for intensiv fjørfe- og svinproduksjon. 50 % gjødsel flyttes fra husdyrrom til tett lager.	Lager for bløtgjødsel dekkes med plastikkduk eller lignende.	Urea basert mineralgjødsel nedmoldes innen 4 timer/eller ved bruk av "urease inhibitor". Forbud mot breispredning med gjødselkanon på åker og eng.

Eksempler på ammoniakktiltak på ulike ledd i nitrogenkjeden				
Land	Fôring	Husdyrrom	Lager	Gjødsling
		Luftrensere i husdyrrom med mindre intensiv drift (fjørfe, svin, sau).		Svinegjødning nedmoldes i åpen åker innen 4 timer. Bløtgjødsling nedmoldes innen 1 time.

3.4 NIBIOs vurderinger av ammoniakktiltak i Norge

I gjennomgangen av aktuelle tiltak har vi bygd på NIBIOs rapport «Tiltak for å redusere ammoniakktullepp frå jordbruket».⁴ Rapporten er utarbeidet av NIBIO i samarbeid med NMBU og NORSØK. Innledningsvis i gjennomgangen av de enkelte tiltakene har vi gjengitt noen hovedpunkter fra denne rapporten. For ytterligere detaljer, viser vi til selve rapporten. Når det nedenfor henvises til NIBIO uten ytterligere referanser, er det denne rapporten som er kilde.

Metode og forutsetninger som NIBIO har benyttet

Ved vurdering av tiltak har NIBIO tatt utgangspunkt i veilederen fra UNECE «Options for Ammonia Mitigation– guidance from the UNECE Task Force on Reactive Nitrogen». Tiltakene som er vurdert er tiltak innen kategoriene 1 og 2 som anses mest relevante under norske forhold.

Reduksjon i ammoniakktullepp fra husdyr og husdyrgjødsling er beregnet ved hjelp av «nitrogenmodellen for husdyrgjødsling» (versjon 1.1 datert 25.02.2019) som blir brukt i det nasjonale utslippsregnskapet. Det er lagt til grunn framskriving av husdyrtall fra NB2020 (2017 tall fra SSBs utslippsregnskap og trend fra NIBIO, Hegrenes og Walland 2019) og aktivitetsdata fra SSBs gjødslingundersøkelse 2018. Det er ikke publisert resultater fra gjødslingundersøkelsen enda, men SSB har oversendt foreløpige tall for en del av aktivitetene som undersøkelsen omfattet. Endelige tall for hele undersøkelsen forventes å være klare i februar-mars 2020. For tiltak som påvirker metanutslipp, er utslippene beregnet ved hjelp av gjødslingmetanmodellen som SSB bruker i det nasjonale utslippsregnskapet (versjon 08.10.2019, benyttet ved publisering 01.11.2019). Om øvrige forutsetninger vises til NIBIOs rapport. Tabell 4 angir utslippene pr år med de omtalte forutsetningene. Ved vurderingen av tiltak er det tatt utgangspunkt i reduksjoner som kan oppnås i forhold til denne tabellen.

⁴ NIBIO (2019): Tiltak for å redusere ammoniakktullepp frå jordbruket, NIBIO rapport nr. 160, Vol.5 <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m1589/m1589.pdf>

Tabell 4: Ammoniakkutslipp per år (tonn).

År	Husdyrrom og lager						Spredning	Beiting	Totalt	Utslipp, siste publisering og referansebane (NB2020)
	Mjølkeku	Andre storfé	Sau	Gris	Andre dyr	Alle dyreslag				
2017	3 907	3 869	1 113	1 646	1 712	12 247	13 213	1 370	26 829	26877
2018	3 995	4 098	1 075	1 681	1 709	12 558	13 514	1 383	27 456	26598
2019	3 994	4 055	1 067	1 670	1 691	12 477	13 440	1 377	27 295	27452
2020	3 993	4 129	1 059	1 666	1 696	12 543	13 512	1 382	27 437	27553
2021	3 734	4 158	1 051	1 648	1 699	12 290	13 158	1 366	26 814	26931
2022	3 730	4 093	1 044	1 665	1 704	12 236	13 072	1 357	26 665	26741
2023	3 724	4 142	1 037	1 683	1 709	12 295	13 130	1 360	26 783	26832
2024	3 720	4 191	1 030	1 700	1 712	12 353	13 193	1 363	26 909	26926
2025	3 714	4 240	1 023	1 718	1 718	12 413	13 253	1 366	27 032	27023
2026	3 703	4 289	1 017	1 717	1 733	12 459	13 292	1 369	27 121	27102
2027	3 698	4 339	1 011	1 717	1 751	12 516	13 338	1 372	27 225	27183
2028	3 695	4 388	1 006	1 716	1 767	12 572	13 389	1 376	27 336	27264
2029	3 692	4 438	1 000	1 715	1 783	12 628	13 440	1 380	27 447	27345
2030	3 678	4 488	995	1 714	1 799	12 674	13 475	1 383	27 532	27427

Forskjellen i utslipp mellom NIBIOs framskrivning i denne utredningen og framskrivningen i den offisielle referansebanen kommer av at NIBIO har benyttet oppdaterte tall fra gjødselundersøkelsen i 2018 og at nitrogenutskillelsen fra melkeku er mer nøyaktig beregnet. NIBIO har tatt hensyn til at N-utskillelsen fra melkeku øker med økende melkeytelse. I den offisielle referansebanen er det ikke tatt hensyn til denne effekten. Forskjellen er liten, men NIBIOs framskrivning utgjør et mer korrekt grunnlag for vurdering av tiltak og beregning av utslippsbesparelser.

På grunn av at ammoniakk er flyktig av natur, vil innsparinger på ett sted lett gå tapt dersom det ikke også gjøres tiltak i neste ledd av kjeden. Den isolerte effekten av et tiltak (for eksempel tett lagring) er derfor større enn den utslippsinnsparingen det er mulig å oppnå når det tas hensyn til utslipp som vil oppstå i den videre gjødselhåndteringen (spredning). NIBIO har angitt tall for hva som kan være maksimalt potensial av tiltakene og hva som kan ventes av innsparing uten forbedringer for øvrig.

Ved beregning av privatøkonomiske og samfunnsøkonomiske tiltakskostnader har NIBIO tatt utgangspunkt i priser i det norske markedet der slike er tilgjengelig, og for øvrig regnet om fra utenlandske priser der det ikke finnes norske priser. Det er beregnet gjennomsnittlige kostnader for foretakene som skal gjennomføre tiltak. De faktiske kostnadene vil kunne variere betydelig, avhengig av forutsetningene på det enkelte foretak. De bedriftsøkonomiske kostnadene må derfor betraktes som forholdsviss grove anslag. Mer nøyaktige kostnadsvurderinger kunne vært basert på gruppering av foretak ut fra forutsetninger som for eksempel investeringsbehov når det gjelder gjødsellager, transportavstander for husdyrgjødsel mv. Dette kunne gitt et bedre grunnlag for å vurdere hva som skal til av tilskuddsmidler for å oppnå en gitt grad av tiltaksgjennomføring og utslippsbesparelse.

Utgangspunktet for tiltaksvurderingene er likevel aggregerte tall fra gjødselundersøkelsen når det gjelder dagens praksis/tilstand og tall fra N-modellen når det gjelder utslippseffekter. Tiltakene skal gjennomføres på det enkelte foretak og det vil derfor være usikkerhet om hvor raskt/i hvilken grad tiltak fanges opp i aggregerte tall.

I beregningene av kostnader er verdien av spart mineralgjødning-N på grunn av redusert N-tap fra ammoniakk, tatt med som en inntektspost. I en samfunnsøkonomisk analyse hører også med positive effekter av redusert miljø- og helseskade for befolkningen, men slik nytte av tiltakene inngår ikke i beregningene av den samfunnsøkonomiske tiltakskostnaden slik det er beregnet her.

Samfunnsøkonomisk tiltakskostnad avhenger av hvordan ammoniakktutslippene verdsettes. NH₃-utslippene kan verdsettes ut fra kostnadene med å gjennomføre tiltak og/eller kostnader med skade som utslippene forårsaker. Skadeposter er en kombinasjon av helseskadelige partikler, miljøskadelig overgjødning og forsuring og klimaskadelig lystgass. På oppdrag av Grønn skattekommisjon har Vista Analyse⁵ kommet til at gjennomsnittlig skadeposter for norske NH₃-utslipp ligger på 3 kr/kg NH₃. Denne verdien fanger opp både skadeposter (forsuring) og en forventet tiltakskostnad for å nå utslippsmålene i Gøteborgprotokollen. The European Nitrogen Assessment (ENA)⁶ har anslått skadeposter i EU-landene (EU 27) av at nitrogen slippes ut i miljøet. Helsekostnadene er estimert til 2-20 EUR pr kg NH₃-N mens kostnadene med skade på økosystem ligger i intervallet 2-10 EUR pr kg NH₃-N.

3.5 Tiltak for reduserte ammoniakktutslipp fra husdyrgjødsel

Husdyrgjødsel står for om lag 77 prosent av de totale ammoniakktutslippene. Storfé står for mesteparten av utslippet, der melkekyr står for omtrent halvparten alene. Gris og sau bidrar også betydelig. Dernest er hest, verpehøns og kylling nevneverdige bidragsyttere.

Tiltak for å få ned ammoniakktutslippene må særlig gjelde husdyrgjødsel fra storfé og gris. Et hovedformål med tiltakene er å utnytte nitrogenet mest mulig effektivt slik at tapene begrenses så langt det er råd. Det meste av nitrogenet i husdyrgjødsel forekommer i form av flyktige forbindelser, særlig gjelder det ammoniakk, og det er derfor risiko for at besparelse som oppnås i et ledd av kjeden lett kan gå tapt seinere. Det er derfor viktig å ta i betraktning at tiltak omfatter de ulike leddene i kjeden.

Med støtte i NIBIOs utredning har vi sett nærmere på hva som kan være aktuelle tiltak og tiltaksomfang og tilhørende årlig utslippsbesparelse for de ulike leddene i husdyrgjødselkjeden.

3.5.1 Fôrmidler og fôringsstrategier

Ammoniakk dannes ved nedbryting av urea som skilles ut i urin fra husdyra. Nitrogen fra urin er mye mer utsatt for tap enn organiske nitrogenforbindelser i den faste gjødsla. Mengde og sammensetning av råprotein i fôret er av betydning for hvor mye som skilles ut. Overskudd av råprotein som skilles ut, kan lett gå tapt i gjødselhåndteringen. Tilpasning av råproteininnholdet i fôrdietten til husdyrene er derfor det første og mest effektive tiltaket for å begrense ammoniakktutslippene. For hver prosent som proteininnholdet i fôret reduseres, kan NH₃-utslippene fra husdyrrøm, gjødsellager og gjødselspredning reduseres med 5-15 prosent (Bittman et. al, 2014).

Fra NIBIOs rapport

Svin og fjørfe har allerede i stor grad standardiserte og optimaliserte fôrblandinger og det antas å være begrenset potensiale for ytterligere utslippsreduksjoner gjennom å tilpasse fôrrasjonen for disse dyreslagene. Det antas derfor å være størst mulighet til å redusere utslippene gjennom å optimalisere fôringa til torfe, dvs. mjølkeku, kviger og okser. Kvantitativt utgjør storfé den absolutt største kilden til ammoniakktutslipp og mjølkeku står for om lag halvparten av ammoniakktutslippene fra storfé. For kviger og okser med en større andel grovfôr i rasjonen sammenlignet med melkeku, vil det være vanskeligere å tilpasse proteinfôringa. Tabell 5 nedenfor illustrerer mulige utslippsbesparelser som kan oppnås i 2030 regnet i tonn pr år (prosent i parentes).

⁵ Vista Analyse AS (2015). *Marginale eksterne kostnader ved enkelte miljøpåvirkninger*. Rapport 2015/19.

⁶ The European Nitrogen Assessment (ENA) (2011). *Costs and benefits of nitrogen in the environment*.

Tabell 5: Potensial for årlig utslippsreduksjon i 2030 som følge av optimalisering og intensivering i storféproduksjonen.

Tiltak	NH ₃	N ₂ O	CH ₄	CO ₂ -ekvivalenter
Optimalisering og intensivering i storféproduksjonen	810 tonn (2,9%)	68 tonn (2,6%)	Reduksjon gjødselmetan og enterisk metan, ikke beregnet	20156 tonn

Vurdering

En vesentlig del av fôrrasjonen til storfé består av grovfôr der proteininnholdet varierer, samtidig som det er vanskelig å skaffe eksakt informasjon om innholdet.

NIBIO viser til fôringsforsøk som indikerer at proteininnholdet i fôr til mjølkeku kan reduseres til under 13 prosent, uten at det går utover ytelsen. Antatt proteininnhold i fôrrasjonen til mjølkeku ligger på 16-18 prosent, mens UNECE-veilederen har oppstilt 15-16 prosent som et mål. NIBIOs beregning er en teoretisk illustrasjon av hva som kan oppnås av utslippsbesparelse.

Det er grunn til å nevne at data om proteininnholdet i kraftfôret er mangelfulle. I utslippsregnskapet har tall for proteininnhold i kraftfôr for melkeku vært uendret siden 2012 og er basert på skjønnsmessig vurdering fra Felleskjøpet.

NIBIOs beregning viser at det årlig kan spares inn 810 tonn ammoniakk og 28 tonn lystgass ved forbedringer i fôringa til mjølkeku og redusert framfôringstid for kviger og slakteokser. 80 prosent av denne innsparingen vil gjelde melkeku. Innsparingen for mjølkeku fremkommer ved at den økte mjølkeytelsen som forventes (i referansebanen) å skje uten å øke mengden protein som tilføres gjennom kraftfôret.

Potensialet for å kunne ta ut en slik innsparing vil være gjennom bedre å tilpasse proteininnholdet i kraftfôret til mjølkeku. Viktig i så måte vil være å skaffe seg bedre informasjon om proteininnholdet i grovfôret som nyttes. Mer systematisk og hyppigere prøvetaking og analyser av silofôr vil være en forutsetning.

En utfordring er at grovfôrkvaliteten varierer og det er vanskelig å ha god kontroll på denne. Det vil derfor være nødvendig med hyppige grovfôranalyser. Det kan også være utfordrende med representative prøver siden grasarter og høstingsstadium vil variere mellom skifter og konservering/lagring (silo eller rundball). Varierende værforhold under innhøstingen kan også gi variasjoner i kvaliteten. Det kan være grunn til å anta at det ligger et forbedringspotensial for mange foretak i å forbedre opplegget for prøvetaking av grovfôr inkl. veiledning om metoder for å få mest mulig representative prøver.

Proteinkraftfor er dyrere enn karbohydratkraftfor og en må derfor gå ut fra at det ikke er lønnsomt for bonden å overføre med protein. Dersom dette likevel foregår, kan dette skyldes at foretakene fôrer for å være på den sikre siden, bla. fordi en han ikke er sikker på hvilke mengder dyra får i seg gjennom grovfôret.

Det er vanskelig å angi konkrete virkemidler for å oppnå utslippsbesparelse av forbedringer i fôring utover veiledning og informasjon om god praksis. Her er det grunn til å peke på betydningen av grovfôranalyser for å tilpasse fôringa ut fra proteinverdien av grovfôret.

3.5.2 Husdyrrom

Når dyr holdes innendørs, vil gjødsla gi opphav til utslipp av ammoniakk og lystgass, og husdyrrom er således en tapspost i nitrogenkjeden.

I husdyrrom vil utslipp bla. være avhengig av hva slags dyr som er opphav til gjødsla. Hvor mye av gjødsla som kommer i kontakt med luft og hvor lenge den blir værende i husdyrrommet (tett golv eller spaltegolv) har mye å si for hva som tapes. Utforming/beskaffenhet av golv og andre overflater samt øvrig utforming av bygningen og innredningen, vil derfor ha betydning for størrelsen av (ammoniakk)tapet. Ammoniakkfordampingen er også avhengig av temperaturen i husdyrrommet.

Dersom det er åpen forbindelse mellom husdyrrom og lager er det vanskelig å bestemme hvor store utslipp som kommer fra hhv. husdyrrom og lager. Dersom en stor del av nitrogenet tapes i husdyrrommet, vil mindre forflyttes videre til lagring og spredning.

Nedenfor er omtalt aktuelle tiltak som gjelder husdyrrom for de ulike dyreslagene og hvilke utslipp som kan ventes av disse.

3.5.2.1 Storfe

Fra NIBIOs rapport:

NIBIO viser til retningslinjene fra EMEP/EEA 2016⁷ der det angis utslippsfaktorer for ammoniakk fra husdyrrom for mjølkeku. For løsdriftshus er faktorene henholdsvis 0,20 kg NH₃-N/kg TAN for blaut gjødsel og 0,19 NH₃-N/kg TAN for fast gjødsel. Det er angitt en utslippsfaktor på 0,066 kg NH₃/kg TAN for mjølkeku i båsfjøs. Med en utskilling pr. ku på 73,3 kg TAN gir dette et ammoniakkutslipp på 17,8 kg NH₃ pr. kuplass i løsdriftsfjøs (før det korrigeres for temperatur og åpen forbindelse). For kyr på bås blir utslippet pr. kuplass 5,9 kg NH₃. Siden tall fra husdyrkontollen viser at 40 prosent av mjølkekyrne fortsatt står på bås, stiller NIBIO spørsmål ved utslippsfaktoren som er benyttet i det norske utslippsregnskapet.

NIBIO har videre pekt på at vi mangler gode aktivitetsdata om utforming av husdyrrom og særlig om ulike golvtyper. Størrelsen av gulvareal pr. dyr og andelen av gulvarealet med spaltegolv er viktig for hvor store utslippene vil være. I bygninger med åpen forbindelse mellom husdyrrom og underliggende gjødsellager er det også vanskelig å gjøre separate beregninger av utslipp fra henholdsvis husdyrrom og gjødsellager slik det er forutsatt at det gjøres når utslippene beregnes ved bruk av husdyrgjødselmodellen. Dette gir usikkerhet rundt hvilke utslippsfaktorer som bør benyttes.

Ulike løsninger for tett golv med drenering der den flytende delen renner vekk, mens den faste delen skrapes bort, kan gi betydelig reduksjon i ammoniakkutslippene. Løsninger med spaltegolv over gjødselrenne med skrape er også effektive til å redusere utslipp. Det vises også til at enkelte land har krav til maksimale utslipp av ammoniakk fra fjøs for storfe og svin. Ved bygging av nye fjøs i Nederland er det en maksimumsgrense for utslipp pr plass på 8,6 kg NH₃. En kan legge merke til at denne grensen ligger over utslippet som antas å komme fra tradisjonelle norske båsfjøs.

NIBIO har også sett på luftrensing for å samle opp ammoniakk fra fjøs for mjølkeku. Luftrensing kan isolert sett gi en utslippsbesparelse på 480 tonn ammoniakk pr år. Kostnaden med installering av luftrensere er høy og lite regningssvarende for fjøs av de størrelsene vi har i Norge. Men det må kanskje forventes at teknologien blir rimeligere og at luftrensing blir et mer kostnadseffektivt tiltak i framtida.

Beiting: Beiting anses å være en effektiv måte å redusere ammoniakkutslippene på. Dette kommer av at gjødsel og urin som havner direkte på bakken gir mindre utslipp og at en mindre del av gjødsla er opphav til tap fra husdyrrom, fra lager og ved spredning.

I henhold til UNECE-veilederen er det regnet med at beiting 12 timer pr døgn reduserer utslippene med 10 prosent sammenlignet med referanseløsningen der dyra holdes innomhus hele året. NIBIO har beregnet at en økning av beiteandelen for mjølkekyr, slik at andelen gjødsel som legges igjen på beite øker fra 16 prosent til 25 prosent, kan redusere ammoniakkutslippene med om lag 800 tonn pr. år. Lystgassutslippene vil imidlertid øke, fordi direkte lystgassutslipp er større fra beite enn fra gjødsling. Det er foreslått justering av noen standard utslippsfaktorer som gjelder lystgass (IPCC

⁷ <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2016/part-b-sectoral-guidance-chapters/4-agriculture/3-b-manure-management-2016/view>

2019), samtidig som beiting reduserer metanutslippene fra lagret gjødsel. Med nye standard utslippsfaktorer, vil økt beiting få en større positiv effekt på klimagassutslippene. Det er imidlertid uklart når nye utslippsfaktorer for lystgass vil bli tatt i bruk. Beiting er positivt for metanutslippene fra gjødsellager, som reduseres med 467 tonn pr år.

NIBIO har vurdert at det ikke er realistisk med økt beiting for andre storfekategorier og sau.

