



**NIBIO**

NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

# Husdyrgjødseltiltak og klimagassutslepp

Vurdering av årlege aktivitetsdata og ein del utsleppsfaktorar

NNIBIO RAPPORT | VOL. 8 | NR. 20 | 2022



Synnøve Rivedal<sup>1</sup>, Marianne Bechmann<sup>2</sup>, Åsmund Mikalsen Kvifte<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Divisjon for Matproduksjon og samfunn, avdeling Fôr og husdyr,

<sup>2</sup>Divisjon for Miljø og naturressursar, avdeling Jord og arealbruk

**TITTEL/TITLE**

Husdyrgjødseltak og klimagassutslepp.  
Vurdering av årlege aktivitetsdata og ein del utsleppsfaktorar.

**FORFATTER(E)/AUTHOR(S)**

Synnøve Rivedal, Marianne Bechmann, Åsmund Mikalsen Kvifte

<b>DATO/DATE:</b>	<b>RAPPORT NR./ REPORT NO.:</b>	<b>TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:</b>	<b>PROSJEKTNR./PROJECT NO.:</b>	<b>SAKSNR./ARCHIVE NO.:</b>
11.02.2022	8/20/2022	Open	52553	21/01042
<b>ISBN:</b>	<b>ISSN:</b>	<b>ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:</b>	<b>ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:</b>	
978-82-17-03012-6	2464-1162	45		

**OPPDRAUGSGIVER/EMPLOYER:**

Landbruksdirektoratet

**KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:**

Bjørn Huso

**STIKKORD/KEYWORDS:**

Stripespreiing, nedfelling, RMP,  
husdyrgjødsellager, FracLeach, ammoniakktap

**Stikkord engelske:**

Bandspreiding, injection, RMP, manure storage,  
FracLeach, ammonia volatilization

**FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:**

Jordbruk, klima, miljø

Agriculture, GHG-emissions, environment

**SAMMENDRAG/SUMMARY:**

I rapporten blir det gjort ei vurdering av om det er mogleg med årleg oppdatering av aktivitetsdata for spreiring og lagring av husdyrgjødsel. Det faglege grunnlaget for den nasjonale faktoren for FracLEACH og utsleppsfaktorane for ammoniakktap ved spreiring av husdyrgjødsel er også vurdert. Utvida samandrag på side 6-7.

The report assesses the possibilities for annual updates of activity data for spreading and storage of manure. The expert basis for the national factor for FracLEACH and the emission factors for ammonia volatilization from spreading manure are also considered. Expanded summary on pages 8-10.

**LAND/COUNTRY:**

Norge

**FYLKE/COUNTY:**

Fylke

**KOMMUNE/MUNICIPALITY:**

Kommune

**STED/LOKALITET:**

Sted

**NIBIO**NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

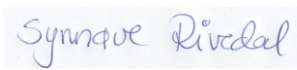
GODKJENT / APPROVED



---

MATS HÖGLIND

PROSJEKTLEDER / PROJECT LEADER



---

SYNNØVE RIVEDAL



# Føreord

Denne rapporten er utarbeidd på oppdrag frå Landbruksdirektoratet på vegne av «Regnskapsgruppa for klimaavtalen mellom jordbruket og staten». I 2019 inngjekk jordbruket og regjeringa ei intensjonsavtale om å redusere klimagassutsleppa frå jordbruket med 5 millionar tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar i perioden 2021-2030. Anneks 1 i avtala gjeld tiltak der ein kan rekne ut og rapportere utsleppa i tråd med regelverk og metodikk som blir nytta i den norske utsleppsrapporteringa. Etter klimaavtala skal det utviklast eit opplegg for årleg rapportering om gjennomføring av tiltaka og innsparingar i klimagassutsleppa. Hovudformålet med oppdraget var å vurdere om det er mogleg med årleg oppdatering av aktivitetsdata for spreiiing og lagring av husdyrgjødsel, og å vurdere faktoren for FracLEACH og faktorane for ammoniakktap ved spreiiing av husdyrgjødsel.