Vurdering:

Utslipp i husdyrrom har forholdsvis stor betydning i beregningsmodellen for ammoniakkutslipp. Dermed vil en tilsvarende mindre del av nitrogenet forflyttes videre til lagring og spredning.

Standard referanseløsning er løsdriftsfjøs, men uten nærmere angivelse av hvordan gulvet er utformet. Spaltegolv (på deler av golvarealet) vil gi lavere tap enn om hele gulvet er helt tett.

I utslippsrapporteringen nyttes standard utslippsfaktor fra UNECE (0,20/0,19 kg NH₃/kg TAN). Det tas hensyn til hvorvidt det er åpen forbindelse (rist, spaltegolv eller strekkmetall). Når det er åpen forbindelse halveres utslippsfaktoren fordi gjødsla får kortere oppholdstid i husdyrrommet. Dette er eneste differensiering det tas hensyn til og som vi har opplysninger om fra gjødselundersøkelsen.

Norske bygningsløsninger kan variere en del fra løsningene i andre europeiske land og det er derfor ikke sikkert at de utslippsfaktorene som nyttes er representative for norske forhold. Bortsett fra forekomst av åpen forbindelse mellom husdyrrom og lager, har vi liten kunnskap om utformingen av norske husdyrrom inklusive varianter av golvløsninger.

I SSBs landbrukstelling 2020 (LT 2020) vil det bli kartlagt forekomst av gjødselrenne med skrape, flyterenne eller gjødselkanal (der gjødsla lagres mer enn 2-3 uker før den tas over i gjødsellageret). Flyterenne/gjødselkanal innebærer at en god del gjødsel vil være i husdyrrommet over lengre tid og dermed forårsake utslipp i husdyrrommet. På den andre sida kan bruk av vann i flyterenne redusere ammoniakkfordampinga.

NIBIO har pekt på at utslippene er betydelig høyere fra løsdriftsfjøs enn fra båsfjøs. Siden en stor andel av mjølkekyrne holdes bundet på bås, kan dette tale for å skille mellom båsfjøs og løsdrift ved beregningen av utslipp. Vi må anta at (nyere) løsdriftsfjøs i gjennomsnitt har større besetninger (gamle) båsfjøs og at foretakene som fortsatt har båsfjøs representerer en mindre andel av gjødsla enn 40 prosent. Forskrift om hold av storfe stiller krav om at dyra skal holdes i løsdrift med en overgangsordning for eksisterende båsfjøs. Dette betyr at vi vil ha en gradvis avvikling av båsfjøs fram til 2034. Det er dermed usikkert hvor mye det å vinne på å ta inn en korrigering for båsfjøs i utslippsrapporteringen.

NIBIO har videre pekt på at det er vanskelig å beregne utslipp separat for husdyrrom og for gjødsellager for bygninger med åpen forbindelse. NIBIO anbefaler derfor å beregne utslipp under ett for husdyrrom og lager og at dette baseres på målinger under norske forhold. Det vil være omfattende og kostnadskrevende å gjøre slike målinger som vil være representative for årstidsvariasjoner og ulike bygningstyper inkl. ulike typer ventilasjon (vifte/naturlig ventilasjon). Vi tror en vesentlig forbedring kan oppnås gjennom bedre aktivitetsdata og vurdering av hvordan norske forhold evt. avviker fra løsningene som er grunnlaget for utslippsfaktorene som nyttes.

Bedre kunnskap om vanlige løsninger for utforming av husdyrrom og løsninger for golv/utgjødsling, vil også gi bedre grunnlag for å vurdere aktuelle tiltak som kan få ned utslippene i eksisterende bygg uten at dette vil bli dyrt. Mer aktuelt kan være å stille krav til utslippsvennlige løsninger ved nybygging/ombygging når det gjelder løsninger for golv inkl. typer av spaltegolv.

Beiting: I henhold til statistikk fra Kukontrollen har andelen av det totale fôropptaket på beite for melkeku gått ned fra 17,2 prosent i 2000 til 9,7 prosent i 2013⁸. I henhold til Landbruksdirektoratets statistikk for tilskudd, har andelen av kyr og øvrige storfe som går på beite økt fra 60,7 prosent i 2006

⁸ Tine opplyser at oppdaterte tall for fôropptak på beite vil foreligge fra beitesesongen 2020.

til 66 prosent i 2013 og videre til 69 prosent i 2016. Ut fra tilskuddsstatistikken må vi gå ut fra at storfé er mer ute på beite i dag enn for noen år siden. Det er likevel usikkert i hvilken grad dette gjelder for melkeku eller om det kun gjelder øvrige storfe. Oppdaterte tall fra Husdyrkontrollen om fôropptak av melkeku på beite vil kunne gi svar på dette.

NIBIO har beregnet en utslippsreduksjon ved at gjødselmengden (og dermed fôropptaket) fra melkekyr på beite økes fra dagens omfang opp til det omfanget vi hadde i 1990, det vil si fra 16 til 25 prosent.

Innsparingen i utslipp kommer av at det er lågere ammoniakkfordamping fra urin/gjødsel som havner på bakken utendørs sammenliknet med gjødsel som blir liggende i husdyrrom og må håndteres videre derfra. Størrelsen på utslippsinnsparingen er avhengig av tida som dyra er på beite og hvorvidt fjøset holds reint mens dyra er ute.

NIBIO har pekt på at økt beiting vil kunne gi noen driftsmessige utfordringer og økte kostnader, uten at det er gjort noen nærmere beregninger av hva dette vil koste for foretakene.

Økt beiting kan innebære at beitetida pr. døgn økes eller ved at mjølkekyr som i dag holdes inne, slippes på beite eller ved at beiteperioden forlenges. Generelt er kvaliteten av beitegraset best om våren og avtar utover i vekstsesongen. En utvidelse av beiteperioden vil lett kunne gå utover melkeytelsen, med mindre det drives tilleggsfôring utendørs, som også kan gi miljømessige ulemper og økte arbeidskostnader.

For høytytende mjølkekyr, må økt tid på beite forutsette at dyra kan ta opp en større andel av grovfôret gjennom beting. Dette krever at foretakene har tilgang på nok beitearealer av god kvalitet. Aktuelle beitearealer vil være innmarksbeiter eller dyrka mark med stripebeiting eller skiftebeiting. På dyrka mark oppnår en likevel størst avling ved å høste arealene framfor å nytte dem til beite. De fleste foretakene vil ikke ha større tilgang til dyrka arealer enn at det vil lønne seg å høste dem til slått. Det vil si at det må tas i bruk andre arealer som vil være av dårligere kvalitet, noe som kan gå utover fôropptaket og melkeytelsen. Dette vil nok også være arealer som ligger lenger unna fjøset.

Ungt ferskt beitegras har høyt proteininnhold og for å unngå overføring med protein og økte utslipp av ammoniakk og lystgass, er det en forutsetning at det nyttes kraftfôr med lavere innhold av protein.

Det er usikkert hvor store innsparinger i utslipp en vil oppnå gjennom en endring i driftspraksis som innebære økt beiting. En forutsetning for å spare utslipp er at husdyrrommet holdes mest mulig reint for gjødsel i den tida dyra er på beite.

Barrierer for økt beitebruk er særlig knyttet til tilgangen på beitearealer, kvaliteten på arealene og kostnader med økt tidsbruk og gjerdehold. Driftsopplegg med store løsdriftsfjøs og mjølkeroboter er gjerne innrettet på en måte som gjør det lite aktuelt med beite i noen særlig grad utover arealene som ligger nærmest fjøset.

I mange tilfeller vil bonden utnytte beitet så lenge det er godt, og tilpasse beiteperioden til det. I de flest tilfeller vil det allerede være lønnsomt for bonden med beite hvis gården har tilgjengelige arealer.

Eventuelle virkemidler for å stimulere til mer beitebruk, bør virke til at mer for tas opp fra beite i den optimale beiteperioden, ved at flere dyr slippes på beite og/eller at beiteperioden pr døgn økes. Det er uvisst hvor stort dette potensialet er. Det kan også tenkes virkemidler som bidrar til bedre kvalitet på beitearealene.

Usikkerhet om hva som kan være utslippsinnsparingen og hva som vil være målrettet virkemiddelbruk utover dagens tilskudd, taler for at innsatsen bør rettes mot rådgivnings- og motivasjonstiltak som kan fremme god beitepraksis.

3.5.2.2 Svin

NIBIOs rapport:

I henhold til tall fra gjødselundersøkelsen kommer 70 prosent av den blaute grisgjødsla som lagres i kjeller fra husdyrrom med tett forbindelse. Den andelen av grisegjødsla som får halvert utslippsfaktoren på grunn av åpen forbindelse, er derfor relativt lite. NIBIO stiller spørsmål ved hvordan dette samsvarer med faktiske forhold og peker på at det trengs bedre kartlegging av løsninger i norske grisefjøs.

Referansesystemet fra UNECE-veilederen er husdyrrom med mekanisk ventilasjon og spaltegolv på hele arealet.

Aktuelle tiltak for å redusere utslipp er å redusere arealet med spalter (slik at det blir mindre tap fra gjødsla som er lagra i kjelleren), hyppig fjerning av gjødsla fra kanalen under spaltene, bruk av vann eller tilsetning av syre til gjødsla i kanalen eller luftrensing. Utslippene kan også reduseres ved ulike utforminger av gulv og kanal som i kombinasjon reduserer overflata av gjødsla. Avkjøling av gjødsla kan også gi betydelige utslippsreduksjoner. Størst reduksjon i utslippene kan oppnås ved bruk av luftrensere.

Krav iht. forskrift om hold av svin innebærer at en stor del av gulvarealet i praksis vil være dekket at tett golv. I praksis vil det derfor være lite å vinne på å redusere spaltearealene i husdyrrom med åpen forbindelse.

NIBIO har anslått at installering av luftrensere vil kunne gi en innsparing i utslipp fra grisefjøs på 650 tonn, men det er usikkert hvor mange grisefjøs hvor dette vil være aktuelt. Installering av luftrensere er kostbart og vil derfor bare være aktuelt for de største grisehusene og da først og fremst i forbindelse med nybygging.

Vurdering:

Tiltak for å redusere utslipp fra husdyrrom for gris er kostnadskrevende og således først og fremst mest aktuelle i forbindelse med større ombygging og nybygging. Vi antar utviklingen går mer i retning standardiserte bygningsløsninger med spaltegolv over gjødselkanal der gjødsla føres til utvendig lager eller kjeller.

Nedkjøling av gjødseloverflata kan, i henhold til UNECE-veilederen, redusere utslippene fra husdyrrommet med inntil 45 prosent. NIBIO har ikke vurdert dette tiltaket, men vi erfarer at enkelte har installert anlegg for nedkjøling og varmegjenvinning i gjødselkanalen i forbindelse med nybygginga av grisehus. Dersom nedkjøling kombineres med at gjenvunnet varme nyttes oppvarming som erstatter andre energikilder, antas at kostnadene med tiltaket vil være overkommelige. En slik løsning vil også være mulig å installere i eksisterende bygninger.

Aktuelle tiltak kan ellers være krav til spaltegolv slik at gjødsla lett faller av og krav til løsninger gjør at minst mulig av gjødsla havner på tett golv.

Rensing av lufta krever store investeringer og har også høye driftskostnader. Med de besetningsstørrelser vi har i Norge vurderes dette til å være et uaktuelt tiltak, kanskje med unntak av de aller største besetningene som for eksempel IED-virksomheter (Virksomheter som omfattes av EUs industriutslippsdirektiv (IED)).

NIBIO peker på at vi mangler tall for forekomsten av ulike løsninger for utforming av husdyrrom og at beregning av utslipp og mulige utslippsreduksjoner er mangelfulle. Bedre datainnsamling gjennom gjødselundersøkelser vil kunne bedre beregningene av utslipp og anslagene for mulige utslippsreduksjoner av aktuelle tiltak.

3.5.2.3 Fjørfe

NIBIOs rapport:

For husdyrrom er utslippsfaktorene for verpehøns og slaktekyllinger henholdsvis 41 og 28 prosent. Det er grunn til å merke seg at utslippsfaktorene for tap fra lager er lågere, henholdsvis 14 og 17 prosent. Det er derfor tiltak i husdyrrommet som kan gi de største innsparingene i utslipp.

For høns er vanlige løsninger bur eller aviarer der gjødsla samles på belter som transporterer gjødsla til lager i kjeller under husdyrrommet, i eget hus eller utendørs. Slaktekylling går på et lag av djupstrø som fjernes mellom hvert innsett. Gjødsla (og strø) lagres mest utendørs.

Tiltak for å redusere utslipp fra fjørfegjødsel handler om å redusere vanninnholdet for å unngå ammoniakkdannelse ved at urinsyre hydrolyserer. Tiltakene vil derfor kunne være tørking av gjødsla ved økt luftstrøm over gjødselbelter og tørr lagring av gjødsla. Dette kan gi en utslippsreduksjon på 60-70 prosent

NIBIO har regnet at installering av luftrensing i fjørfehus kan redusere utslippene med 390 tonn. Tiltaket er kostbart, og det er usikkert i hvilken utstrekning luftrensere kan installeres i norske fjørféhus.

Vurdering:

Ammoniakkutslippene fra husdyrrom og lager for gjødsel fra verpehøns og slaktekylling utgjør knapt 1000 tonn pr år som tilsvarer om lag 10 prosent av de totale utslippene som gjelder husdyrrom og lager. Utslippsfaktorene for fjørféhus er høye, og det dobbelte av faktorene for tap fra lagring. Potensiell utslippsbesparelse er størst for tiltak i husdyrrommet, men likevel begrenset.

Tørking av gjødsel i husdyrrom med gjødselbelter anses som det mest aktuelle tiltaket. Vi mangler oversikt over hvor mange foretak som et slikt tiltak kan være aktuelt for og hva slags innsparinger som vil kunne oppnås. Det kan være grunn til å kartlegge dette nærmere.

3.5.3 Lagring

Utslippsfaktorer for ammoniakkutslipp fra lager er avhengig av dyreslag og om det er fast eller flytende gjødsel. Tiltak for å redusere utslipp fra gjødsellager handler prinsipielt om å (1) redusere overflata av gjødsel hvorfra ammoniakfordampinga foregår, (2) redusere styrken på kilden til fordampinga (gasstrykket) eller (3) redusere forstyrrelser som eksponerer gjødsla for luft.

NIBIOS rapport:

NIBIO har beregnet utslippsreduksjon ved å ha tak/dekke på åpne lager for henholdsvis storfegjødsel og svinegjødsel. Videre er det beregnet effekter av tett lagring av fjørfegjødsel og av å tilsette syre i åpne lager for svinegjødsel.

Størst innsparing i ammoniakkutslippene oppnår en ved å ha tette lager for storfegjødsel. Tett dekke gir imidlertid økte lystgassutslipp. Totalt for alle lager vil de økte utslippene være av om lag samme størrelse for svinegjødsellagrene som for storfegjødsellagrene. Svinegjødsel danner ikke skorpe som hindrer metanutslipp og dekke på slike lager vil derfor redusere utslippene av metan. Storfegjødsel i utvendige lager danner skorpe som hindrer tap av metan og dekke har derfor ingen effekt på slike utslipp. Oversikten nedenfor viser effekter av og kostnader med tiltak for gjødsellager.

Tabell 6: Potensial for utslippsreduksjon som følge av tak/dekke på lager.

Tiltak	NH ₃ Utslipps- reduksjon tonn/år (%), 2030	N ₂ O Utslipps- reduksjon tonn/år (%), 2030	CH ₄ Utslipps- reduksjon tonn/år (%), 2030	CO ₂ -ekv. Utslipps- reduksjon inkl spart mineral- gjødsel-N tonn/år, 2030	Samfunns- økonomisk kostnad, kr/tonn redusert NH ₃
Tak på åpne lager storfé gjødsel	310 (1,1%)	-3,3 (-0,13%)	0	-503	95 575
Tak/dekke på åpne lager for svinegjødsel	69 (0,3)	-3,4 (-0,13%)	300 (2,4%)	6835	54 230
Tett lagring, høns- og kyllinggjødsel	28 (0,1)	-0,4 (-0,01%)	Ikke beregnet	-111	Ikke beregnet
Syre i åpne lager for svinegjødsel	64 (0,2)	Positivt	Positivt	Positivt	Ikke beregnet

Vurdering:

Potensiell innsparing i ammoniakkutslipp er en god del høyere ved å ha tette lager for storfé gjødsel enn for svinegjødsel. Dette kommer først og fremst av at vi har mye mer storfé gjødsel og av at utslippsfaktorene er litt høyere. Det er også fem ganger flere lager for storfé gjødsel uten tak.

NIBIO har beregnet at innsparingen i ammoniakkutslipp ved å ha tett dekke over utvendige lager for svinegjødsel vil være om lag 10 tonn høyere enn det som ble beregnet i utredningen av nytt gjødselregelverk. Tall fra gjødselundersøkelsen 2018 viser at en større andel av grise gjødsel lagres i utendørs kum (uten dekke) enn det en tidligere har gått ut fra.

Dekke på lager for svinegjødsel reduserer de beregnede utslippene av metan. NIBIO stiller spørsmål ved at utslippsberegningene er basert på en slik antakelse. For at det ikke skal være utslipp av metan må gassen passere gjennom et porøst dekke/skorpe og dette vil ikke være tilfelle for svinegjødsel selv om lageret er tett i toppen. Etter «metan-modellen» (for husdyrgjødsel) vil ikke dekke på utvendig lager for storfé gjødsel ha noen effekt for metanutslippene. Forklaringen til dette er at i utvendige lager (og i tett gjødselkjellere) vil det allerede være en skorpe som oksyderer metanet. Tykkelsen og porositeten av skorpa har betydning for metanoksydasjonen. Værpåvirkning (temperatur og nedbør) vil antakeligvis medføre at tykkelsen av skorpa vil variere. Dette vil påvirke utslipp av metan og lystgassdannelse.

I utslippsberegningene (husdyrgjødselmodellen) er det gått ut fra at det ikke dannes skorpe på storfé gjødsel i kjeller med spaltegolv og åpen forbindelse. NIBIO har vurdert denne forutsetningen nærmere og mener det bør regnes med en viss skorpedannelse i lager med åpen forbindelse og at dette vil påvirke utslippene av ammoniakk og metan. Etter gjødselundersøkelsen har vi en slik løsning for knapt 40 prosent av all lagret gjødsel. Det er derfor grunn for å vurdere bruk av utslippsfaktorer som bedre gjenspeiler denne situasjonen.

Bruk av syre kan redusere ammoniakkutslippene fra åpne lager for svinegjødsel med 64 tonn. Svovelsyre har sterkt korroderende virkning og det er også helsefare forbundet med håndteringen. Det er ikke regnet nærmere på kostnadene med bruk av syre.

Kostnadsberegninger: NIBIO har tatt utgangspunkt i tall fra SSBs gjødselundersøkelse 2018 for å komme fram til antall foretak med storfegjødsel og svinegjødsel som må investere i dekke, henholdsvis 2848 og 544. Det er tatt utgangspunkt i at foretakene vil velge noe ulike løsninger for tak med ulike kostnader. Ut fra dette har NIBIO lagt til grunn en gjennomsnittlig investering pr. foretak. Det er gått ut fra at foretakene med storfegjødsel og svinegjødsel vil ha om lag samme gjennomsnittlige investeringskostnad, 200 000 kroner, mens årlig verdi av innspart N-gjødsel vil utgjøre 1100 kroner. Investering i tett dekke vil derfor ikke være privatøkonomisk lønnsomt for foretakene.

Samfunnsøkonomisk kostnad pr tonn redusert utslipp av NH₃ er beregnet til vel 95 000 kroner for tak over lager for storfegjødsel og 54 000 kr for tak over lager for svinegjødsel. Forskjellen mellom storfé og svin kommer av at tak på svinegjødsel bidrar til reduserte metanutslipp tilsvarende 300 tonn (i 2030). NIBIO stiller spørsmål ved denne forutsetningen siden en ikke vil få skorpe over svinegjødsla selv om det er tett dekke over lageret. NIBIO har regnet med en utslippskostnad på 508 kr pr tonn CO₂-ekvivalenter.

Fjorfegjødsel: NIBIO har beregnet at utslippsreduksjonen ved tett lagring av all fjorfegjødsel kan utgjøre 28 tonn ammoniakk. Det er ikke gjort nærmere vurdering av aktuelle tiltak og kostnadsvurderinger. Slik utslippene regnes i nitrogen-modellen, utgjør de totale utslippene fra husdyrrom og lager 1065 tonn ammoniakk og av dette bidrar selve lagringen med vel 110 tonn. Aktuelle forbedringer for fjørfe må derfor primært gjelde husdyrrommet.

Hvilke besparelser som kan oppnås ved bedre lagring av fjørfé gjødsel er avhengig av hvordan gjødsla lagers i dag. Det er gjødsla som lagres utendørs som er mest utsatt for tap, gjennom fordamping til luft eller ved avrenning/lekkasje av nitrat fra gjødselhaugen. I henhold til gjødselundersøkelsen 2018 er det 32 prosent av hønsegjødsel og 80 prosent av gjødsla fra slaktekylling som bli lagret utendørs som fast gjødsel. For å hindre utslipp vil krav til høvelig lagringssted som er tørt, uten vannsig og tildekking av gjødsla mot nedbør med presenning, begrense utslipp til luft og lekkasje til vann. Slike tiltak vil ikke kreve investeringer, men innebære noen økte driftskostnader. Besparelsen som kan oppnås ved tett lagring av denne gjødsla ble i rapporten av 15.3.2019 fra Miljødirektoratet og Landbruketdirektoratet regnet til knapt 30 tonn ammoniakk. Effekten av bedre lagring vil øke dersom en klarer å begrense tapet som oppstår i husdyrrommet.

Oppsummering: Investering i tett dekke vil ha om lag samme privatøkonomiske kostnad for foretak med svinegjødsel og foretak med storfegjødsel. Tett dekke vil kunne avhjelpe manglende lagringskapasitet ved at lageret ikke lenger fylles opp av nedbør. For en del foretak kan derfor investering i tett tak over lageret være den rimeligste måten å utvide gjødsellageret på. For at foretakene skal gjøre slike investeringer, er det nødvendig at det ytes investeringsstøtte.

Etter beregningene som er gjort med någjeldende faktorer for utslipp av ammoniakk, lystgass og metan, framstår det som mest samfunnsøkonomisk lønnsomt å investere i tette lager for svinegjødsel men ikke for storfegjødsel. Dette skyldes primært reduksjonen i metanutslipp som en antar ved tett lagring av svinegjødsel. Det er usikkert om dette vil være tilfelle i praksis, uten at det i tillegg er et porøst lag som oksyderer metangassen. Dersom det skal etableres et porøst dekke vil dette trolig utelukke de rimeligste løsningene for tildekking (flytedekke). En motpost vil da kunne være økte lystgassutslipp, men disse vil oppveies av metaninnsparingene.

NIBIO vurderer at lystgassdannelsen fra åpne gjødselkummer for storfegjødsel er lavere enn det som regnes i utslippsregnskapet. Økningen i lystgassdannelse som kommer ved å legge tett tak kan derfor være noe høyere enn det som hittil er antatt. På den annen side er effekten av skorpedannelsen varierende med årstid, nedbør, fyllingsmåte og fyllingsgrad.

Beregningene av utslippsbesparelser har som utgangspunkt eksisterende lagersituasjon. Ved vurdering av virkemiddelbruk må det også tas høyde for at det årlig foregår fornyelse av lager og driftsbygninger. For storfe er det grunn til å regne med en overgang fra kjeller til utvendige lager.

Dersom disse ikke bygges med tett dekke, vil vi få økte utslipp. Det er derfor grunner for å virkemiddelbruk som bidrar til at nye lager blir tette.

I forslag til nytt gjødselregelverk er det anbefalt at det stilles krav om tett dekke over gjødsellager for svin. Det kan være grunn til å vurdere funksjonskrav for å sikre at dekket er effektivt til å begrense metanutslippene.

Innovasjon Norge gir i dag tilskudd med inntil 20 prosent av kostnadene eller maksimum 100 000 kroner. Det stilles i dag ikke krav om tett dekke. Vi anser det som formålstjenlig å stille et slikt krav når det gis investeringsstøtte til lager for svinegjødsel og storfé-gjødsel.

Det kan være grunn til å overveie hvorvidt det er hensiktsmessig å stille forskriftskrav som sikrer best mulig utslippsreduksjonseffekt ved lagring av gjødsel i utvendige kummer. Dette vil kunne gjelde bestemmelser som sikrer at fylling skjer nedenfra (for å unngå forstyrrelse av gjødseloverflata) og krav om halmdekke eller lignende som gir skorpe på svinegjødsel og biorest.

3.5.4 Miljøvennlig spredning av husdyrgjødsel

Om lag halvparten av ammoniakkutslippene som kommer fra husdyrgjødsel, oppstår når gjødsel spres. Ulike måter å spre gjødsla på, forårsaker tap av ulike størrelser.

Miljøvennlige metoder for spredning av husdyrgjødsel gjør at en mindre del av gjødsla eksponeres på overflata eller at gjødsla kommer i bedre kontakt med jorda. På denne måten reduseres ammoniakkfordampingen til luft sammenlignet med tradisjonell breispredning uten noen form for innarbeiding i jorda eller uten hensyn til faktorer som påvirker tap til luft og vann. Kategori 1-metoder⁹ for miljøvennlig spredning er nedlegging, nedfelling, DGI, nedmolding og fortykning med vann. (Rask) nedmolding er bare aktuelt på åpen åker mens de øvrige metodene kan nyttes både på åker og eng.

Den vanligste og enkleste metoden for *nedlegging* (stripespredning) er at gjødsla føres gjennom rør og legges i striper på overflata. Denne spredemetoden benevnes også som stripespredning, og begrepene nedlegging og stripespredning brukes om hverandre. Ved *nedfelling* plasseres gjødsla ned i jorda ved hjelp av skjær eller tinder. DGI innebærer at gjødsla skytes ned i bakken med høyt trykk.

3.5.4.1 Spredning av husdyrgjødsel på eng

Tall fra SSBs husdyrgjødselundersøkelse i 2018 viser at knapt 80 prosent av husdyrgjødsla spres på etablert eng til slått og beite. Best mulig metoder og praksis for spredning av husdyrgjødsel på eng er derfor viktig for å få ned ammoniakkutslippene fra husdyrgjødsla.

NIBIOs rapport:

NIBIO vurderer spredning med nedlegging som den mest aktuelle metoden for å redusere ammoniakkutslippene ved spredning av husdyrgjødsel på eng. Sammenlignet med tradisjonelle breispredning, kan nedlegging (stripespredning) redusere ammoniakktapet med 30-35 prosent.

Andre metoder for spredning som gir lave ammoniakktap er nedfelling og DGI. I veilederen fra UNECE er det regnet med at reduksjonen i utslipp ved nedfelling er det doble av hva man kan gå ut fra ved nedlegging. Det er svært få som benytter seg av direkte nedfelling. Det er noen ulemper med bruk av utstyr for nedfelling (tungt, kostbart utstyr, uegnet på jord med mye stein) som tilsier at metoden neppe vil bli benyttet i særlig utstrekning. NIBIO har ikke gjort nærmere vurderinger av denne spredemetoden på eng.

⁹ Kategori 1-metoder er godt undersøkte metoder som er gjennomførbare under praktiske forhold med dokumentert effekt, if Options for Ammonia Mitigation (UNECE TFRN, 2014).

Tabell 7: Potensial for utslippsreduksjon som følge av miljøvennlig spredning. viser utslippsreduksjoner og kostnader som NIBIO har beregnet for miljøvennlig spredning av husdyrgjødsel på eng.

Tabell 7: Potensial for utslippsreduksjon som følge av miljøvennlig spredning.

Tiltak	Utslippsreduksjon 2030, tonn pr. år (%)			Samfunns- økonomisk kostnad, kr pr tonn redusert NH ₃ -utslipp
	NH ₃	N ₂ O	CO ₂ -ekv.	
Økning fra 15 til 85% nedlegging på eng	2 190 (8%)	28 (1,1%)	18980	36 953
Økning fra 22 til 85% av husdyrgjødsel til eng blandes med vann 1:1	3490 (13%)	45 (1,8%)	30269	21 088
Syretilsetning i husdyrgjødsel til eng	4700 (17%)	61 (2,4%)	40944	30 790

NIBIO har beregnet at utslippsbesparelsen ved å benytte nedlegging for 85 prosent av all husdyrgjødsel vil tilsvare 2190 tonn ammoniakk. Effekten av å ta i bruk vanninnblanding (1:1) for all husdyrgjødsel som spres på eng, vil kunne utgjøre 3490 tonn ammoniakk. Det er ikke forutsatt endring i spredepraksis for gjødsel som spres på innmarksbeite eller for spredning av fast gjødsel. Der er også forutsatt at andelen gjødsel som spres med nedfelling blir uendret. Dette anslaget for samlet besparelse må anses om et teoretisk potensial som ikke kan oppnås under praktiske forhold og med realistisk virkemiddelbruk (tilskuddsnivåer).

NIBIO har også beregnet effekten av å tilsette syre til gjødsel ved spredning. Syretilsetning er effektivt for å få ned ammoniakktutslippene, men tilgang på utstyr, utfordringer med helse, miljø og sikkerhet og usikkerhet om langtidseffekter, utgjør vesentlige barrierer.

Areal og gjødselmengder som kan spres med nedlegging på eng

NIBIO har regnet på hvilket areal av fulldyrka eng og grovfôrvekster som kan være tilgjengelig for miljøvennlig spredepraksis. Ved hjelp av AR5 og utplukk fra Landbruksdirektoratets statistikk for produksjonstilskudd, har NIBIO beregnet areal som kan spres med nedlegging og med vanninnblanding i gjødsel.

Etter NIBIOs vurdering kan det spres husdyrgjødsel med nedlegging på tilnærmet alt areal av eng, enten ved at gjødsel fraktes gjennom tilførselsslanger eller med tankvogn.

Ved vanninnblanding er det fare for at gjødsel renner vekk på overflata dersom det blir for bratt. Spredning med vanninnblanding i gjødsel er derfor begrenset til areal med mindre helling enn 15 prosent. Mulighetene for vanninnblanding begrenses også av store transportkostnader og det er derfor gjort fratrukk for areal som ligger lenger unna driftssenteret enn 1 km. NIBIO har kommet fram til at 3,15 mill. dekar fulldyrka og overflatedyrka eng kan spres med vanninnblanding 1:1 og nedlegging.

Kostnader med vanninnblanding og stripespredning

Vanninnblanding: NIBIO har tatt utgangspunkt i tall fra gjødselundesøkelsen som forteller at 85 prosent av all husdyrgjødsel som blir spredd på etablert eng, blandes ut med vann. Av denne er det ¾-deler som tilføres mindre enn en del vann, mens resten av gjødsel tilsettes vann i forholdet 1:1. NIBIO har forutsatt at den delen av husdyrgjødsel som tilføres mindre enn en del vann, tilføres en økt vannmengde på 50 prosent og at dette vil gi et vann/gjødsel-forhold på 1:1. Dette betyr at 85 prosent av all husdyrgjødsel som spres på etablert eng, tilsettes vann i forholdet 1:1.

Som utgangspunkt for å beregne kostnadene med vanninnblanding har NIBIO regnet at denne gjødsla spres med samme utstyr som i dag, som antas å være tankvogn.

Den forutsatte vanninnblandingen medfører at de totale mengdene gjødsel som skal spres, øker med 50 prosent. Økte mengder gjødsel som skal transporteres og spres vil gi økte kostnader for foretakene med maskinbruk og tidsbruk. Økt tidsbruk med spredning og utfordringer med å spre gjødsla til optimalt tidspunkt og under gunstige spredforhold, kan bli mer krevende for mange foretak når økte gjødselmengder skal håndteres.

Ved kostnadsberegningene er det forutsatt at foretakene benytter eksisterende utstyr til transport og spredning. Bruk av tilførselsslanger øker kapasiteten og er også fordelaktig med tanke på kjøring og risiko for jordpakking. Der større gjødselmengder skal spres på arealene som ligger nær lageret, må det regnes med at en god del foretak vil ta i bruk tilførselsslanger og at kostnadene dermed blir lågere.

Stripespredning: Stripespredning kan skje både ved bruk av tankvogn og slange. NIBIO har tatt utgangspunkt i at mengden gjødsel som spres med stripespreder øker fra 1,4 mill. tonn (16 %) til 7,2 mill. tonn (85 %). Av knapt 16500 foretak som spredde husdyrgjødsel på etablert eng i 2018, var det i overkant av 2000 foretak som benyttet nedlegging. Det er forutsatt at noen vil leie entreprenør for spredning, mens noen vil investere i spredebom for påmontering på eksisterende utstyr. Enkelte foretak vil gjøre en ny større investering i tankvogn eller tilførselsslange. Det er gått ut fra en levetid på utstyret på 15 år og en innfasingsperiode over 10 år.

Overgang fra breispredning til nedlegging medfører investeringskostnader eller økte driftskostnader dersom spredningen utføres av andre. Selv om det gir innsparing i kostnader med innkjøp av mineralgjødsel og har noen andre driftsmessige fordeler, viser NIBIOs utregning at tiltaket ikke vil være lønnsomt. Beregningene er basert på gjennomsnittstall og kostnadene vil nok variere en god del mellom foretak. Det må likevel anses som urealistisk at alle foretak som sprer husdyrgjødsel på etablert eng, vil gå over til å benytte nedlegging som spredemetode.

Av det maksimale potensialet på 85 prosent av all husdyrgjødsel som spres på eng, har NIBIO vurdert at det er en del av arealet som er best egnet for spredning med tankvogn, og uten at det tilsettes vann.

NIBIO har derfor anslått at det kun er 70 prosent av den økte mengde husdyrgjødsel som kan spres med tilførselsslange og vanntilsetning (dvs. økning til 64 prosent av gjødselmengden som spres på etablert eng) mens 30 prosent kan spres fra tankvogn med nedlegging og tilsetning av syre.

NIBIO har gått ut fra at tiltaket gjennomføres ved at 8500 foretak går over til å bruke stripespreder og at 6300 av disse tilsetter økte vannmengder slik at blandingsforholdet blir 1:1. Det er gått ut fra at foretakene løser dette på litt forskjellige måter slik at noen investerer i utstyr, noen leier utstyret og sprer selv, mens noen leier inn entreprenør for å få spredd gjødsla. I gjennomsnitt pr. foretak er det beregnet en investeringskostnad på 73 000 kroner og en økt driftskostnad til spredning på i underkant av 15 000 kroner. Spredmengden etter vanninnblanding (50 prosent økning), er satt til knapt 650 tonn pr foretak. Verdien av årlige innsparinger i innkjøp av mineralgjødsel er beregnet til 3 700 kroner.

Med en utslippskostnad på 508 kr pr tonn CO₂-ekvivalent, gir dette en samfunnsøkonomisk kostnad på 28 500 kr pr. tonn NH₃.

Vurdering

NIBIO har vurdert arealer og husdyrgjødselmengder som er aktuelle for spredning og kommet til at i utgangspunktet kan 85 prosent av all gjødsel som spres på etablert eng, spres med nedleggingsutstyr og at en tilsvarende mengde kan spres med innblanding av vann i forholdet 1:1. NIBIO går ut fra at det er en del av disse arealene som er best egnet for spredning med tankvogn og at gjødsla derfor ikke vil bli blandet med vann. Det er derfor forutsatt at 70 prosent av den økte mengden som kan spres med økt vassinnblanding og nedlegging. Dersom det spres 3,2 tonn husdyrgjødsel pr dekar, tilsvarer dette om lag 1,3 mill. dekar. Dette er samme areal som Miljødirektoratet og Landbruksdirektoratet i

delrapporten 15.3.2019 anslo som potensielt areal for stripespredning. Det ble ikke vurdert hvor mye av dette arealet som kan nås med tilførselsslange og økt vanntilsetting.

Vanninnblanding øker volumet som må håndteres. I henhold til tall fra gjødselundersøkelsen blir 85 prosent av all gjødsel som spres på etablert eng blandet med vann. Det er imidlertid bare 25 prosent av gjødsla som blir tilsatt vann i forholdet 1:1. Selv om det antas at gjødsla som kan spres med vanninnblanding, ligger innenfor en radius som muliggjør bruk av tilførselsslange, kan terreng og arrondering i praksis vanskeliggjøre bruken. NIBIO viser også til undersøkelser som tyder på at transportavstanden ved bruk av tilførselsslange er mindre enn en km fra gjødsellageret. Selv med den nedjusteringen som NIBIO har foretatt, synes estimatet for arealer og gjødselmengder for spredning med tilførselsslange og vanninnblanding 1:1 å være forholdsvis høyt. Det er rimelig å anta at en forholdsvis større mengde vil bli spredd med tankvogn.

NIBIO har tatt utgangspunkt i tall fra gjødselundersøkelsen 2018 som tilsier at knapt to tredjedeler av gjødsla som spres på etablert eng, tilsettes en viss vassmengde. Det forutsettes at 50 prosent vasstilsetting til denne gjødsla gir et blandingsforhold på 1:1. «Blandet ut med mindre enn en del vann til en del gjødsel» inkluderer også vaskevann og nedbørvann i åpne lager. Det vil nok variere en god del hvor mye nedbørvann og vaskevann som havner i gjødsla og hvor mye som tilsettes i tillegg. Ved slangespredning og nedlegging må gjødsla være tynn nok til at den flyter gjennom slanger og rør. Dette krever en viss vanninnblanding, men denne vil nok også variere en god del avhengig av tørrstoffinnhold i gjødsla og i hvilken grad gjødsla homogeniseres ved omrøring. Høy vanninnblanding øker sprekostnadene (også ved bruk av tilførselsslange) og i praksis kan vanntilsettingen bli lavere av denne grunn. Vi er derfor usikre på forutsetningen som NIBIO har lagt til grunn om at 50 prosent vanntilsetting til denne gjødselmengden gir den forutsatte fortyningen på 1:1.

NIBIO har gått ut fra en sprekostnad på 52,38 kroner pr tonn husdyrgjødsel som er gjennomsnittskostnad ved spredning med tankvogn. Kostnadene kan være en god del lågere ved bruk av tilførselsslange og for en del foretak kan det være aktuelt å investere i slangeutstyr.

Spredekostnadene er avhengig av mengdene som skal spres og av transportavstander. En vesentlig del av kostnadene med slangespredning utgjøres av kostnader med utstyr og tidsbruk til rigging og flytting av utstyr. Kostnader pr tonn er derfor svært avhengig av mengden som spres og av arronderingsmessige forhold og det er derfor grunn til å tro at NIBIO har overestimert mengden som er aktuell for vanninnblanding 1:1.

Oppsummering: NIBIOs anslag for arealer/gjødselandeler og forutsetninger om vanninnblanding vurderes til å være noe optimistisk anslått. Tilsvarende antas utslippsbesparelsene å ligge i overkant av hva som vil være mulig å oppnå. De privatøkonomiske kostnadene er basert på gjennomsnittstall og vi må gå ut mange foretak vil ha lågere kostnad enn det NIBIO har gått ut fra. Til støtte for vurdering av tiltakskostand ved ulik gjennomføringsgrad, ville det vært nyttig med kalkyler for grupper av foretak med ulike forutsetninger.

Nåverdideregninger viser at tiltaket vil ha en kostnad på knapt 180 000 kroner for et gjennomsnittlig foretak. Gjennomsnittlig tilskuddssats for nedlegging/nedfelling er 65 kr pr. dekar. I tillegg gis det et tilskudd for bruk av tilførselsslanger som i gjennomsnitt for fylkene utgjør 75 kr pr. dekar. Lønnsomhetsgrensen vil tilsvare et tilskudd på om lag 100 kroner pr dekar. Foretakene vil ha ulike kostnader med tiltaket, men med dagens tilskuddssatser vil spredning av husdyrgjødsel med nedlegging og tilførselsslange være lønnsomt for foretakene.

Potensielt engareal for spredning med nedlegging

I SSBs gjødselundersøkelse oppgis at det i 2018 ble spredd husdyrgjødsel på 2,66 mill. dekar eng (og 0,43 mill. dekar innmarksbeite). Etter Landbruksdirektoratets tilskuddsstatistikk ble det gitt tilskudd til nedlegging/nedfelling på 330 000 dekar eng i 2018 og 455 000 dekar i 2019. Videre ble det gitt tilskudd for bruk av tilførselsslanger på 254 000 dekar i 2018 og 460 000 dekar i 2019. (Arealene for bruk av tilførselsslanger omfatter også åker, men det meste gjelder spredning på engarealer)

Skal en oppnå at 64 prosent av gjødsla spres med nedlegging (og vanninnblanding) betyr det at arealet må øke med omlag 90 000 dekar i gjennomsnitt pr. år for at potensiell utslippsbesparelse skal være oppnådd innen 2030. Forutsatt videreføring av eksisterende virkemiddelbruk, må en slik oppskalering anses realistisk.