Synnøve Rivedal har vore prosjektleiar og gjort vurderingane rundt årlege aktivitetsdata. Marianne Bechmann har gjort oppdateringa av FracLEACH og Åsmund Mikalsen Kvifte vurderingane av ammoniakktap frå spreiiing av husdyrgjødsel.

Fureneset, 11.02.22

Synnøve Rivedal

# Innhald

1	Innleiing .....	12
2	Praksis for gjødselspreiing .....	13
2.1	Nedlegging/stripespreiing og nedfelling.....	13
2.1.1	Gjødselundersøkingane.....	13
2.1.2	Regionalt miljøprogram (RMP).....	14
2.1.3	Bruk av data frå RMP til aktivitetsdata.....	14
2.1.4	Tilråding årlege aktivitetsdata spreiemetode .....	15
2.2	Nedmolding .....	16
2.2.1	Gjødselundersøkingane.....	16
2.2.2	Regionalt miljøprogram .....	16
2.2.3	Bruk av data frå RMP som aktivitetsdata .....	17
2.2.4	Tilråding årlege aktivitetsdata nedmolding.....	18
2.3	Tidspunkt for spreiiing.....	19
2.3.1	Gjødselundersøkingane.....	19
2.3.2	Regionalt miljøprogram .....	19
2.3.3	Bruk av data frå RMP til aktivitetsdata.....	20
2.3.4	Tilråding årlege aktivitetsdata spreietidspunkt.....	21
3	Betre arealfordeling av gjødsla.....	22
3.1.1	Tilråding betre arealfordeling av gjødsla.....	24
4	Praksis for gjødselhandtering (tett dekke på lager) .....	25
4.1	Utslepp frå husdyrgjødsellager.....	25
4.1.1	Utrekningar storfegjødsel .....	25
4.1.2	Utrekningar grisegjødsel .....	26
4.1.3	Bruk av data frå SMIL-ordninga og Innovasjon Norge .....	26
4.1.4	Tilråding årlege aktivitetsdata tett dekke på husdyrgjødsellager .....	27
5	Bedring av utslippsfaktorar – FracLEACH .....	28
5.1	Bakgrunn.....	28
5.2	Metoder og nedbørfelt .....	30
5.2.1	Jordbrukspraksis.....	31
5.2.2	Avrenning og prøvetaking av vannkvalitet.....	32
5.2.3	Nitrogeninnhold i gjødsel og avlinger .....	32
5.2.4	Beregningar .....	32
5.3	Resultater .....	33
5.3.1	Nitrogengjødsling .....	33
5.3.2	Nitrogentap og avrenning .....	34
5.3.3	FracLEACH .....	35
5.3.4	Regionaliserte verdier for FracLEACH .....	37
6	Betring av utslippsfaktorar – Ammoniakk.....	40
6.1	Faktorar som påverker utsleppa.....	40
6.2	Norske utslippsfaktorar .....	40
6.3	Moglege endringar i faktorane .....	41

7 Konklusjon .....	42
Litteraturliste.....	44

# Samandrag

I 2019 inngjekk jordbruket og regjeringa ei [intensjonsavtale](#) om å redusere klimagassutsleppa frå jordbruket med 5 millionar tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar i perioden 2021-2030. Anneks 1 i avtala gjeld tiltak der ein kan rekne ut og rapportere utsleppa i tråd med regelverk og metodikk som blir nytta i den norske utsleppsrapporteringa. Anneks 2 i avtala omhandlar tiltak som ikkje blir fanga opp i den offisielle rekneskapen. Etter klimaavtala skal det utviklast eit opplegg for årleg rapportering om gjennomføring av tiltaka og innsparingar i klimagassutsleppa. Det skal også lagast meir utførleg rapportering kvart tredje år.