Tilsvarende må omfanget i bruk av tilførselsslanger økes med 100 000 dekar pr. år. Utslippsbesparelsen som er beregnet krever imidlertid vannfortynning av gjødsla og det er tvilsomt om dette vil skje i det omfanget som er forutsatt.

Potensiell utslippsbesparelse

Stripespredning og vassinnblanding i forholdet 1:1 kan gi en utslippsbesparelse for ammoniakk på 3560 tonn ved maksimalt omfang (2030). Arealet som NIBIO regner med at spredningen kan foregå på er omtrent det samme som direktoratene vurderte i delrapporten 15.3.2019.

Et spørsmål er om en oppnår den beregnede utslippsbesparelsen av vanninnblanding som er forutsatt. For det første er spørsmålet om dagens innblanding av den delen av gjødsla som tilsettes «litt vann» tilsvarer 50 prosent slik NIBIO har regnet med. For det andre er spørsmålet om ytterligere vanntilsetning, i praksis vil være lågere enn 1:1.

Bruk av stripespreder og tilførselsslange gjør det nødvendig å tilsette vann for å få gjødsla til å flyte skikkelig gjennom utstyret. Tilskudd for bruk av tilførselsslanger kan bidra til å gjøre det fordelaktig å nytte slikt utstyr. Det er likevel usikkert hvilke vannmengder som i praksis tilsettes. Det regnes at utslippene reduseres med 10 prosent pr. prosent som tørrstoffinnholdet reduseres. Tilsetning av vann opp til 1:1 innebærer at gjødsla får et tørrstoffinnhold på anslagsvis 3 prosent. Dersom vanntilsetningen i praksis blir 30 prosent lavere, vil ammoniakkinnsparingen bli om lag 200 tonn lågere.

For den delen av husdyrgjødsla som kan spres på eng uten vanntilsetning har NIBIO regnet med at den kan transporteres i tankvogn og spres med nedlegging og tilsetning av syre. Dette kan gi sparte utslipp på 2 100 tonn. Vi vurderer at det er vesentlige barrierer mot å ta i bruk syretilsetning. Dersom denne gjødsla spres med nedlegging uten at det tilsettes syre vil dette gi en innsparing i ammoniakktutslippene på om lag 680 tonn.

3.5.4.2 Miljøvennlig spredning på åker

Rask nedmolding av husdyrgjødsla etter spredning reduserer ammoniakkfordinga. Dersom det nyttes nedleggings- eller nedfellingsutstyr til å spre med, kan ammoniakktapet reduseres ytterligere sammenliknet med breispredning. 21 prosent av gjødsla blir spredd på åker og det er 23 prosent av denne gjødsla som blir spredd med nedlegging. Potensialet for utslippsreduksjon er derfor vesentlig mindre enn for gjødsla som spres på eng.

NIBIOs utredning:

I dag blir 11 prosent av gjødsla nedmoldet innen en time mens 23 prosent blir nedmoldet etter 12 timer eller seinere. Tiltaket som NIBIO har vurdert innebærer at andelen gjødsla som nedmoldes innen en time, øker til 34 prosent mens en unngår spredning med nedmolding 12 timer eller seinere.

NIBIO har beregnet at dette kan spare inn ammoniakktutslipp tilsvarende 560 tonn til en kostnad på 2600 kr pr tonn ammoniakk. NIBIO har gått ut fra at kostnaden tilsvarer merkostnaden ved å ta i bruk nedfelling i stedet for breispredning.

Vurdering

Foreløpige tall fra husdyrgjødslaundersøkelsen viser følgende fordeling av gjødsla på ulike nedmoldingstider:

0 - 1 timer	11,35 %
1 - 4 timer	29,10 %
4 - 12 timer	36,67 %
12 timer + >	22,88 %

NIBIO har illustrert effekten av endret spredepraksis gjennom å omfordele gjødsla mellom ulike spredetidspunkter. For øvrig er det ikke regnet med endringer i spredemetodene, dvs. at samme andel som tidligere spres med henholdsvis breispreder/kanon og med nedlegging. Breispredning gir betydelige tap. Etter utslipps-faktorene som nyttes, blir tapene halvert ved å gå over til nedlegging eller nedfelling (selv ved rask nedmolding, innen fire timer). Dersom all blautgjødsla som tilføres på åker, spres med nedlegging, kan det gi en besparelse på ytterligere 240 tonn ammoniakk.

Etter (foreløpige) tall fra gjødslaundersøkelsen er mest vanlig tid fra spredning fram til gjødsla blir innarbeidet i jorda, 4-12 timer. Samtidig kan et anslag være at 40 prosent av gjødsla spres på arealer hvor nedmolding skjer seinere enn seks timer etter spredning. Ytterligere utslippsreduksjon kan oppnås, ved å stille forskriftskrav som utelukker så lang nedmoldingstid. I direktoratenes rapport av 15.3.2019 er innsparingen av dette anslått til 100 tonn.

Nedmoldingsmetode: Nedmolding ved pløying gir lavere utslipp av ammoniakk enn harving. Ved spredning om våren og om sommeren er utslippsfaktorene ved nedpløying av gjødsla innen 1-4 timer halvparten av faktorene som nyttes dersom gjødsla harves ned innenfor samme tidsrom. For foretakene vil kostnadene med nedmoldingen være en god del høyere dersom jorda skal pløyes.

I SSBs gjødslaundersøkelse spørres det ikke om nedmoldingsmetode og i utslippsregnskapet er det forutsatt at all nedmolding av gjødsla skjer ved pløying. Ved beregning av utslippsbesparelser har NIBIO gått ut fra at nedmolding av gjødsla skjer ved pløying. Gjeldende praksis er nok at en stor del av husdyrgjødsla til korn foregår ved at gjødsla spres på stubben og pløyes ned. Å harve ned gjødsla etter spredning er rimeligere for foretakene og vi må nok anta at dette gjøres for en del av gjødsla. Dette trekker i retning av høyere utslipp under praktiske forhold enn det som NIBIO har gått ut fra.

NIBIOs vurderinger rundt utslippsreduksjon ved spredning på åker synes likevel noe lavt estimert. Større besparelser dersom en del av gjødsla spres med nedlegging og ved å utelukke nedmolding seinere enn 6 timer etter spredning. Vi anslår derfor at mulig besparelse ved miljøvennlig spredning på åker kan være et par hundre tonn høyere enn det NIBIO har kommet frem til.

Virkemiddelbruk: NIBIO har gått ut fra en merkostnad på 55 kr pr dekar som for 245 648 dekar utgjør 13,5 mill. kroner. Til fratrekk kommer spart nitrogen som utgjør 4,9 mill. kroner. For foretakene vil lønnsomhetsgrensen ligge ved et tilskudd på om lag 45 kr pr dekar, men dette vil variere mellom foretak.

For å få regionalt miljøtilskudd for spredning med rask nedmolding (innen to timer, uten krav til spredemetode) gis et tilskudd som varierer mellom fylkene, fra 50 til 130 kr pr. dekar. Tilskuddet til nedfelling (og nedlegging) varierer mellom 20 og opp til 130 kroner. I tillegg gis det tilskudd for bruk av tilførselsslanger som varierer mellom 33 og 250! kroner. Flere fylker opererer med et høyt tilskudd for tilførselsslanger for å fremme vanninnblanding og motvirke fare for jordpakking. Det ser derfor ut til at tilskuddene minst dekker de anslåtte merkostnadene med rask nedmolding.

På bakgrunn av føring fra jordbruksoppgjøret 2018 har alle fylker nå innført tilskudd til nedlegging/nedfelling. Ved spredning på åpen åker er det krav om at gjødsla skal nedmoldes innen to timer.

Tilskuddssatsene vil i de fleste fylker dekke de anslåtte merkostnadene med rask nedmolding/nedfelling. I noen (korn)fylker forutsettes imidlertid dette at det også nyttes tilførselsslanger og en forklaring til at forholdsvis lite av gjødsla spres med nedmolding innen to timer kan være at utstyr for nedfelling /tilførselsslanger er mindre tilgjengelig i kornområdene.

Potensielt åkerareal der det kan spres med nedlegging og/eller rask nedmolding

Av SSBs gjødselundersøkelse framgår at 1,03 mill. dekar åpen åker ble gjødslet minst en gang med husdyrgjødsel i 2018. Totalt ble det spredd 2,30 mill. tonn husdyrgjødsel på åpen åker som tilsvarer 2,2 tonn pr. dekar. Det ble brukt nedleggings- eller nedfellingsutstyr på om lag 205 000 dekar. (Nedfellingsutstyr ble nyttet på 10 000 dekar.) Den resterende delen av gjødsla ble spredd med breispreder eller kanon eller som fast gjødsel.

Ut fra søknadsdata for regionalt miljøtilskudd ble det i 2018 gitt tilskudd til rask nedmolding (innen to timer eller fire timer) på knapt 100 000 dekar, mens det er nyttet utstyr for nedlegging/nedfelling på i underkant av 60 000 dekar. Foreløpige tall for 2019 viser at det er spredd med rask nedmolding på 101 000 dekar. Vi har ikke lenger tall for antall dekar som er spredd med utstyr for nedlegging eller nedfelling, men dette anslås til 70 000 dekar.

Det ser ut til å være en forskjell i arealet med nedlegging på 100 000 dekar mellom hva bøndene selv har oppgitt i SSBs gjødselundersøkelse og Landbruksdirektoratets tilskuddsstatistikk. Her er det viktig å være klar over at et vilkår for tilskudd til nedlegging på åker er at gjødsla nedmoldes innen to timer. Det er således en god del spredning på åker med nedleggingsutstyr som ikke er tilskuddsberettiget fordi gjødsla nedmoldes for seint.

I direktoratenes rapport 15.3.2019 er det anslått at spredning med nedmolding innen to timer kan gjennomføres på 630 000 dekar og at det på halvparten av arealet kan spres med nedlegging (og nedmolding innen to timer). Utslippsreduksjonen av dette ble anslått til 540 tonn ammoniakk.

For å oppnå ytterligere utslippsbesparelse ble det antydnet at dette kan gjøres gjennom å stille forskriftskrav om en nedmoldingsfrist på 6 timer for spredning som det ikke ytes tilskudd til. Besparelsen av dette ble anslått til å bli 100 tonn. Vi er ikke regnet på merkostnadene med et slikt krav.

NIBIOs utredning angir en utslippsinnsparing i samme størrelsesorden som direktoratene kom fram til i fjor, men at denne oppnås gjennom nedmolding innen en time i stedet for to. NIBIO vurderer ellers at besparelsene ved krav om nedlegging er små i forhold til besparelsen som oppnås.

Dagens tilskuddsregelverk har som kjent krav om to timer nedmolding. Vår foreløpige vurdering er at det vil være lite å vinne på å endre dette før vi eventuelt får erfaringsgrunnlag som taler for en endring.

3.5.5 Spredning av biorest fra husdyrgjødsel

Et av tiltakene som er utredet i Klimakur 2030 (Miljødirektoratet, 2020) gjelder bruk av husdyrgjødsel til biogass. Tiltaket som er utredet innebærer at utnyttelsen av husdyrgjødsel til biogass økes fra dagens nivå (en prosent av gjødsla) til 25 prosent av all tilgjengelig husdyrgjødsel i husdyrrom og lager i 2030.

Biorest skiller seg fra blautgjødsel ved at innholdet av organisk stoff er lavere, og at det derfor er mindre sannsynlig at det danner seg en skorpe i lageret. Mengden uorganisk nitrogen (NH_4^+ og NH_3) og pH øker. Økende mengde uorganisk nitrogen og økning i pH medfører generelt at mer nitrogen unnslipper som ammoniakk. Det er også grunn til å regne med at det dannes mer lystgass.

Det er usikkert om hvor mye høyere utslipp vi har fra biorest sammenlignet med ubehandlet husdyrgjødsel.

Biogassprosessen gir økt mobilisering av lett tilgjengelig nitrogen i husdyrgjødsla, som øker gjødselverdien av bioresten dersom en unngår at for mye tapes til luften. Dekke på biorestlageret og miljøvennlig spredning er åpenbare tiltak som begrenser tapene.

3.5.6 Bedre spredetidspunkt og lagerkapasitet for husdyrgjødsel

Forskriften om gjødselvarer med mer av organisk opphav har bestemmelse om krav til lagerkapasitet for husdyrgjødsel og om tillatt spredetidspunkt. Forslagene til nytt gjødselregelverk omfatter å innskrenke adgangen til spredning om høsten. Gjødsel må da omfordeles slik at den spres om våren eller sommeren.

Spredning om høsten gir høy avrenning til vann og dårlig utnyttelse av nitrogenet. Ved å omfordele slik at all gjødsel spres om våren eller sommeren, kan man spare mineralgjødsel og tilhørende lystgassutslipp. Spredning om sommeren medfører imidlertid at ammoniakktutslippene øker sammenliknet med spredning om våren eller høsten, med tilsvarende økning i denne kilden til indirekte lystgassutslipp. NIBIO (2016) har utredet økt lagerkapasitet fra 8 – 12 måneder og sett på samlede effekter for utslipp. Utredningen viser at dersom lagringsperioden utvides til 12 måneder, øker ammoniakktutslippene fra lagring og spredning med 100 til 250 tonn per år. I utredningen av nytt gjødselregelverk er det anslått at ammoniakktutslippene vil øke med om i overkant av 100 tonn dersom kravet til spredetidspunkt innskjerpes. Den viktigste nytten av tiltaket er å redusere avrenningen av fosfor og nitrat. I klimakurutredningen er det anslått at forbedret spredetidspunkt for husdyrgjødsel kan gi en utslippsbesparelse på vel 70 tusen tonn CO₂-ekvivalenter.

3.6 Tiltak for reduserte ammoniakktutslipp fra mineralgjødsel

NIBIOs rapport

Bruk av ammonium- og ureabasert mineralgjødsel fører til utslipp av ammoniakk. Det er størst fare for ammoniakkkfordampning ved bruk av urea. Når vi gjødsler med ammoniumbasert gjødsel blir ammoniumet løst opp i væske i jord og luft. Andelen av ammoniakk som fordampes fra væska er avhengig av den kjemiske sammensetning i væska, temperatur og overflate eksponert til luft.

Tilført mengde mineralgjødsel, type gjødsel og spredemetode (nedmolding) påvirker mengden ammoniakk som slippes ut ved bruk av mineralgjødsel.

Utslippsreduksjonspotensial

NIBIO har i sin rapport vurdert forskjellige ammoniakkredukerende tiltak ved bruk av mineralgjødsel. I beregningene har de brukt utslippsfaktorene for ammoniakk etter European Environment Agency (EEA) sine retningslinjer fra 2016. Tabell 8 gir en oversikt over reduksjonspotensialet for redusert gjødsling, redusert bruk av ureabasert mineralgjødsel og redusert bruk av fullgjødsel.

Nedmolding av mineralgjødsel reduserer ammoniakktapet og etter UNECE-veilederen vil dette redusere utslippet fra ureagjødsel med 50-80 prosent. NIBIO anbefaler at ammoniakkbeparelsen av nedmolding av mineralgjødsling til korn innarbeides i det norske utslippsregnskapet og at det nyttes en faktor for utslippsreduksjon på 50 prosent som er den samme som nyttes i Finland. I Norge utgjør slik nedmolding en reduksjon i ammoniakktutslippene på 155 tonn ammoniakk per år frem til 2030. Nedmolding er likevel ikke tatt med i reduksjonspotensialet, fordi dette allerede er vanlig praksis ved vårgjødsling til korn (og grønnsaker/potet).

Redusert gjødsling

Analyser viser at det kan være mulig å redusere nitrogengjødslingen med ti prosent uten at avlingen reduseres. Dersom vi antar en jevn reduksjon i bruken av alle typer mineralgjødsel frem til 2030, vil det totale utslippet reduseres med 162 tonn ammoniakk. Tiltaket vil i tillegg redusere lystgassutslippet med 194 tonn, og bidra til positive effekter for vannmiljø som følge av redusert avrenning av nitrogen og fosfor.

Aktuelle virkemidler er:

- Balansert gjødsling utfra forventet avling som grunnlag for gjødslingsplan (5-års gjennomsnitt)
- Kontroll av gjødslingsplan, elektronisk rapportering og faktisk forbruk (stikkprøver)
- Delt gjødsling (kan også bytte NPK til N-gjødsel i delgjødsling)
- Styreassistanse og seksjonskontroll ved gjødseltildeling.

Redusert bruk av fullgjødsel

Skifte fra fullgjødsel (NPK 25-2-6) til N-gjødsel kan bidra til reduserte kostnader for bonden, dersom halvparten av NPK-gjødsel erstattes med OPTI-NS. Et slikt tiltak vil redusere det årlige ammoniakkutslippet med 88 tonn. NPK 25-2-6 nyttes i stor grad til eng sammen med husdyrgjødsel. På engarealer der det ikke nyttes husdyrgjødsel kan ikke OPTI-NS erstatte NPK-gjødsel uten at det reduserer avlingen og det er usikkerhet knyttet til hvor stor del av NPK 25-2-6 som kan byttes ut med OPTI-NS.

Aktuelle virkemidler er:

- Krav om å utnytte organisk gjødsel best mulig vil bidra til redusert bruk av fullgjødsel
- Krav om balansert gjødsling vil bidra til at fullgjødsel (NPK 25 – 2 – 6) i større grad blir byttet til OPTI-NS.
- Forbud mot bruk av fullgjødsel (NPK 25– 2 – 6) der bruk av organisk gjødsel dekker plantenes P- og K-behov.

Redusert bruk av ureabasert mineralgjødsel

I Norge omsettes det lite ureabasert mineralgjødsel. Ammoniakkutslippet fra ureabasert gjødsel utgjør bare 0,2 % av det totale utslippet av ammoniakk fra mineralgjødsel. Det er mulig å redusere bruken av ureabasert mineralgjødsel ytterligere ved å bytte til en annen type nitrogengjødsel med lavere ammoniakkutslipp, for eksempel OPTI-NS. Et slikt tiltak vil redusere det årlige ammoniakkutslippet med 9 tonn.

Aktuelle virkemidler er:

- Informere om at ureabasert mineralgjødsel kun bør benyttes der det er strengt nødvendig, og der det ikke finnes fullgode alternativer med lavere ammoniakkutslipp.

Tabell 8: Oversikt over ulike ammoniakktiltak i tonn og % av mineralgjødselutslipp, og indirekte lystgassutslipp. Fra NIBIO, 2019)

Tiltak	Bedrifts- økonomiske kostnader	Samfunns- økonomiske kostnader	NH ₃ utslipp- reduksjon (%) i 2030, tonn	N ₂ O utslipp- reduksjon i 2030 pga red. NH ₃ -tap, tonn	N ₂ O utslippred. (direkte og andre indir.) i 2030, tonn
Redusert N- gjødsling med 10%	Potensiale for reduserte kostnader	Tilpasnings- kostnader	162 (10%)	2,1	194
Skifte 50% av NPK 25-2-6 med OPTI- NS	Potensiale for reduserte kostnader	Tilpasnings- kostnader	88 (5%)	1,1	
Bytte ut Urea med OPTI-KAS			9 (0,5%)	0,11	

Vurdering

NIBIOs utredning viser at potensialet for å redusere utslipp fra mineralgjødning er relativt lite. Se Tabell 8. Dette kommer av at det i norske jordbruk for det meste nyttes gjødseltyper med lave tapsfaktorer slik at det er lite å vinne på å bytte ut til gjødseltyper med lavere utslippsfaktorer.

Hovedtiltaket vil derfor være å optimalisere bruken av mineralgjødning gjennom best mulig tilpassing av gjødslinga til vekstenes behov og best mulig utnyttelse av husdyrgjødsel. NIBIO har blant annet anslått at mer miljøvennlig spredning vil kunne redusere behovet for mineralgjødning og dermed redusere ammoniakktilslipp fra mineralgjødning i 2030 med 290 tonn.

Balansert gjødsling innebærer at næringsstoffmengden som tilføres med gjødning avpasses i forhold til det som føres bort med avling etter fratrukk for det som allerede er til stede i jorda. NIBIOs gjødslingsanbefalinger bygger på prinsippet om balansert næringstilførsel som også ligger til grunn for all gjødslingsplanlegging. Ved bruk av husdyrgjødsel vil best mulig avpassing av mineralgjødslinga til næringsstoffmengdene som tilføres gjennom husdyrgjødsel er et sentralt punkt (jf. kapittel 3.1 om helhetlig nitrogenforvaltning).

Ved gjødsling til eng kan det være et visst potensiale for å erstatte NPK 25-2-6 med OPTI-NS som har lavere utslippsfaktor. Det er vanskelig å anse virkemidler for dette annet enn at dette hensynet bør innarbeides i gjødslingsanbefalinger og -planlegging.