Oppdraget gjekk ut på å vurdere og føreslå ein metode for årleg rapportering om effektar av husdyrgjødseltiltak ved å nytte søknadsdata frå tilskotsordningar frå bl.a. regionalt miljøprogram (RMP) og eventuelt frå andre supplerande datakjelder. I tillegg skulle faktoren for N-avrenning frå areala som blir gjødsla (FracLEACH) og faktorane for ammoniakktap ved spreining av husdyrgjødsel vurderast.

## Miljøvennlege spreimetodar

Alle regionar har i dag tilskot til nedlegging/stripespreining og nedfelling av husdyrgjødsel, og det bør vere mogleg å bruke arealdata frå RMP for årleg oppdatering av aktivitetsdata. For å få gode data bør ein skilje mellom åker og eng slik det vart gjort fram til 2018. Dette fordi effekten av stripespreining og nedfelling på ammoniakktap er mykje større for eng enn for åker. Dersom det er slik at bøndene berre fyller inn det arealet ein får tilskot til (maksgrense) bør ein gå over til å fylle inn alt areal ein brukar spreimetodane på. Det bør også gå an å krysse av for om ein brukar stripespreining eller nedfelling sidan utsleppsfaktorane for ammoniakk varierer mellom dei to metodane. Mengde husdyrgjødsel spreidd med dei ulike metodane kan reknast ut ved hjelp av informasjon frå siste husdyrgjødselundersøking.

Ved søknadsomgangen 2020 var det berre 4 fylke (Innlandet, Agder, Nordland og Troms & Finnmark) som hadde tilskot til rask nedmolding gjennom regionalt miljøprogram, og datagrunnlaget er dermed dårleg. Det er vanskeleg å estimere landsomfattande tal for nedmolding med bakgrunn i dei regionale tala. Der ein ikkje har stimulering til rask nedmolding i form av tilskot må ein forvente at omfanget er mindre. Nedmolding er vilkår for å få tilskot til stripespreining på open åker. Dette arealet kan leggest til for å betre datagrunnlaget, men breispreading med nedmolding i regionar utan tilskot blir ikkje fanga opp. Det er derfor vanskeleg med årleg oppdatering av aktivitetsdata for nedmolding på landsbasis. Det er mogleg at RMP-data kan brukast i dei regionane ein har tilskot. Då må tidsfristen for nedmolding i RMP og N-modellen/gjødselundersøkingane samkøyrast.

## Betre spreietidspunkt

Ved søknadsomgangen 2020 var det 6 fylke (Innlandet, Vestland, Møre & Romsdal, Trøndelag, Nordland, Troms & Finnmark) som hadde tilskot til spreining om våren/i vekstsesongen, og det er vanskeleg å estimere landsomfattande tal med bakgrunn i dei regionale tala. Der ein ikkje har tilskot til spreining om våren/i vekstsesongen må ein forvente at omfanget av spreining om våren/vekstsesongen er mindre. Tilskot til miljøvennlege spreimetodar set også krav til spreining i vekstsesong. Dette arealet kan leggest til for å betre datagrunnlaget, men det er likevel stor skilnad i data mellom RMP inkludert miljøvennlege spreimetodar og gjødselundersøkingane når det gjeld spreietidspunkt for husdyrgjødsla. I følge gjødselundersøkingane er andelen husdyrgjødsel som blir spreidd om hausten liten (7%). Ei årleg oppdatering av aktivitetsdata basert på tilskotsinformasjon vil derfor bety lite for utsleppsrekneskapen.

## Betre arealfordeling av husdyrgjødsla

Husdyrgjødselundersøkingane gjev ikkje opplysingar om mengde husdyrgjødsel tilført per daa jordbruksareal. Ein har informasjon om kor mykje areal som får husdyrgjødsel tilført minst ein gang i sesongen, og total mengde husdyrgjødsel spreidd på ulike kategoriar areal. I 2018 estimerte vi at det i gjennomsnitt vart brukt 2,8 tonn husdyrgjødsel per daa jordbruksareal som fekk tilført husdyrgjødsel (Kolle og Oguz-Alper 2020), og at 39% av jordbruksarealet det vart søkt om produksjonstillegg for fekk tilført husdyrgjødsel (SSB 2021b). Med så moderate mengder blir effekten av å fordele gjødsla betre og behovet for årleg oppdatering av aktivitetsdata forholdsvis liten. Sannsynlegvis blir ikkje husdyrgjødsla på areal som får husdyrgjødsel minst ein gang per sesong fordelt likt mellom skifter slik det er rekna med her. Areal som ligg langt frå husdyrgjødsellager får nok mindre husdyrgjødsel per daa enn areal som ligg nært lageret. Ei jamnare fordeling mellom skifter har vi ikkje talgrunnlag for å rekne på. Her måtte ein også ha tatt omsyn til auka klimagassutslepp frå auka behov for transport.

## Tett dekke på gjødsellager

Med det spinkle datagrunnlaget ein har gjennom SMIL-ordninga og Innovasjon Norge ser vi det som uaktuelt å bruke dette som grunnlag for årlege aktivitetsdata for tett dekke på lager. Med bakgrunn i utrekningane for effekt på utslepp av metan og lystgass ved å innføre tett dekke på opne utandørs lager for blautgjødsel frå storfe og gris, tilrår vi at ein brukar ressursane på å betre utsleppsfaktorane. I N-modellen for husdyrgjødsel tek ein omsyn til at skorpedanninga på storfegjødsel aukar ved tett tak. Dette gjev reduserte ammoniakkutslepp og auka lystgassutslepp. I metanmodellen gjev alle typar dekke lik reduksjon i metanutsleppet, inkludert naturleg skorpe i opne lager. Dermed aukar klimagassutsleppa ved å tilføre tak på opne lager av blaut storfegjødsel. For grisejødsel har ikkje tak effekt på metanutsleppet. N-modellen reknar ei lita auke i direkte lystgassutslepp sjølv om det ikkje blir danna skorpe på grisejødsel. Klimagassutsleppa aukar dermed også ved innføringa av tak på opne lager av blaut grisejødsel. Det verkar å vere svært stor usikkerheit i utsleppsfaktorane for ammoniakk, lystgass og metan frå norske husdyrgjødsellager. Det er utført få målingar under norske forhold og det trengst derfor eit større prosjekt med eit måleprogram for dei mest vanlege typane husdyrgjødsel og lager.

## FracLEACH

FracLEACH vart i 2012 rekna til 22% og er med tilsvarende metode og lenger tidsserie no rekna til 26%. Ved vekting av FracLEACH i forhold til areal med ulike produksjonssystem blir den 22%. Ein regionalisert FracLEACH som tek omsyn til gjødselmengde per region for dei ulike produksjonssystema blir 21%. Det er vurdert at regionalisering vil gje forholdsvis stor usikkerheit og bidra lite til betring av verdien for FracLEACH. Vi vil derfor tilrå ei vekting av FracLEACH i forhold til areal med ulike produksjonssystem.

## Utsleppsfaktorar ammoniakk ved husdyrgjødselspreiing

Utsleppsfaktorane for ammoniakk verkar alt i alt å vere gode. Samstundes er materialet bak faktorane etter kvart vorte gammalt, og det finst nyare materiale å gå ut i frå. Dette talar for ei oppdatering. Det vil vere fornuftig å innføre ei differensiering mellom ulike nedmoldingsteknikkar.

Vêrdata som ligg til grunn for utsleppsfaktorane frå åker strekk seg attende inn i førre normalperiode, og det vil vere fornuftig å oppdatere vêrdataane for å undersøkje om klimaendringane har påverka ammoniakkutsleppa.



# Summary

In 2019 an agreement between Norwegian farming organisations and the government was made. The ambition was to reduce the greenhouse gas (GHG) - emissions from the agricultural sector with 5 million tonnes totally in the period 2021-2030. Annex 1 in the agreement deals with measures that are accounted for in the Norwegian Emission Inventory, whereas measures in Annex 2 are not. The agreement states that a yearly counting system for implementation and reduced GHG-emissions is to be developed. A more detailed reporting system should be used every third year.