Gjødslingsplanleggingen kan aldri bli bedre enn forutsetningene den bygger på ved planleggingstidspunktet. Vekstforholdene kan endre seg og dermed kan det oppstå avvik mellom planteopptak og tilgjengelig plantenæring.

En kan anta at bonden oftere gjødsler for å være på den sikre siden, heller enn å risikere avlingstap forårsaket av utilstrekkelig gjødsling. Vi har i dag et forskriftskrav om at alle foretak som mottar produksjonstilskudd skal ha en gjødslingsplan, men det er ikke noen myndighetsoppfølging av om/hvordan planen faktisk følges. Sterkere oppfølging av gjødslingsplan med krav om registrering av mengder og typer gjødning som nyttes på ulike skifter, kan derfor tenkes, særlig for foretak i sårbare områder, og for foretak som benytter husdyrgjødsel (og andre organiske gjødselvarer). Vi viser også til utredningen om nytt gjødselregelverk der det er anbefalt særlig oppfølging av foretak med mye husdyrgjødsel. Et slikt krav vil imøtekomme mål, ikke bare i Göteborgprotokollen, men også mål i henhold til EØS-regelverk som nitratdirektivet og vanddirektivet.

EMEP/EEA har utarbeidet forslag til nye retningslinjer som innebærer at utslippsfaktorene for ammoniakk nesten fordobles sammenlignet med gjeldende utslippsfaktorer som er lagt til grunn for NIBIOs analyse. Dersom utslippsfaktorene økes, vil potensialet for reduserte ammoniakktilslipp og påfølgende reduksjon i indirekte lystgass øke tilsvarende.

3.7 Tiltak for å erstatte mineralgjødning med biorest fra matavfall

Når matavfall og andre organiske råvarer blir behandlet i biogassanlegg får vi en biorest som kan benyttes til gjødning. Bioresten vil være opphav til ammoniakkdannelse, avhengig av nitrogeninnholdet.

Carbon Limits (2019) har beregnet mengde biorest fra alle de ulike råstoffene til biogassproduksjon i 2030. Carbon Limits antar at vi vil kunne få en økning fra 112 000 tonn biorest i 2018 til 248 400 tonn i 2030 i våtvekt. Det betyr et potensial på 136 400 tonn biorest fra matavfall som vil kunne erstatte mineralgjødning.

I Østfoldforskning (2019) presenteres resultatene fra en spørreundersøkelse som viser at 80 prosent av respondentene, som leverer husdyrgjødsel til sentralt biogassanlegg og som mottar biorest i retur, mener at bioresten har redusert behovet for mineralgjødning. Den reduserte mengden varierte mellom 4 og 79 kg mineralgjødning per tonn biorest mottatt, med et gjennomsnitt på 20 kg mineralgjødning erstattet per tonn biorest.

Potensialet for å erstatte mineralgjødsel med biorest fra matavfall i 2030 kan beregnes basert på mengden biorest beregnet av Carbon Limits og mineralgjødsel beregnes for 2030 ved bruk av resultater fra den overnevnte spørreundersøkelsen. Fra denne mengden kan beregnes utslippsreduksjonspotensialet for erstatning av mineralgjødsel med bruk av bioresten. Resultatene i Tabell 9 viser en økning av NH₃-utslipp hvis biorestmengden erstatter mindre enn 50 kg per tonn biorest.

Tabell 9: Potensial for utslippsreduksjon i ammoniakk som følge av å erstatte mineralgjødsel med biorest fra matavfall.

Erstatningsfaktor (kg mineralgjødsel / tonn biorest)	4	20	51	79
Mengde biorest fra Matavfall (tonn våtvekt)	136 337			
Utslippsøkning fra forbruk av biorest som gjødsel (tonn NH ₃)	75			
Erstatningspotensial (tonn mineralgjødsel)	545	2 727	6 944	10 771
Utslippsreduksjonspotensial (tonn NH ₃ .)	6	29	75	116
Total utslippsreduksjonspotensial (tonn NH ₃)	-69	-46	0	41

Usikkerheten i den faktiske mengden biorest som må til for å erstatte mineralgjødsel viser at det er behov for mer kunnskap. Utslippsreduksjonspotensialet ved å erstatte biorest med mineralgjødsel bør dokumenteres enda bedre, og kvantifiseres med større grad av sikkerhet.

Utslippstallene for bruk av biorest avhenger også av hvordan den blir lagret og brukt. Dersom man bruker beste tilgjengelige teknologi for spredning av bioresten, vil det ha en positiv effekt på utslipp av NH₃.

3.8 Tiltak for bedre nitrogenforvaltning på gårdsnivå

Nitrogen er avgjørende for avlingsmengde og avlingskvalitet og for avdrått og velferd hos produksjonsdyr. Nitrogenet forekommer i ulike former (forbindelser) i livsprosessene som gjør det ulikt utsatt for tap til luft og vann. Helhetlig nitrogenforvaltning innebærer å ta best mulig vare på nitrogenet slik at mest mulig kommer til nytte for produksjon og minst mulig er til ulempe for miljøet.

Redusert mengde nitrogen inn og økt opptak i produkt er sentralt i god nitrogenforvaltning. Nitrogenbalanse er en hovedindikator for N-forvaltning. Næringsbalanse innebærer å avpasse tilførselene etter behovet. Næringsbalansen på foretaksnivå («farm-gate balance») er differansen mellom det som tilføres inn til gårdsdriften, i fôr og gjødsel, og det som tas ut i produkter som melk, kjøtt og planteprodukter.

Helhetlig nitrogenforvaltning innebærer at alle nitrogenkilder på gården betraktes i et nitrogensyklus-perspektiv, at alle nitrogenkilder lagres og håndteres riktig, at nitrogenmengdene er nøye tilpasset behovet hos planter og dyr, at alle nitrogentilførsel skjer til riktig tid og på riktig sted, med hensiktsmessig teknikk og i riktige mengder i forhold til behovet hos planter og dyr og at alle tapsveier ses i sammenheng.

I praksis innebærer dette at proteininnhold og sammensetning er best mulig tilpasset dyrenes behov og at en unngår overføring med protein som gir økt utskillelse i gjødsla. Grovfôranalyser er viktige for å avpasse proteinforinga til storfé, særlig mjølkekyr. Tilsvarende innebærer det at gjødslinga avpasses mot det som føres vekk med avlinga og at mineralgjødsel supplerer husdyrgjødsel ut fra prinsippet om balansert næringstilførsel.

For husdyrgjødsel gjelder det å minimere alle tapsposter i håndteringskjeden og ta hensyn til besparelsene som oppstår ved de ulike tiltakene.

Vi har i dag ulike verktøy for gjødslingsplanlegging (feks «Skifteplan», «Jordplan») og fôrplanlegging («NorFor»/»OptiFor»). Gjennom Klimasmart landbruk arbeides det blant annet med en klimagasskalkulator (HolosNor) som planleggings- og rådgivningsverktøy på gårdsnivå. Det faglige grunnlaget for gjødslingsplanleggingen er basert på NIBIOs gjødslingshåndbok hvor det også er tabellverk for husdyrgjødsel. Et spørsmål kan være om verktøyene bedre kan synliggjøre hva som kan tapes og hva som kan spares ved å gjøre tiltak for å hindre ammoniakktap og avrenningstap fra husdyrgjødsel. Her vil det være mulig å hente erfaringer fra Danmark (proteinoptimalisering i fôr, balansert gjødsling) og Sverige (geografiske områder med strengere krav til gjødsling, beregningsverktøy).

3.9 Klimaendringer og betydning for ammoniakktlipp

Det er forventet at klimaet i Norge vil endre seg frem mot 2100. Framskrivningene viser at årstemperaturen kan øke med 4,5 grader Celsius og at årsnedbøren kan øke med 18 prosent mot slutten av dette århundret, jf. Klima i Norge 2100 (2015). Det beregnes en temperaturbasert forlengelse av vekstsesongen på 1–2 måneder i store deler av landet, og opp mot 2-3 måneder i enkelte områder, frem mot 2100. På den andre siden vil økt nedbør og mer ekstremvær i fremtiden gi utfordringer som må håndteres.

Økt nedbør betyr ikke nødvendigvis at det over tid blir mer fuktighet i bakken eller større vannføring i elvene. Endringer i temperatur er avgjørende for endringer i hydrologisk tørke, definert som underskudd på markvann, lav grunnvannstand og lange perioder med lav vannføring i elver. I Klima i Norge beskrives det hvordan økt fordampning i regioner hvor årsnedbøren forventes å øke, kan gi flere perioder med hydrologisk sommertøke.

En konsekvens av sommertørken i 2018 har vært økte utslipp fra ammoniakkbehandling av halm; fra 300 tonn i 2017 til 1700 tonn i 2018. Mer spredning av husdyrgjødsel under ugunstige forhold med økte tap, kan være en annen praktisk konsekvens av klimaendringene.

Videre kan klimaendringene gjøre det aktuelt å dyrke andre vekster sammenlignet med i dag, noe som kan få betydning for det totale gjødslingsbehovet og ammoniakktlippene fra gjødsling.

Vurdering

Vi anbefaler at utslippsfaktorene for ammoniakk i det norske regnskapet oppdateres dersom temperaturendringene tilsier at faktorene bør endres.

Endringer i vekstsesongens lengde, nedbør og temperaturforhold kan gi endringer i vekstvalg og høsteregimer og gi behov for driftsmessige, agronomiske tilpasninger av f.eks. jordarbeiding og gjødsling, herunder endringer i gjødslingstidspunkt, gjødslingsmengder og spredemetode. Således kan klimaendringer også påvirke omfanget og sammensetningen av de ulike jordbruksproduksjonene. Framskrivningene for ammoniakktlipp bør oppdateres i tråd med slike utviklingstrekk.

Klimaendringene som kommer med mer ekstreme værepisoder (av varierende lengde) må vil kunne gi mer varierende og krevende dyrkingsforhold og som følge av dette økte næringsstofftap til luft og vann. Slike forventede effekter av klimaendringene bør innarbeides i en vegledning om god praksis. Et eksempel kan være å unngå spredning av husdyrgjødsel i tørt og varmt være.

Med tanke på fremtidige situasjoner med sterk mangel grovfôr, kan det være grunner for å vurdere alternativer til ammoniakkbehandling av halm og evt. andre erstatninger for gras til drøvtyggere.

4 Klimatiltak med indirekte effekt på ammoniakkutslipp fra jordbruket

4.1 Endret kosthold og redusert matsvinn

I Klimakur 2030 (Miljødirektoratet et al, 2020) er det utredet ulike tiltak for å redusere utslippene av klimagasser fra norsk jordbruk. Tiltak for å redusere klimagassutslipp fra husdyrgjødsel inngår blant tiltakene som er vurdert.

Tiltakene «Overgang fra rødt kjøtt til plantebasert kost og fisk» og « redusert matsvinn» vil indirekte påvirke ammoniakkutslippene ved at omfang og sammensetning av jordbruksproduksjonen endres.

Endret kosthold med overgang fra rødt kjøtt til mer plantebasert kost og fisk gir endring i klimagassutslipp fordi sammensetningen av norsk jordbruksproduksjon endres når forbruker endrer kostholdet i retning av mat med lavere klimaavtrykk. Utgangspunktet i Klimakur 2030 er at alle i befolkningen følger kostrådet for rødt kjøtt og at de andre av Helsedirektoratets kostråd oppfylles helt eller i større grad enn i dag ved at redusert kjøttmengde erstattes med plantebasert kost og fisk. I forutsetningene ligger også at norskandelen av forbruket øker, altså at forbruket endres fra importerte varer til norskproduserte varer. Dette gjelder for både kjøttvarer og vegetabiliske varer. Tiltaket vil medføre lavere dyretall og dermed mindre husdyrgjødselmengder. Kostholdstiltaket vil således påvirke ammoniakkutslipp fra fôring av husdyr, lagring av husdyrgjødsel og bruk av husdyrgjødsel, mineralgjødsel og flytende biogjødsel (feks. biorest fra biogassanlegg). Noen virksomheter vil kunne legge om fra eng til korn/grønnsaker dersom arealene kan benyttes til dette. Slike endringer vil innebære økt behov for mineralgjødsel.

Tiltak for å redusere matsvinn kan gi utslippsreduksjoner fordi norsk jordbruksproduksjon kan reduseres når mindre mat kastes. Redusert matsvinn vil også medføre lavere dyretall og mindre husdyrgjødselmengder. Matsvinntiltaket tar utgangspunkt i bransjeavtalen for matsvinn med mål om å halvere matsvinnet i 2030 sammenlignet med 2015.

Tabell 10 viser reduksjonspotensialet for ammoniakk ved klimakurtiltakene «endret kosthold» og « redusert matsvinn» sammenlignet med referansebane NB2020. Reduksjonspotensialet for NH_3 er beregnet ved hjelp av nitrogenmodellen for husdyrgjødsel¹⁰ og med samme forventede framskrivning av husdyrtall som er benyttet i Klimakur 2030. I ammoniakkberegningen er det imidlertid ikke tatt hensyn til at de to tiltakene til viss grad er overlappende. I klimakurberegningen ble utslippsreduksjonspotensialet for matsvinntiltaket nedskalert fordi matsvinn påvirkes av kostholdstiltaket. I tiltaksberegningen er det bare tatt hensyn til økt behov for mineralgjødsel på grunn av mindre tilgang til husdyrgjødsel, ikke at forskjellig type avling har forskjellig behov for N-gjødsling.

¹⁰ versjon 1.1 datert 25.02.2019

Tabell 10: Oversikt over reduksjonspotensial i tonn NH₃ og % av jordbruksutslippene for kosthold- og matsvinniltak år 2030.

Tiltak	NH ₃ Utslipps- reduksjon tonn/år (%) 2030	CO ₂ -ekv. Utslipps- reduksjon tonn/år 2030
Endret kosthold	- 6 322 tonn (-19,6%)	- 720 000
Redusert matsvinn	- 1 707 tonn (-5,3%)	- 210 000

Kilde: Klimakur 2030 (CO₂-ekv.), og beregninger Miljødirektoratet for NH₃.

Vurdering

Endret kosthold og redusert matsvinn er vurdert som samfunnsøkonomisk lønnsomme klimatiltak. Tiltakene fordrer vesentlige endringer i atferd i husholdningene, samt en fortsatt og styrket innsats hos flere aktører i verdikjeden, blant annet matindustrien, grossister, dagligvarehandel og serveringsbransjen.

Det er stor usikkerhet knyttet til datagrunnlaget og til effekten av virkemiddelbruk (feks. informasjonsvirkemidler). Det er også knyttet betydelig usikkerhet til hvilke effekter endret kosthold og redusert matsvinn kan få for omfanget av norsk husdyrproduksjon. Naturgitte forhold begrenser hva slags arealer som er tilgjengelige og hvilke vekster som kan dyrkes i ulike deler av landet.

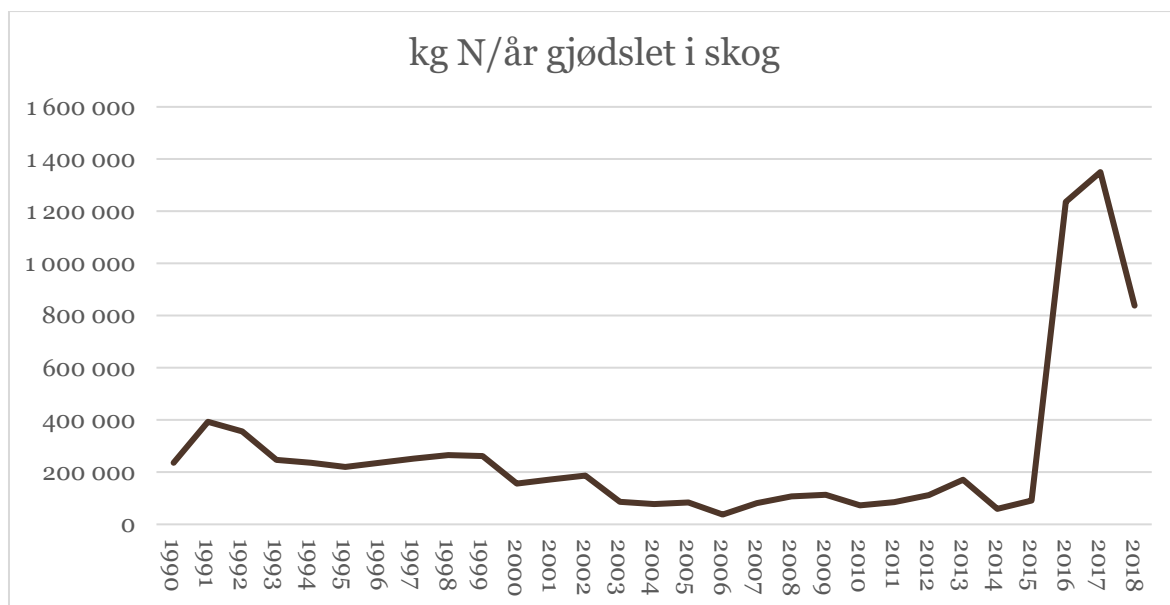
Det er usikkert hvor store ammoniakkreduksjoner klimatiltakene "endret kosthold" og " redusert matsvinn" vil kunne utløse på kort sikt. 2020-målet for ammoniakk i Gøteborgprotokollen bør først og fremst oppnås gjennom driftsmessige tiltak og forbedringer i jordbruksproduksjonen.

Tiltakene i UNECE-veilederen har til siktemål å redusere ammoniakkutslipp fra jordbrukskildene ut fra et helhetlig perspektiv på nitrogenforvaltningen og omfatter tiltak på gårdsnivå i hele nitrogensyklusen. Utover særskilte tiltak som skal få ned utslippene fra spesifikke kilder, vil endringer i omfang og sammensetning av jordbruksproduksjon ha betydning for størrelsen av de ulike utslippskildene. Effektene av endret marked og etterspørsel på norsk husdyrproduksjon vil etter hvert bli innarbeidet i framtidig oppdatering av referansebane for ammoniakkutslipp fra jordbruket

4.2 Gjødsling av skog

I Klimakur 2030 (Miljødirektoratet et al, 2020) blir nitrogengjødsling av skog nevnt som et tiltak for å øke karbonbindingen i eksisterende skog. Engangsgjødsling med nitrogen gir økt tilvekst i 8-10 år framover.

Det er forventet at utslippene av NH₃ vil øke fra denne kilden fram mot 2030. NH₃ fra skoggjødsling blir ikke bokført i utslippsregnskapet i dag. Utslipp av klimagasser blir rapportert under LULUCF-sektoren. Etter at en tilskuddsordning ble innført i 2016 har gjødslingen hatt en tydelig oppgang, se Figur 9.