This report was made in order to suggest a method for yearly counting the effects of implementing manure management measures using data from the Regional Environment Program (Regionalt miljøprogram, RMP) and other sources. The fraction of applied N that is lost by runoff and leaching (FracLeach) and the factor for ammonia volatilization from spreading of manure used in the Norwegian Emission Inventory was also considered.

## **Environment friendly spreading techniques for manure**

All the Norwegian regions subsidise bandspreading and injection of manure through RMP. It is possible to use data from this program for yearly updating the Norwegian activity data for spreading techniques of manure. Data from RMP is based on size of the area where the spreading techniques are used. Amount of manure spread by the different techniques could be calculated using data from the latest Statistics Norway's sample survey for use of fertilizers. Some more data should be collected from the farmers that apply for RMP subsidy. The effect of bandspreading and injection on ammonia volatilization is larger when spreading on meadow and pasture than on arable land. Data from RMP should be divided between these types of land. The effect of injection is larger than the effect of bandspreading, and data should also be collected to divide between the two spreading techniques. Also, the applicants should give information about the total area of which the different spreading techniques have been used.

In 2020 only four regions in Norway subsidised rapidly incorporation of manure (within two hours) through RMP. It is difficult to estimate national numbers for rapidly incorporation from the regional data. One would expect increased use of such manure management practices in regions with subsidy than in regions without. On arable land rapid incorporation of manure has to be practised to get subsidy for bandspreading. This area could be added, but you will still not get an estimation of the area with rapid incorporation after broadcasting of manure in regions without subsidies for rapid incorporation.

## **Time of spreading**

In 2020 six regions in Norway subsidised spreading of manure during spring/growing season. Also in this case it is difficult to estimate national numbers with data from RMP. Subsidy for environmental spreading techniques is only given when manure is spread during spring/growing season. This area can be added, but there is still a large difference between RMP-data and data from the Statistics Norway's sample survey for use of fertilizers. To get the RMP-subsidy for spreading during spring/growing season no manure can be spread in autumn. At farms with spreading in autumn most of the manure still is spread during spring/growing season. Approximately 7% of total amount of manure was spread in autumn according to data from the sample survey in 2018 (Kolle og Oguz-Alper 2020). Updating the activity data on a yearly basis will only have a small effect on the emission inventory.

### **Better distribution of manure**

Using data from Statistics Norway's sample survey for use of fertilizers in 2018 (Kolle og Oguz-Alper 2020) we estimated that at agricultural land with manure applied, mean amount used was 28 tonnes ha<sup>-1</sup>. Only at 39% of the Norwegian agricultural area manure was applied (SSB 2021b). The effect of applying the manure at all agricultural land on nitrogen loss was rather small, and it does not seem necessary to update the activity data on a yearly basis. Most probably the manure will not be as evenly distributed as estimated here. Agricultural land with a long distance from the manure storage will probably get less manure than land closer to the storage, but we don't have any data source for this. Such calculations also have to consider increased emissions from transportation of manure.

### **Manure tank with tight roof**

The data sources (SMIL and Innovasjon Norge) we were supposed to use for yearly updating the activity data for storage of manure with tight roofs were not good enough and cannot be used.

We calculated the effect on nitrous oxide (N<sub>2</sub>O) and methane (CH<sub>4</sub>) emissions of putting tight roofs on all the open manure tanks for cattle- and pig slurry, using the same models as in the Norwegian emission inventory (NIR 2021). The model used for calculation of atmospheric nitrogen emissions from manure consider a stronger crust development when cattle manure is stored in tanks with tight roofs than in open tanks. This gives reduced ammonia volatilization and increased N<sub>2</sub>O emissions with tight roofs. In the model used for calculation of the methane emission from stored manure the methane conversion factor (MCF) for cattle slurry does not differ between tanks with or without tight roofs. The total effect of putting tight roofs on all the cattle slurry manure tanks increases the GHG-emissions.