Figur 9: Omfang av skoggjødsling i kg nitrogen/år. 1990-2018. Kilde: SSB

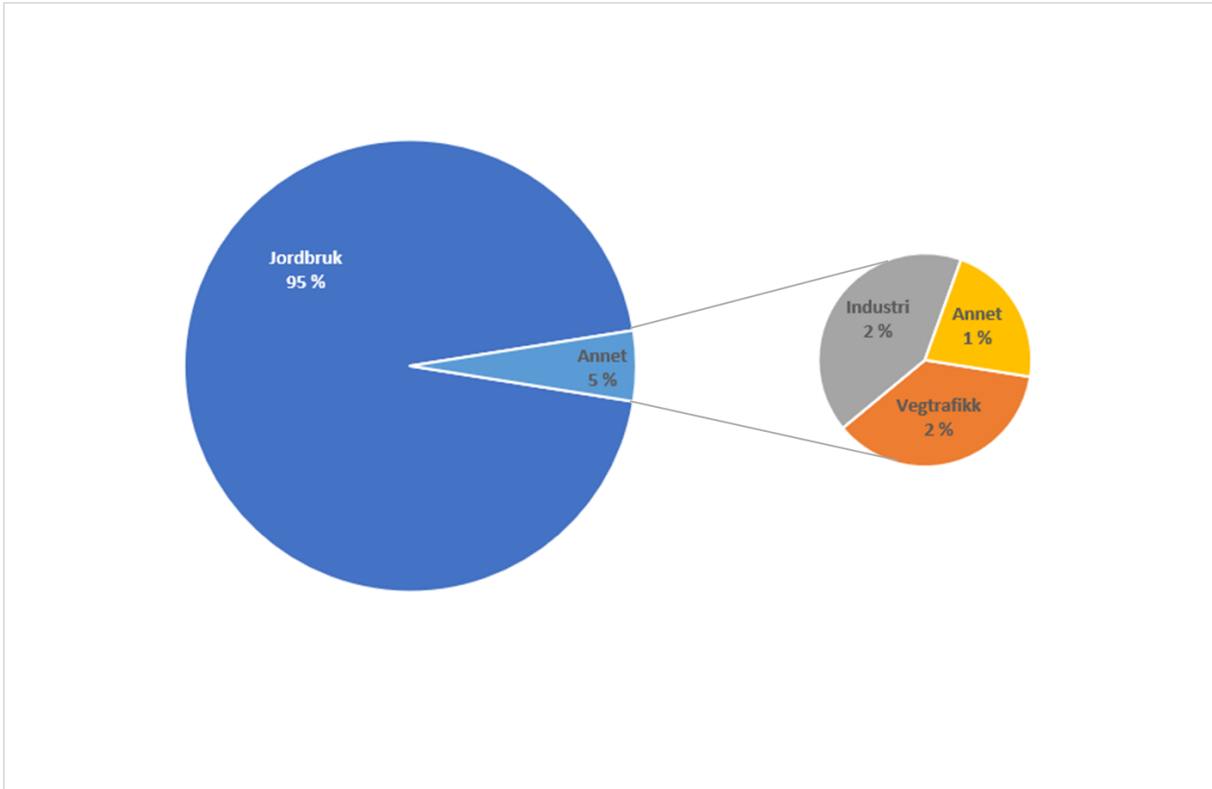
I Norge gjødsles det i all hovedsak med Opti-KAS Skog (Yara). KAS står for kalkammonsalpeter, og gjødselen er tilsatt kalk for å motvirke forsuring. Opti-KAS Skog inneholder 27 vektprosent nitrogen. Vanlig dose som brukes ved gjødsling i Norge er 15 kg N per dekar. Det er gjort anslag på at potensielt gjødslingsareal vil ligge mellom 70 000 og 130 000 dekar i året (Miljødirektoratet 2014), hvilket tilsvarer omtrent 1500 tonn N per år. Ved bruk av utslippsfaktoren for kalkammonsalpeter (CAN) fra EEA (2019) på 8 g NH₃/kg N tilsvarer dette et utslipp på ca 12 tonn NH₃ i 2030.

5 Tiltak for reduserte ammoniakkutslipp fra andre sektorer

Som beskrevet i kapittel 2 kommer 95 % av NH₃-utslippene i Norge fra jordbruk. Blant de fem gjenstående prosentandelene er vegtrafikk, industri med kunstgjødselproduksjon og gjødsling av andre arealer enn jordbruk ved bruk av avløpslam de største kildene. Det er lite potensial for ytterligere reduksjon av ammoniakkutslipp fra andre sektorer. Noen små reduksjoner forventes i vegtrafikkssektoren i fremtiden på grunn av elbilparken.

Vurdering

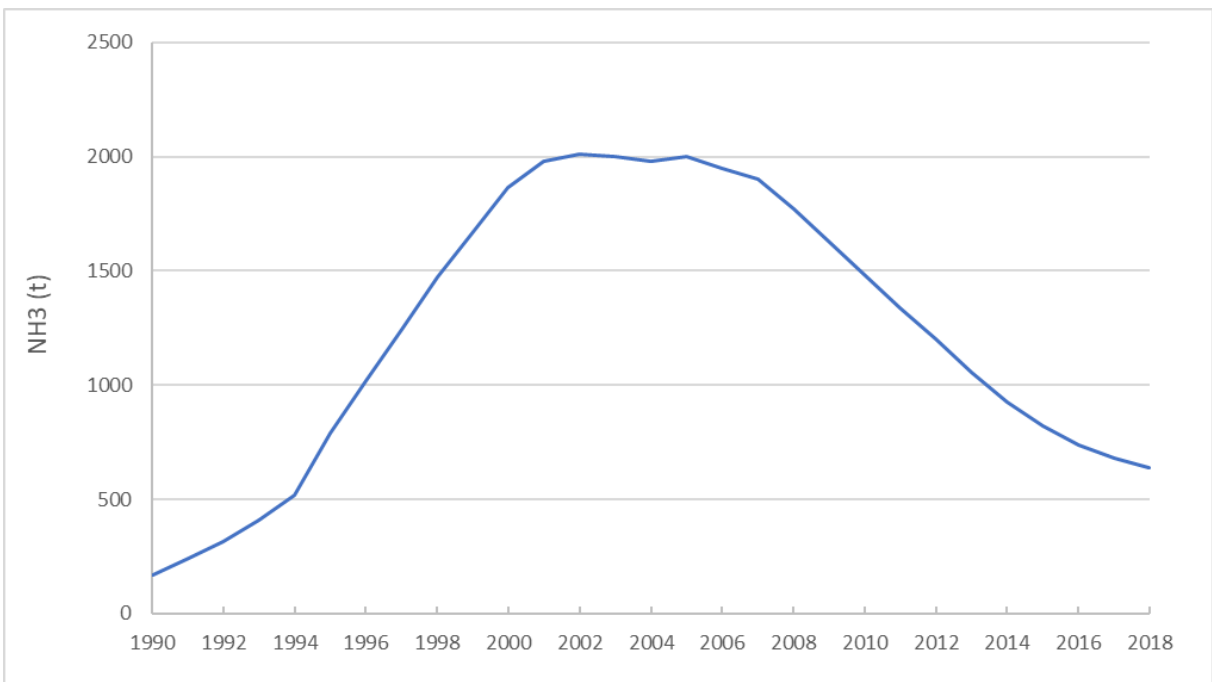
I industrien er praksis i tråd med beste tilgjengelig teknologi i stor grad etablert. Vi anbefaler at tiltak for å redusere utslipp fra andre sektorer ikke tas med i tiltaksprogrammet for ammoniakkutslipp under Gøteborgprotokollen, fordi effekten er svært liten og svært kostbar.



Figur 10: Fordeling av NH₃-utslipp i 2018 på de største kildene

5.1 Veitrafikk

I 2018 har NH₃-utslipp fra veitrafikk ligget på ca. 640 tonn. Dette tilsvarer to prosent av det totale NH₃-utslippet i Norge i 2018. NH₃-utslipp fra veitrafikk økte fram til 2002 på grunn av innføring av treveis katalysator, og har blitt redusert etter 2005 på grunn av forbedringer av katalysatorteknologien. Figur 11 viser utvikling av NH₃-utslipp fra veitrafikk siden 1990.



Figur 11: NH₃-utslipp fra veitrafikk (1990-2018). Tonn. Kilde: SSB, Miljødirektoratet.

Utslippene er redusert med 68 prosent siden 2005, mens veitrafikken målt i kjørte kilometer har vokst med ca. 17 prosent i den samme periode. Til tross for begrenset reduksjonspotensial er ytterligere reduksjoner forventet i fremtida på grunn av økning av antall elbiler.

5.2 Industri

I 2018 var NH₃-utslippene fra industri på ca. 725 tonn. Dette tilsvarer ca. to prosent av det totale NH₃-utslippet i Norge i 2018. Blant industriprosesser er kunstgjødselproduksjon den største kilden av NH₃-utslipp med 534 tonn i 2018. Dette tilsvarer ca. 75 prosent av utslippene fra industrien. NH₃-utslipp fra kunstgjødselproduksjon har økt med 15 prosent i perioden 1990-2018. Utslippene er avhengig av mengde og type gjødsel som produseres. De to norske anleggene som produserer kunstgjødsel har installert våtscrubbere for å redusere NH₃-utslipp der det er teknisk mulig. Dette er i tråd med EU beste tilgjengelig teknikker som er beskrevet i referansedokument "Large Volume Inorganic Chemicals – Ammonia, Acids and Fertilisers" utviklet under Industriutslippsdirektivet. Ingen av de to anleggene har planlagt noe prosjekt med hensyn til å redusere NH₃-utslipp.

5.3 Annet

I 2018 har NH₃-utslipp andre kilder ligget på ca. 310 tonn og dette tilsvarer én prosent av total NH₃-utslippet i Norge. Blant andre kilder er gjødsling av andre arealer enn jordbruk ved bruk av avløps slam den største utslippskilden med 240 tonn NH₃ i 2018.

6 Vurderinger av tiltak og virkemidler for ammoniakk

6.1 Samlet reduksjonspotensial for jordbruket

Det går frem av kapittel 2.1 at norske ammoniakkutslipp i 2018 lå 51 prosent over 2010-kravet i Gøteborgprotokollen og 9 prosent over 2020-kravet. Ammoniakkutslippene må reduseres med henholdsvis 11 750 tonn og 2 910 tonn dersom vi skal nå reduksjonsmålene i Gøteborgprotokollen.

Nye utslippsmål for 2030 er ikke avklart ennå. Dersom vi kun legger resultatene fra GAINS-modellen til grunn og sammenligner med reduksjonsmålene for ammoniakk i andre land, vil et tilsvarende reduksjonsmål for Norge i 2030 være 22 % av utslippene i 2005; det vil si at utslippene må reduseres med 7 600 tonn ammoniakk sammenlignet med utslippet i 2005. Det gjenstår å se om det endelige målet blir i denne størrelsesordenen eller ikke.

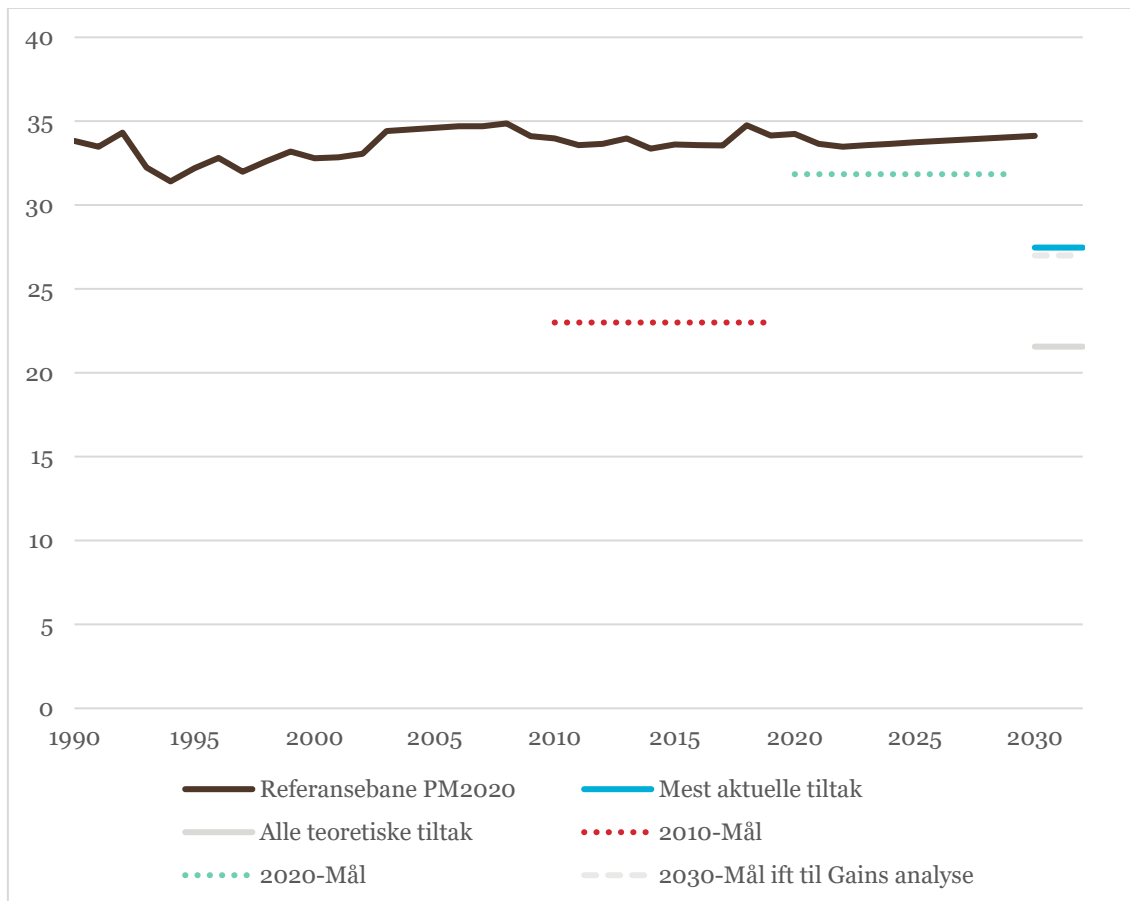
NIBIO viser at dersom alle de aktuelle UNECE kategori 1- og kategori 2-tiltakene implementeres, vil det teoretiske utslippsreduksjonspotensialet for ammoniakk fra jordbruket være 12 500 tonn. Utredningen viser imidlertid at det er flere barrierer som vil gjøre det vanskelig, eller svært vanskelig, for Norge å hente ut hele dette potensialet.

Tabell 11 : Samlet potensial for utslippsreduksjoner for ammoniakk i jordbruket i 2030. Basert på NIBIO (2019).

viser hvilke tiltak som er inkludert i dette beregningsgrunnlaget. Tiltakene har varierende grad av gjennomførbarhet avhengig av virksomhetenes beliggenhet, størrelse og lokal topografi. Tidspunktet for når det kan ventes effekt, varierer mellom ulike tiltak og vil blant annet avhenge av virkemiddelbruk. Enkelte av tiltakene er i gang og det kan være et spørsmål om skalering. Andre tiltak, for eksempel førtiltak, krever nærmere utredning for å klarlegge gjennomførbarhet, innfasing og effekt.

Det er også grunn til å peke på at det hefter betydelig usikkerhet om anslagene for utslippsreduksjoner som følger de ulike tiltakene. Dels kan det være usikkerhet knyttet til utslippsfaktorene som er benyttet, dels om hva som er utgangssituasjonen og dels om tiltakene vil ha den forutsatte effekten. For enkelte tiltak (husdyrrom), mangler vi datagrunnlag for å bedømme hva

som bør gjøres. Enkelte tiltak (fôringstiltak) krever også mer forskning og forsøk før en kan fastslå potensialet. Viktige tiltak (miljøvennlig spredning) er igangsatt og hvor store og raske innsparinger i utslipp som oppnås, vil i stor grad være et spørsmål om styrken i virkemiddelbruken (tilskudd og oppfølging av gjødslingsplan).



Figur 12: Historiske tall 1990-2018 og framskrivning 2019- 2050. kilotonn NH3. Norske utslippsmål og beregnet reduksjon i 2030 når mest aktuelle tiltak og alle teoretiske tiltak blir gjennomført.

NIBIO (2019) har anslått det teoretiske reduksjonspotensialet i jordbruket til 12 500 tonn ammoniakk innen 2030. NIBIO peker imidlertid på at det er stor usikkerhet knyttet til flere av tiltakene (økt beiting, fôring, syretilsetning til husdyrgjødsel), og at det er mer realistisk å oppnå en reduksjon på 5000 tonn. En reduksjon på 5000 tonn tilsvarer en reduksjon på 14 % av de totale norske ammoniakkutslippene i 2005. Utslippsreduksjonsmålet for 2020 er 8 % reduksjon av 2005-utslippet. Siden utslippet i 2018 ligger på omtrent samme nivå som i 2005, vil det si at over halvparten av reduksjonen må skje nå, dersom 2020-målet i Gøteborgprotokollen skal nås i 2020.

Se Figur 12 for en oversikt over utslippsmål og utslippsreduksjonspotensial. De mest aktuelle tiltakene er nærmere beskrevet i kapittel 6.2.

Tabell 11 : Samlet potensial for utslippsreduksjoner for ammoniakk i jordbruket i 2030. Basert på NIBIO (2019).

Tiltak	Reduksjons- potensiale tonn NH₃ 2030	Kr/tonn redusert NH₃ (samf. øk)	Kr/tonn NH₃ (priv.øk)	Barrierer
Syretilsetning gjødsel til eng	4700	30 790	31 835	Syre kan redusere levetiden til betong og metaller. Investering i spredeutstyr. Usikkerhet knyttet til langtidseffekter på helse, miljø og sikkerhet.
Øke fra 22 til 85 % av gjødsla med 1:1 del vann til eng	3490	21 088	23 734	Begrenset til areal i nærheten av driftssenteret. Terreng og arrondering kan gi utfordringer. Investering i spredeutstyr. Tilgang på tilstrekkelig vannmengde.
Øke fra 15 til 85% stripespreiing i eng	2 190	36 953	45 223	Fare for økt avrenning fra bratt areal. Utfordrende med areal langt fra lager. Investering i spredeutstyr. Tungt, kostbart utstyr, uegnet på jord med mye stein.
Optimalisering og intensivering i storfe-produksjonen	810	Ikke beregnet		Usikker nedre grense for proteininnhold i fôr. Kvaliteten på grovfôr varierer.
Økning i andel gjødsel lagt på beite fra 16-25% for melkekyr.	800	Ikke beregnet	Kostnader ved økt tidsbruk og gjerdehold.	Forutsetter tilgang på areal av god kvalitet. Løsdriftsfjøs og melkerobot krever areal i umiddelbar nærhet til fjøset. Fare for opphopning av gjødsel på små arealer; dårlig ressursutnyttelse og økt avrenning av næringsstoffer. Utvidet beiteperiode kan gå utover melkeytelsen uten tilleggsfôring utendørs.
Øke fra 11 til 34% nedmolding innen 1 time	560	2 632	19 863	Liten maskinkapasitet og lav alternativ kostnad. Behov for å leie maskiner og mannskap.
Luftrensing med filter i fjøs for melkekyr	480	Ukjent	Ukjent	Eksisterende fjøs er ikke tilrettelagt for luftrensing. Usikkerhet knyttet til investeringskostnader.
Luftrensing i fjøs for høner og slaktekylling	390	Ikke beregnet	Ikke beregnet	Eksisterende fjøs er ikke tilrettelagt for luftrensing. Usikkerhet knyttet til investeringskostnader
Luftrensing grise fjøs	360	Ikke beregnet	Ikke beregnet	Eksisterende fjøs er ikke tilrettelagt for luftrensing. Usikkerhet knyttet til investeringskostnader

Tiltak	Reduksjons- potensiale tonn NH ₃ 2030	Kr/tonn redusert NH ₃ (samf. øk)	Kr/tonn NH ₃ (priv.øk)	Barrierer
Tak på åpne lager for storfé gjødsel	310	95 575	121 893	Antall åpne lager for storfé uklart i fremtiden. Tiltaket er ikke privatøkonomisk lønnsomt. Nitrogen som holdes tilbake i tette lager går lett tapt dersom det ikke innføres miljøvennlig spredning.
Øke fra 23 til 88% stripespredning i åker	240	Ikke beregnet (liten effekt)	Ikke beregnet	Utfordrende med areal langt fra lager
Redusert N-mineralgjødsling med 10%	162	Potensielt lønnsomt	Potensielt lønnsomt	Krever mer kunnskap om arealenes behov.
Skifte 50% av NPK 25-2-6 med OPTI-NS	88	Potensielt lønnsomt	Potensielt lønnsomt	
Tak/dekke på åpne lager grisegjødsel	69	54 230	113 261	Antall åpne lager for svinegjødsel uklart i fremtiden. Tiltaket er ikke privatøkonomisk lønnsomt. Nitrogen som holdes tilbake i tette lager går lett tapt dersom det ikke innføres miljøvennlig spredning.
Syre i åpne grise-gjødsellager	64	Ikke beregnet	Ikke beregnet	Antall åpne lager for svinegjødsel uklart i fremtiden.
Tett lagring høne- og kyllinggjødsel	28	Ikke beregnet	Ikke beregnet	Tiltaket er ikke privatøkonomisk lønnsomt. Nitrogen som holdes tilbake i tette lager går lett tapt dersom det ikke innføres miljøvennlig spredning.
Bytte ut Urea med OPTI-KAS	9	Kan gi økt kostnad	Kan gi økt kostnad	
<i>Totalt teoretisk potensiale i jordbruket</i>	12 560			

Samfunnsøkonomisk tiltakskostnad avhenger av hvordan ammoniakkutslippene verdsettes. Helse- og miljøverdien for reduserte utslipp av ammoniakk er ikke tatt med i de samfunnsøkonomiske beregningene i NH₃-utslippene kan verdsettes ut fra kostnadene med å gjennomføre tiltak og/eller kostnader med skade som utslippene forårsaker. Skadekostnader er en kombinasjon av helseskadelige partikler, miljøskadelig overgjødsling og forsuring og klimaskadelig lystgass. På oppdrag av Grønn skattekommissjon har Vista Analyse kommet til at gjennomsnittlig skadekostnad for norske NH₃-utslipp ligger på 3 kr/kg NH₃. Denne verdien fanger opp både skadekostnader (forsuring) og en forventet tiltakskostnad for å nå utslippsmålene i Gøteborgprotokollen. The

European Nitrogen Assessment (ENA) har anslått skadekostnader i EU-landene (EU 27) av at nitrogen slippes ut i miljøet. Helsekostnadene er estimert til 2-20 EUR per kilo NH₃-N mens kostnadene med skade på økosystem ligger i intervallet 2-10 EUR per kilo NH₃-N.

I Opitons Ammonia Mitigation opereres med en tiltakskostnad typisk i intervallet 0-10 EUR pr kg NH₃. I utredningen av nytt gjødselregelverk er miljønyttens verdsatt til 30 kr pr kg spart NH₃.

6.2 Aktuelle ammoniakktiltak og virkemidler i jordbruket

Nedenfor følger en gjennomgang av ammoniakktiltakene vi anser som mest aktuelle for å nå 2020-målet i Gøteborgprotokollen (31 840 tonn ammoniakk). Med aktuelle tiltak mener vi de tiltakene som er mest kostnads-effektive og/eller mest gjennomførbare for å etterkomme utslippsreduksjonsmålene. Flere av tiltakene vil også bidra til bedre måloppnåelse i henhold til vanddirektivet og nitratdirektivet, og oppfølging av klimaloven og intensjonsavtalen mellom jordbruket og regjeringen om reduserte klimagassutslipp og økt opptak av karbon.

Tabell 12 viser en oversikt over de mest aktuelle ammoniakktiltakene sortert etter effekten på ammoniakkutslipp.

Spredning av husdyrgjødsel er den største kilden til utslipp av ammoniakk fra jordbruket. Mer miljøvennlige spredemetoder er derfor ett av de viktigste tiltakene for å få ned utslippene. NIBIO har anslått det totale potensialet for utslippsbesparelser ved miljøvennlig spredning til over 11 000 tonn ammoniakk i 2030.

Tabell 12: Oversikt over de mest aktuelle ammoniakktiltakene i jordbruket.

Tiltak	NH ₃ utslipps-reduksjon tonn/år 2030	N ₂ O utslipps-reduksjon tonn/år 2030	CH ₄ (gjødse) utslipps-reduksjon tonn/år 2030	CO ₂ ekv. utslipps-reduksjon inkl. spart mineralgjødse-N tonn/år 2030
1. Miljøvennlig spredning av husdyrgjødsel <i>Stripespredning i kombinasjon med 1:1 del vann</i> <i>Stripespredning på marginalt engareal</i> <i>Rask nedmolding på åker</i>	3 360 687 640	46 7	0 0	30 930 4 850
Sum miljøvennlig spredning	4687	53	0	35780
2. Optimalisering og intensivering i storfe-produksjonen	810	68	Ikke vurdert	20 160
3. Økning i andelen gjødse lagt på beite frå 16-25% for melkekyr	800	-23	470	4 830
4. Redusert bruk av mineralgjødse som følge av spredetiltak (5125 tonn N)	290	101 (inkl.direkte og andre indirekte)	0	Inkludert i spredetiltakene
5. Tett dekke på lager for svinogjødsel	69	-3,4	300	6 835
6. Krav til ammoniakkutslipp fra nye husdyrrom med intensiv drift.	<i>Mangler aktivetsdata</i>			
<i>Totalt reduksjonspotensiale i 2030</i>	6 656			

Om tiltak 1. Miljøvennlig spredning av husdyrgjødsel

Miljøvennlig spredning av husdyrgjødsel kan innebære forskjellige metoder og kostnader, avhengig av om gjødsla spres på eng eller på åker. Spredning på eng kan også ha ulike kostnader avhengig av beliggenhet av arealet. Aktuelle virkemidler må vurderes opp mot slike forhold.

Stripespredning i kombinasjon med vanntilsetting 1:1

Tiltaket innebærer at 64 prosent av all husdyrgjødsel som spres på eng, spres med nedlegging, bruk av tilførselsslanger og vanntilsetting slik at forholdet gjødsel:vann blir 1:1.

Innenfor ordningen med regionale miljøtilskudd (RMP) gis det støtte til miljøvennlig spredning av husdyrgjødsel. Det fastsettes fylkesvise tilskuddssatser som varierer en god del mellom fylkene. Tilskuddssatsen for nedlegging ligger typisk i området 20-80 kroner per dekar, mens tilskuddet for bruk av tilførselsslanger ligger i området 30-130 kroner per dekar. Satsene for nedlegging og bruk av tilførselsslange er til en viss grad tilpasset innbyrdes, slik at samlet tilskudd ligger i området 100-150 kroner per dekar. I enkelte fylker er tilskuddet avgrenset geografisk til områder som er utsatt for vannforurensning.

Det er beregnet at nedlegging og vanntilsetting kan gi en utslippsreduksjon på 3300 tonn ved maksimal utbredelse. Det er imidlertid usikkert om en i praksis vil oppnå den beregnede utslippsinnsparingen som vanntilsettingen gir. Bruk av tilførselsslanger, som det gis tilskudd til, gjør det nødvendig å blande inn vann. I praksis vil graden av vanninnblanding vanskelig kunne kontrolleres. Det er også usikkerhet om størrelsen av arealet som er tilgjengelig for bruk av tilførselsslange.

Dagens tilskudd til miljøvennlig spredning vil dekke merkostnadene som de fleste foretakene vil ha med slik spredning. Alle fylker gir tilskudd for nedlegging og de fleste har også et påslag for bruk av tilførselsslange, men størrelsen av dette påslaget varierer en god del. Økt tilskudd for bruk av tilførselsslange, med krav om bruk av stripespreder og krav til vanninnblanding 1:1, må forventes å gi effekt. Selv om det vil være kontrollutfordringer med et vilkår om vanninnblanding, må vi ha som utgangspunkt at foretakene ønsker å holde seg til regelverket.

Innenfor ordningen med regionalt miljøtilskudd kan det gis tilskudd til såkalte «miljøavtaler» som er helhetlige driftstilpasninger som styrker miljøeffekten utover enkelttiltakene. Aktuelle krav i slike miljøavtaler vil kunne være knyttet til for eksempel spredetidspunkt for husdyrgjødsel, redusert gjødsling under norm ol. Ordningen har lite omfang, enkelte fylker har hatt et slikt tilskudd i områder med utsatte vannforekomster.

Stripespredning på marginalt engareal

Etter NIBIOs vurdering vil alt areal der det spres husdyrgjødsel på eng, kunne spres med nedleggingsutstyr. Topografi og lange transportavstander utelukker imidlertid bruk av tilførselsslanger. Dersom gjødsla spres med nedlegging på disse arealene, vil det kunne redusere utslippene med 687 tonn i 2030. Hvorvidt dette kan utløses, vil være et spørsmål om kostnader for foretakene og tilskuddsnivå. NIBIO har regnet at stripespredning vil ha en netto nåkostnad for foretaket på 125 000 kroner. Dersom en går ut fra at det spres 3,5 tonn husdyrgjødsel med nedlegging på 250 dekar, vil lønnsomhetsgrensen for foretakene ligge ved et tilskudd på i størrelsesorden 50 kroner pr dekar. NIBIOs kostnadsberegninger er basert på gjennomsnittstall. Vi må gå ut fra at kostnadene med å spre på disse arealene vil være en god del høyere på grunn av kostbar transport og mindre effektiv spredning.

Rask nedmolding på åker

I rapport 15.3.2019 fra Miljødirektoratet og Landbruksdirektoratet er det anslått at spredning med nedmolding innen to timer kan gjennomføres på 630 000 dekar og at det på halvparten av arealet kan spres med nedlegging (og nedmolding innen to timer). Utslippsbesparelsen av dette ble anslått til 540 tonn med maksimal utbredelse i 2030.

Innenfor ordningen med regionale miljøtilskudd gis det tilskudd til rask nedmolding av husdyrgjødsel på åpen åker. Ved spredning på åpen åker er det krav om at gjødsla skal nedmoldes innen to timer.

NIBIOs utredning angir en utslippsinnsparing i samme størrelsesorden som direktoratene kom fram til i fjor, men at denne oppnås gjennom nedmolding innen en time i stedet for to. Dagens tilskuddsregelverk har krav om to timer nedmolding. Vår foreløpige vurdering er at det vil være lite å vinne på å endre dette før vi får bedre erfaringsgrunnlag.

Forskrift om gjødselvarer med mer av organisk opphav har bestemmelser om lagring og bruk av husdyrgjødsel. Husdyrgjødsel spredd på åpen åker skal moldes ned straks og senest 18 timer etter spredning.

I rapporten 15.3.19 ble det antydnet at ytterligere utslippsreduksjon kan oppnås gjennom å stille forskriftskrav om en nedmoldingsfrist på 6 timer for spredning som det ikke ytes tilskudd til. Innsparingen av dette anslått til å bli 100 tonn pr år. Det er ikke regnet på merkostnadene med et slikt krav.

Tilskuddssatsene vil i de fleste fylker dekke de anslåtte merkostnadene med rask nedmolding/nedfelling. I noen (korn)fylker forutsetter imidlertid dette at det også nyttes tilførselsslanger. Vi anbefaler at dagens ordning med nedmoldingkrav på to timer videreføres. Sammenlignet med NIBIOs alternativ (nedmolding innen en time) innebærer dette at større mengder gjødsel spres på et tilsvarende større areal. I tillegg kan det vurderes om det er hensiktsmessig å stille et forskriftskrav om 6 timers nedmoldingsfrist ved spredning av husdyrgjødsel på åker.

Om tiltak 2. Optimalisering og intensivering i storfé-produksjonen

Ammoniakkutslipp fra storfeproduksjon kan reduseres gjennom optimalisering og intensivering. Å redusere proteininnholdet i fôr til melkeku vil være et tiltak med relativt stort potensial for å redusere ammoniakkutslipp. NIBIO (2019) regnet potensialet til 810 tonn/år i 2030. Det er en god del usikkerhet knyttet til tiltaket. NIBIO peker på at det er uklart hvor mye proteinføringen kan reduseres før det går utover ytelsen.

Optimalisering av proteininnhold i kraftfôret til melkeku forutsetter god kunnskap om proteininnholdet i grovfôret som benyttes. Mer systematisk og hyppigere prøvetaking og analyser av silofôr vil bidra til et bedre utgangspunkt for å beregne proteinbehovet i kraftfôret. Vi anbefaler at det utvikles veiledning om metoder for mest mulig representativ prøvetaking av grovfôr og at oppdaterte og brukervennlige beregningsverktøy for proteinbehov i kraftfôret gjøres lett tilgjengelige.

Videre bør det forskes mer på potensialet for å redusere nitrogenutskillelsen fra melkekyr ved å redusere proteinføringen.

Om tiltak 3. Økning i andelen gjødsel lagt på beite fra 16 til 25 prosent for mjølkekyr

NIBIO (2019) har beregnet et utslippsreduksjonspotensial på 800 tonn NH₃ i 2030 ved å øke fôropptaket av melkeku på beite, og dermed andelen av gjødsla som legges igjen på beitet. Økt beiting bør skje ved at beitetida pr døgn økes eller ved at dyr som i dag holdes inne, slippes på beite. Tilgang på arealer med beite av god kvalitet og økte kostnader utgjør vesentlige barrierer for økt beiting. Det er usikkert hvor stort potensialet er for å slippe flere dyr på beite eller å øke beiteperioden per døgn.

Andelen av fôropptaket hos melkeku som foregår på beite har gått betydelig ned siden 2000. Vi mangler imidlertid oppdaterte tall som kan belyse hvorvidt økningen i beitetilskuddene siden 2006 har medført at melkekyrne går mer på beite.

Vi har i dag en rekke tilskudd som har til formål å fremme beitebruk; tilskudd til dyr på beite, tilskudd til dyr på utmarksbeite, tilskudd til innmarksbeiteareal og regionale miljøtilskudd til verdifulle jordbruksarealer og til organisert beitebruk. Tilskuddene virker primært til at flere dyr slippes på beite på innmark og i utmark og til at arealer bevares åpne og skjøttet.

Eventuelle virkemidler for å stimulere til mer beitebruk, bør virke til at en større del av fôret tas opp fra beite i den optimale beiteperioden, ved at flere dyr slippes på beite og/eller at beitetida pr døgn økes. Det er uvisst hvor stort dette potensialet er. Det kan tenkes virkemidler som bidrar til bedre kvalitet på beitearealene og økt bruk av stripebeiting og skiftebeiting. For de fleste foretakene vil det imidlertid være en barriere at de ikke har tilgang til beitearealer for intensivt beitedrift.

Usikkerhet om hva som kan være utslippsbesparelsene og hva som vil være målrettet virkemiddelbruk utover dagens tilskudd, taler for at innsatsen bør rettes mot rådgivnings- og motivasjonstiltak som kan fremme god beitepraksis og fordelene ved dette. Det kan også vurderes om det vil være hensiktsmessig å stilles vilkår til enkelte av dagens beitetilskudd som kan bidra til bedre kvalitet på beitenene.

Om tiltak 6. Redusert bruk av mineralgjødning som følge av spredetiltak

Miljøvennlig spredning øker nitrogenutnyttelsen av husdyrgjødsel og gir dermed mulighet for å spare inn på mineralgjødning uten at dette går utover avlingen. Måloppnåelsen avhenger imidlertid av at man nedjusterer spredemengdene for mineralgjødning i takt med den økte nitrogenutnyttelsen. Bedre tilpasning av gjødslingsmengder og økt bruk av delt gjødsling (dvs redusert vårgjødsling til korn, kombinert med en eller flere gjødslinger seinere i vekstsesongen) kan bidra til økt måloppnåelse.

Miljøvennlig spredning vil indirekte bidra til at ammoniakkutslippene fra mineralgjødning reduseres, fordi mer av næringsstoffene i husdyrgjødsel blir tilgjengelig for plantene. I gjeldende regelverk for tilskudd til miljøvennlig spredning er det krav om at foretaket skal ha gjødslingsplan og skiftenoteringer som viser sprededato, tidspunkt for nedmolding og gjødselmengde spredd per dekar. Dette skal sikre at bonden tar hensyn til næringsverdien av husdyrgjødsel i gjødslingsplanleggingen.

En forutsetning for måloppnåelse er likevel at virksomhetene har kunnskap om behovet for suppleringsgjødsling med mineralgjødning. Usikkerhet knyttet til mengde gjødning, næringsinnhold og utnyttelsesgrad av nitrogen i husdyrgjødsel, gjør at det er vanskelig å optimalisere suppleringsgjødsling med mineralgjødning.

Tydligere kriterier for mål i gjødslingsplan, analyse av næringsinnholdet i husdyrgjødsel og bedre tilgang på beregningsverktøy, kan gjøre det enklere for foretakene å finne optimal dosering. I denne sammenhengen kan også potensialet for å digitalisere både rapporterings- og beregningsverktøyene vurderes.

Om tiltak 7. Tett dekke på lager for svinergjødsel

Om gjødning lagres åpent eller under dekke kan ha betydning for ammoniakkutslipp under lagring, og ammoniakkutslipp under og etter spredning. Nitrogenmodellen viser at dekke på lager for fjørfe- og svinergjødsel har lite reduksjonspotensial for ammoniakk. Når mer nitrogen beholdes i lageret, gir dette økt potensial for utslipp under og etter spredning. Mye av nitrogenet som holdes tilbake i tette lager går lett tapt dersom ikke forbedret lagring følges av en spredepraksis med minst mulig tap. Det er derfor avgjørende å gjennomføre tiltak som reduserer tap av ammoniakk ved spredning før tiltak i lager vurderes.

Tak over lager for bløtgjødsel gir reduserte utslipp av ammoniakk, men kostnadene ved dette tiltaket er forholdsvis store. Visse løsninger for dekke kan imidlertid gi en privatøkonomisk gevinst ved å skjerme mot nedbør og dermed spare lagerkapasitet. Av de forskjellige husdyrslagene, er det mest kostnadseffektivt med tak over lager for svinergjødsel.

Både juridiske virkemidler og økonomiske virkemidler kan bidra til å utløse tak på lager for svinegjødsel.

Gjeldene forskrift om gjødselvarer med mer av organisk opphav har ikke krav til dekke over lager for svinegjødsel. Det foreligger et forslag fra 2018 om hvordan et slikt krav kan tas inn dersom forskriften skal revideres. Har kan det være behovet for å ta inn funksjonskrav til dekket for sikre at det er effektivt.

Investeringstilskudd er også aktuelt for gjennomføring av tett dekke. Innovasjon Norge gir i dag tilskudd til bygging av gjødsellager med inntil 20 prosent eller maksimum 100 000 kroner. Muligheten for å inkludere krav til tak eller dekke ved denne tilskuddsordningen bør vurderes nærmere.

Om tiltak 8. Krav til ammoniakkutslipp fra nye husdyrrom

Nitrogenmodellen for husdyrgjødsel skiller mellom utslipp fra husdyrrom og utslipp fra lager. Beregningene viser at ammoniakkutslippene fra husdyrrom kan være større enn utslippene fra lager.

Tiltak i husdyrrommene vil gjelde utforming av golv og spalter, rask fjerning av gjødsla, areal av spaltegolv, tiltak for å begrense utslipp fra gjødsel i kanaler i fjøset (vanntilsetting, kjøling), og luftrensing.

Mange husdyrrom i eksisterende bygninger vil kunne forbedres med tanke på å få ned ammoniakkutslippene. Krav som nødvendiggjør om ombygging vil kunne gi uforholdsmessig høye privatøkonomisk kostnader og anses mindre aktuelt. Det vil være mer kostnadseffektivt å innføre krav om ammoniakksparende løsninger ved nybygging eller ombygging av husdyrrom, for eksempel krav til utforming golv, bla areal og typer av spaltegolv.

Industriutslippsdirektivet (IED) er tatt inn i forurensningsforskriften kapittel 36 og gjelder blant annet for intensiv fjørfeavl eller svineavl med mer enn (jf. forurensningsforskriften kapittel 36 vedlegg 1, punkt 6.6):

- a) 40 000 plasser til fjørfe,
- b) 2 000 plasser til produksjonssvin (over 30 kg), eller
- c) 750 plasser til purker.

Direktivet etablerer Best Available Technology (BAT) for disse virksomhetene. BAT-konklusjonen (kommisjonsbeslutning 2017/302) har i tillegg grenseverdier (BAT-AEL associated emission levels) for ammoniakk.

Det er seks virksomheter med intensiv fjørfedrift som rapporterer under IED-direktivet i Norge der BAT-AEL er tatt inn som en del av foretakets utslippstillatelse etter forurensningsloven.

I forslag til nytt gjødselregelverk er det tatt inn bestemmelser om krav til IED-virksomheter. Virksomhetene skal ha lagersystem eller teknikker som reduserer ammoniakkutslippene med 40 prosent sammenlignet med utendørs lager uten dekke. I nye anlegg skal det tas i bruk innredningssystem som reduserer utslippene med 20 prosent sammenlignet med referanseløsninger.

Et alternativ til den foreslåtte bestemmelsen kan være å sette maksgrense for ammoniakkutslipp pr dyreplass fra husdyrrom for fjørfe og svin. Et slikt virkemiddel vil sikre at alle IED-virksomheter med intensiv fjørfe- og svineproduksjon får like krav og at ny, og mer intensiv drift ikke bidrar til at ammoniakkutslippene øker mer enn nødvendig. Det er ikke vurdert nærmere hvilke utslippsreduksjoner som kan oppnås ved dette.

Vi anbefaler at aktivitetsdata for husdyrrom forbedres, slik at vi kan få et bedre grunnlag for å vurdere aktuelle tiltak for å få ned utslippene. Det er for eksempel viktig å vite hvor stor andel av nyere løsdriftsfjøs som er bygd med åpen forbindelse til gjødselkjeller og hvilke løsninger for golv og

utgjødning som benyttes. Mer detaljerte data om utforming og løsninger for husdyrrom kan framskaffes gjennom gjødselundersøkelser.

7 Anbefalinger og videre arbeid

De rapporterte ammoniakkutslippene i 2018 lå 2910 tonn over forpliktelsen om 8 prosent reduksjon innen 2020. En antatt reduksjon på 22 prosent innen 2030 vil bety at de totale utslippene må ned med over 7600 tonn sammenlignet med forventede utslipp i referansebanen.

Det totale potensialet for å redusere ammoniakkutslipp fra jordbruket er av NIBIO anslått til knapt 12 500 tonn. Dette er et teoretisk anslag og lite realistisk. De mest aktuelle tiltakene kan etter NIBIOs vurdering, gi en utslippsreduksjon på om lag 8000 tonn.

Det er likevel fortsatt betydelig usikkerhet ved enkelte av tiltakene som NIBIO anbefaler, og etter vår vurdering vil et mer realistisk anslag være at utslippene kan reduseres med mellom seks og syv tusen tonn innen 2030.

Det enkelte reduksjonspotensialet og kostnadseffektiviteten varierer fra tiltak til tiltak. Så lenge det totale reduksjonspotensialet er større enn utslippskravet, anbefaler vi at de mest kostnadseffektive og gjennomførbare tiltakene vektlegges først. På denne måten kan mer kostbare tiltak, som for eksempel luftrensere i små husdyrrom, og mer upraktiske tiltak, som for eksempel syretilsetning av gjødsel, tillegges mindre vekt.

Miljøvennlig spredning av husdyrgjødsel vi potensielt kunne stå for mellom 2/3 og 3/4 -deler av den totale utslippsreduksjonen i Norge. I tillegg vil noen utslippsbesparelser kunne oppnås gjennom optimalisert føring og bedre lagring av gjødsla. Optimalisering av føringa anses som det mest kostnadseffektive tiltaket, men det trengs bedre utredning av mulighetene, med involvering av relevant kompetanse og aktører. Det vil trolig kunne være noen innsparinger i utslipp fra husdyrrom, men for å vurdere hva som bør være tiltakene, kreves bedre kartlegging av hva som er status.

NIBIO har også pekt på at det er potensiale for å forbedre utslippsregnskapet. Det vil også være behov for oppdaterte aktivitets- og utslippstall for vurdering av virkemiddelbruk og rapportering til implementeringskomiteen.

Videre oppfølgingsarbeid vil kunne gi et bedre utgangspunkt for å overholde forpliktende mål, ikke bare i henhold til Gøteborgprotokollen og NEC-direktivet, men også i henhold til vanddirektivet og nitratdirektivet, og oppfølging av klimaloven og intensjonsavtalen mellom jordbruket og regjeringen om reduserte klimagassutslipp og økt opptak av karbon. Vi anbefaler derfor at Gøteborgprotokollen følges opp med følgende aktiviteter:

- *Lage handlingsplan for ammoniakk*

En systematisk plan for tiltak og resultatoppfølging jf. Gøteborgprotokollen og NEC-direktivet, vil kunne bidra til bedre overholdelse av utslippsforpliktelsen. Handlingsplanen bør beskrive innretning og resultatoppfølging knyttet til regelverk, retningslinjer og tilskuddsordninger. Planen bør ha med de viktigste aktivitetene og involvere alle relevante aktører. I planen bør det settes hensiktsmessige milepeler for de ulike aktivitetene inkl. tiltaksgjennomføring og vurdering av måloppnåelse.

Planen bør blant annet ha med disse aktivitetene:

1. Vurdering av behov for forbedringer i utslippsregnskapet, herunder:
 - Vurdering av utslippsfaktorer, blant annet for husdyrrom med åpen forbindelse og gjødsellager
 - Forbedring og oppdatering av aktivitetsdata

2. Rapportering og evaluering av måloppnåelse for virkemidler og tiltak som er iverksatt (miljøvennlig spredning, lagertiltak)
3. Fôringstiltak: kartlegging av muligheter for utslippsbesparelser
4. Rapportering til implementeringskomiteen for Gøteborgprotokollen
5. Utvikling av veiledning for god agronomisk praksis (jf. neste punkt)

Vi foreslår at Miljødirektoratet og Landbruksdirektoratet gis i oppgave å lage en slik handlingsplan og at relevante aktører innen forvaltning, forskning og næring trekkes inn i arbeidet.

Handlingsplanen bør ha ett hurtigløp for 2020-målene i Gøteborgprotokollen og et mer langsiktig løp mot 2030. Noen av punktene er utdypet under.

- *Tilrettelegge for bedre aktivitetsdata*

Det er behov for bedre aktivitetsdata for å kartlegge status for ammoniakkutslippene fra jordbruket. Ut over nye data fra gjødselundersøkelsen vil det være nødvendig å innhente mer kunnskap om aktuelle løsninger for nybygg, både med hensyn til oppstalling/innredningsløsninger og gjødselhåndtering, for å gjøre realistiske vurderinger av utslippsnivå og –utvikling for flere dyreslag. Det er også behov for bedre data om utforming av husdyrrom for ulike dyreslag og løsninger for utgjødsling (fjerning av gjødsla fra husdyrrommet).

Det er nå etablert ordninger med tilskudd til miljøvennlig spredning av husdyrgjødsel i alle fylker. Tilskuddsdata vil derfor kunne være en pålitelig kilde til løpende oppdatering av aktiviteten som gjelder miljøvennlig spredning. Det ser likevel ikke ut som om gjødselundersøkelsen 2018 har fanget opp endret praksis slik som informasjon fra tilskuddsstatistikken viser. Hittil har vi kun hatt foreløpige tall fra gjødselundersøkelsen og vi må avvente de endelige resultatene. Men det er behov for å gå nærmere igjennom hvilke aktivitetsdata vi må skaffe gjennom gjødselundersøkelser og hvilke data som kan skaffes via andre kilder, bla. fra tilskuddsordninger. Det må også vurderes om nye aktivitetsdata bør innhentes for at endring i aktivitet skal kunne dokumenteres. Av hensyn til effektiv ressursbruk er det også grunn for å vurdere hvilke data som må samles inn ofte og hvilke data som kan samles inn mer sjeldent. Videre kan det være aktuelt å vurdere mulighetene for å gjøre nytte av driftsinformasjon som samles i ulike elektroniske løsninger som benyttes av næringen slik at vi kan få bedre/sikrere aktivitetstall.

- *Sette oppdatering av utslippsberegningene i system*

I tiltaksberegningene er reduksjon av ammoniakkutslipp fra husdyr og husdyrgjødsel beregnet ved hjelp av nitrogenmodellen for husdyrgjødsel som blir brukt i det nasjonale utslippsregnskapet¹¹. Denne modellen er utviklet av Carbon Limits på oppdrag fra Miljødirektoratet i 2018 og beregner også N₂O utslipp. Beregningene i modellen følger retningslinjene ifølge UNECE (EMEP/EEA 2016). Modellen baserer seg på massebalanseberegning for nitrogen slik det er spesifisert av EMEP/EEA. Utslippsfaktorene i modellen reflekterer nåværende nasjonal og internasjonal kunnskapsstatus og praksis. Det er viktig å kontinuerlig følge opp aktivitetsdata og utslippsfaktorer etc. fremover for å fange opp både ny kunnskap nasjonalt og endringer i internasjonale retningslinjer.

Nitrogenmodellen for husdyrgjødsel er et godt analyseverktøy og er forventet å gi en god oversikt over utslippet av ammoniakk i Norge. NIBIOs bruk av modellen i tiltaksanalysen har også fungert som en kvalitetssikring av modellen. NIBIO har gitt innspill til noen forslag til endringer i modellen og områder hvor det hadde vært nyttig å se nærmere på eventuelle endringer for å bedre reflektere norske forhold. NIBIO har også foreslått endringer i beregningen av utslipp fra mineralgjødselspredning. Miljødirektoratet og SSB vil ta med disse innspillene i det kontinuerlige forbedringsarbeidet av utslippsregnskapet.

¹¹ Versjon 1.1 datert 25.02.2019

Nitrogenmodellen er mer detaljert enn GAINS-modellen. Vi anbefaler derfor at resultatene fra Nitrogenmodellen legges til grunn for forhandlingene om nye mål for ammoniakutslipp.

- *Utarbeide veiledning om god praksis*

Utslippsreduksjonene kan dels oppnås gjennom tiltak som følger av generell virkemiddelbruk slik som regelverkskrav og tilskudd. Utover dette vil utslipp kunne spares ved at den enkelte næringsutøver gjør tilpasninger og forbedringer i sin løpende drift.

I henhold til oppdraget skal det utarbeides en veiledning for hvordan gårdbrukerne kan begrense utslippene i sin driftspraksis.

Et formål med veilederen må være å gi gårdbrukerne økt bevissthet om viktigheten av god nitrogenutnyttelse av hensyn til miljø og for å oppnå best mulig drift. Et siktemål må være at den skal være til hjelp for gårdbrukeren med å identifisere hensiktsmessige tiltak ut fra sin situasjon. Veilederen må ta for seg de ulike leddene i nitrogenhåndteringskjeden: lagring og spredning av husdyrgjødsel, bruk av mineralgjødsel, fôring og bygningsmessige løsninger. Veilederen bør også belyse økonomiske gevinster som følger av tiltak for å unngå ammoniakktap.

Vi anser det som hensiktsmessig at veilederen utarbeides i samarbeid med relevante fagmiljøer som NIBIO, Norsk Landbruksrådgivning og rådgivningstjeneste i regi av Tine mfl. Det bør legges opp til at et forslag sendes på høring hos næringsorganisasjonene.

Vi må komme tilbake til når denne delen av oppdraget skal ferdigstilles.

- *Videreutvikle verktøy for bedre nitrogenutnyttelse*

Vi har ulike verktøy og hjelpemidler for gårdbrukerne og rådgivningstjeneste til planlegging og driftsoppfølging som skal sikre at effektiv ressursutnyttelse i planteproduksjonen og husdyrholdet. Aktuelle verktøy er løsninger for fôrplanlegging, gjødslingsplanlegging, husdyrgjødselkalkulator og klimagasskalkulator. Det kan imidlertid være grunn til å ettergå nærmere om verktøyene kan forbedres med tanke på effektiv nitrogenutnyttelse. Eksempelvis bør løsninger for gjødslingsplanlegging ha gode beregninger og synliggjøring av næringsmengdene i husdyrgjødsel og effekter av tiltak som gjøres for å forbedre håndteringen.

- *Bedre kunnskapsgrunnlaget*

NIBIO har pekt på at det kan være et potensial for utslippsreduksjon gjennom å optimalisere proteinforinga av mjølkeku. Et tema for nærmere undersøkelse er hvilke proteinnivå i fôret som kan tilrås uten at det går utover melkeytelsen hos ku. Det er også behov for å kartlegge praksis for proteinføring. NIBIO har også pekt på at det kan være behov for forskning for å få bedre kunnskap om ammoniakutslipp fra fjøs med åpen forbindelse.

8 Referanser

Bittman, S., Dedina, M., Howard C.M., Oenema, O., Sutton, M.A. (2014): Options for Ammonia Mitigation. Guidance from the UNECE Task Force on Reactive Nitrogen, Centre for Ecology and Hydrology, Edinburgh, UK.

Carbon Limits (2019): Ressursgrunnlaget for produksjon av biogass i Norge i 2030. Sammenfatning av kunnskap og oppdaterte analyser. Utkast september 2019.

EEA (2019): EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019, <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019/part-b-sectoral-guidance-chapters/4-agriculture/3-d-crop-production-and/view>

Miljødirektoratet et. al (2014): Målrettet gjødsling av skog som klimatiltak, Rapport M-174. <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m174/m174.pdf>

Miljødirektoratet et. al (2020): Klimakur 2030, Tiltak og virkemidler mot 2030, Rapport 1625 <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m1625/m1625.pdf#page=207>

NIBIO (2019): Tiltak for å redusere ammoniakkutslepp frå jordbruket, NIBIO rapport nr. 160, Vol.5 <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m1589/m1589.pdf>

NIBIO (2017): Synergier av miljøtiltak i jordbruket, Klimagassutslipp, klimatilpassing, vannforvling og luftforurensninger i norsk jordbruk. NIBIO rapport, vol. 3, nr 51 <https://www.vannportalen.no/globalassets/vannregioner/agder/vannomrader-agder/rapporter-og-veiledere/miljotiltak-i-landbruket-nibio-rapport-2017-3-51.pdf>

NIBIO (2016): Gjødselvereforskriften, evaluering av forslag til krav i gjødselvereforskriften for å redusere klimagassutslipp, ammoniakkutt og nitrogenavrenning fra jordbruket, NIBIO rapport, vol. 2, nr 133. <https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/handle/11250/2428976>

[Østfoldforskning \(2019\): Evaluering av pilotordning for tilskudd til husdyrgjødsel til biogassproduksjon. Rapport OR.04.19](#)

9 Vedlegg 1.

GAINS- modell: utslippskilder, aktiviteter og kontrollstrategier for jordbruk.

Figur 13: Oversikt over sektorer og utslippskilder inkludert i GAINS for beregning av NH₃-utslipp fra jordbruk.

Sektor	Utslippskilde	Aktivitet
Agriculture: Livestock - dairy cattle	Dairy cows - liquid (slurry) systems	Antall husdyr
	Dairy cows - solid systems	Antall husdyr
Milk yield over 3000 kg/animal threshold	Dairy cows - liquid systems	Antall husdyr
	Dairy cows - solid systems	Antall husdyr
Agriculture: Livestock - other cattle	Other cattle - liquid (slurry) systems	Antall husdyr
	Other cattle - solid systems	Antall husdyr
Agriculture: Livestock – pigs	Pigs - liquid (slurry) systems	Antall husdyr
	Pigs - solid systems	Antall husdyr
Agriculture: Livestock – poultry	Laying hens	Antall husdyr
	Other poultry	Antall husdyr
Agriculture: Livestock - other animals (sheep, horses)	Sheep and goats	Antall husdyr
	Horses	Antall husdyr
	Fur animals	Antall husdyr
	Buffalos	Antall husdyr
	Camels	Antall husdyr
Fertilizer use – urea	No fuel use	kt N forbruk
Fertilizer use - other N fertilizers	No fuel use	kt N forbruk

Figur 14: Oversikt over utslippskilder og kontrollstrategier inkludert i GAINS for beregning av NH₃-utslipp fra kyr.

Utslippskilde	Kontrollstrategi
Dairy cows - liquid (slurry) systems	Low nitrogen feed
	Covered outdoor storage of manure; low efficiency
	Covered outdoor storage of manure; high efficiency
	Covered outdoor storage of manure; mean efficiency
	Animal house adaption
	Low ammonia application; low efficiency
	Low ammonia application; high efficiency
	Low ammonia application; mean efficiency
	Combination of Low nitrogen feed_ Covered outdoor storage of manure
	Combination of Low nitrogen feed_ Animal house adaption
	Combination of Low nitrogen feed_ Low ammonia application
	Combination of Covered outdoor storage of manure_ Low ammonia application
	Combination of Animal house adaption_ Low ammonia application
	Combination of Low nitrogen feed_ Covered outdoor storage of manure_ Low ammonia application
Combination of Low nitrogen feed_ Animal house adaption_ Low ammonia application	
Dairy cows - solid systems	Low nitrogen feed
	Low ammonia application; low efficiency

Utslippskilde	Kontrollstrategi
	Low ammonia application; high efficiency
	Combination of Low nitrogen feed_Low ammonia application_low
	Combination of Low nitrogen feed_Low ammonia application_high
Other cattle - liquid (slurry) systems	Covered outdoor storage of manure; low efficiency
	Covered outdoor storage of manure; high efficiency
	Covered outdoor storage of manure; mean efficiency
	Low ammonia application; low efficiency
	Low ammonia application; high efficiency
	Low ammonia application; mean efficiency
	Animal house adaption
	Combination of Covered outdoor storage of manure_Low ammonia application
Other cattle - solid systems	Combination of Animal house adaption_Low ammonia application
	Low ammonia application; low efficiency
	Low ammonia application; high efficiency

Figur 15: Oversikt over utslippskilder og kontrollstrategier inkludert i GAINS for beregning av NH3-utslipp fra svin.

Utslippskilde	Kontrollstrategi
Pigs - liquid (slurry) systems	Low nitrogen feed
	Covered outdoor storage of manure; low efficiency
	Covered outdoor storage of manure; high efficiency
	Covered outdoor storage of manure; mean efficiency
	Biofiltration
	Animal house adaption
	Low ammonia application; low efficiency
	Low ammonia application; high efficiency
	Low ammonia application; mean efficiency
	Combination of Low nitrogen feed_Covered outdoor storage of manure
	Combination of Low nitrogen feed_Biofiltration
	Combination of Low nitrogen feed_Animal house adaption
	Combination of Low nitrogen feed_Low ammonia application
	Combination of Biofiltration_Covered outdoor storage of manure
	Combination of Biofiltration_Low ammonia application
	Combination of Animal house adaption_Low ammonia application
	Combination of Low nitrogen feed_Covered outdoor storage of manure_Low ammonia application
	Combination of Low nitrogen feed_Biofiltration_Covered outdoor storage of manure
	Combination of Low nitrogen feed_Biofiltration_Low ammonia application
	Combination of Biofiltration_Covered outdoor storage of manure_Low ammonia application
Combination of Low nitrogen feed_Animal house adaption_Low ammonia application	
Combination of Low nitrogen feed_Biofiltration_Covered outdoor storage of manure_Low ammonia application	

Utslippskilde	Kontollstrategi
Pigs - solid systems	Low nitrogen feed
	Biofiltration
	Low ammonia application; low efficiency
	Low ammonia application; high efficiency
	Combination of Low nitrogen feed_Biofiltration
	Combination of Low nitrogen feed_Low ammonia application_low
	Combination of Low nitrogen feed_Low ammonia application_high
	Combination of Biofiltration_Low ammonia application_low
	Combination of Biofiltration_Low ammonia application_high
	Combination of Low nitrogen feed_Biofiltration_Low ammonia application_low
Combination of Low nitrogen feed_Biofiltration_Low ammonia application_high	

Figur 16: Oversikt over utslippskilder og kontrollstrategier inkludert i GAINS for beregning av NH₃-utslipp fra sau og geit.

Utslippskilde	Kontollstrategi
Sheep and goats	Low ammonia application; low efficiency
	Low ammonia application; high efficiency
	Low ammonia application; mean efficiency

Figur 17: Oversikt over utslippskilder og kontrollstrategier inkludert i GAINS for beregning av NH₃-utslipp fra kunstgjødselbruk.

Utslippskilde	Kontollstrategi
Fertilizer use – urea	Urea substitution
Fertilizer use - other N fertilizers	Combination of STRIP

Figur 18: Oversikt over utslippsskilder og kontrollstrategier inkludert i GAINS for beregning av NH₃-utslipp fra fjørfe.

Utslippsskilde	Kontrollstrategi
Laying hens	Low nitrogen feed
	Covered outdoor storage of manure; low efficiency
	Covered outdoor storage of manure; high efficiency
	Covered outdoor storage of manure; mean efficiency
	Biofiltration
	Animal house adaption
	Low ammonia application; low efficiency
	Low ammonia application; high efficiency
	Low ammonia application; mean efficiency
	Combination of Low nitrogen feed_ Covered outdoor storage of manure
	Combination of Low nitrogen feed_ Biofiltration
	Combination of Low nitrogen feed_ Animal house adaption
	Combination of Low nitrogen feed_ Low ammonia application
	Combination of Biofiltration_ Covered outdoor storage of manure
	Combination of Biofiltration_ Low ammonia application
	Combination of Animal house adaption_ Low ammonia application
	Combination of Low nitrogen feed_ Covered outdoor storage of manure_ Low ammonia application
	Combination of Low nitrogen feed_ Biofiltration_ Covered outdoor storage of manure
	Combination of Low nitrogen feed_ Biofiltration_ Low ammonia application
	Combination of Low nitrogen feed_ Animal house adaption_ Low ammonia application
Combination of Biofiltration_ Covered outdoor storage of manure_ Low ammonia application	
Combination of Low nitrogen feed_ Biofiltration_ Covered outdoor storage of manure_ Low ammonia application	

Utslippskilde	Kontollstrategi
Other poultry	Low nitrogen feed
	Covered outdoor storage of manure; low efficiency
	Covered outdoor storage of manure; high efficiency
	Covered outdoor storage of manure; mean efficiency
	Biofiltration
	Animal house adaption
	Low ammonia application; low efficiency
	Low ammonia application; high efficiency
	Low ammonia application; mean efficiency
	Combination of Low nitrogen feed_Covered outdoor storage of manure
	Combination of Low nitrogen feed_Biofiltration
	Combination of Low nitrogen feed_Animal house adaption
	Combination of Low nitrogen feed_Low ammonia application
	Combination of Biofiltration_Covered outdoor storage of manure
	Combination of Biofiltration_Low ammonia application
	Combination of Animal house adaption_Low ammonia application
	Combination of Low nitrogen feed_Covered outdoor storage of manure_Low ammonia application
	Combination of Low nitrogen feed_Biofiltration_Covered outdoor storage of manure
	Combination of Low nitrogen feed_Biofiltration_Low ammonia application
	Combination of Low nitrogen feed_Animal house adaption_Low ammonia application
	Combination of Biofiltration_Covered outdoor storage of manure_Low ammonia application
Combination of Low nitrogen feed_Biofiltration_Covered outdoor storage of manure_Low ammonia application	
Burning of Poultry Manure	