Putting a tight roof on manure tanks with pig manure reduces the ammonia volatilization but does not affect the methane emission because there is no crust formation on pig slurry. Nevertheless, a slightly higher N<sub>2</sub>O emission factor from storage of pig manure in tanks with tight roofs than from open tanks is used in the calculations of emissions. The total effect of putting tight roofs on the pig slurry tanks is therefore a small increase in the GHG-emissions.

The uncertainties about the emission factors for ammonia, nitrous oxide and methane from Norwegian storage of manure seems quite large, as very few measurements have been carried out. Measurements to get more reliable emissions factors have to be carried out for the most important manure and storage types and must be prioritised before yearly updating of activity data.

### **FracLEACH**

FracLEACH was in 2012 estimated to 22% and is with corresponding method and longer time series now estimated to 26%. When weighting FracLEACH in relation to area with different production systems, it becomes 22%. A regionalized FracLEACH based on amount of fertilizer per region for the various production systems will be 21%. It has been considered that regionalisation will be relatively uncertain and contribute little to the value of FracLEACH. We will therefore recommend a weighting of FracLEACH in relation to area with different production systems.

### **Emission factors for ammonia volatilization after spreading of manure**

The emission factors for ammonia volatilization seem to be reasonable. The source material is getting old, and there are new measurements available. Thus, the factors could be updated to include newer sources as well. It would be prudent to introduce a differentiation between the different incorporation techniques ploughing and harrowing.

Some of the weather data underlying emission factors from arable land are older than the present climate normal in Norway (1991-2020). These could be updated to account for a possible effect of climate change on ammonia emissions.

# 1 Innleiing

I 2019 inngjekk jordbruket og regjeringa ei intensjonsavtale om å redusere klimagassutsleppa frå jordbruket med 5 millionar tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar i perioden 2021-2030. Anneks 1 i avtala gjeld tiltak der ein kan rekne ut og rapportere utsleppa i tråd med regelverk og metodikk som blir nytta i den norske utsleppsrapporteringa. Anneks 2 i avtala omhandlar tiltak som ikkje blir fanga opp i den offisielle rekneskapen. Etter klimaavtala skal det utviklast eit opplegg for årleg rapportering om gjennomføring av tiltaka og innsparingar i klimagassutsleppa. Det skal også lagast meir utførleg rapportering kvart tredje år.

I den offisielle utsleppsrapporteringa for utslepp frå husdyrgjødsel blir det rapportert årlege tal, men med ulik ajourføring av ulike aktivitetstal. Mengde husdyrgjødsel blir rekna ut årleg på basis av tal dyr av ulike kategoriar. Kjelde til aktivitetsdata som gjeld handtering og spreining av husdyrgjødsel er SSB si husdyrgjødselundersøking. SSB gjennomførte husdyrgjødselundersøking sist i 2018. Før dette blei det gjennomført husdyrgjødselundersøking i 2013 og ved Landbruksteljinga 2020 er det også spørsmål om aktivitetstal som gjeld husdyrgjødsel. Oppdateringa av aktivitetsdata for handtering av husdyrgjødsel skjer såleis med ujamne mellomrom.

Første del av oppdraget gjekk ut på å vurdere og føreslå ein metode for årleg rapportering om effektar av husdyrgjødseltiltak ved å nytte søknadsdata frå tilskotsordningar frå til dømes regionalt miljøprogram og eventuelt frå andre supplerande datakjelder. Ved utrekning av effektar skulle det takast utgangspunkt i dei same metodane som blir nytta i siste publiserte versjon av utsleppsrekneskapen.

Oppdraget om årleg rapportering var avgrensa til å gjelde:

- Miljøvennlege spreiemetodar, ved nedlegging/nedfelling på eng og ved rask nedmolding på open åker
- Betre spreietidspunkt og lagerkapasitet for husdyrgjødsel
- Betre arealfordeling av husdyrgjødsel (spreiearealkrav)
- Tett dekke på gjødsellager

Andre del av oppdraget var å vurdere nokre av utsleppsfaktorane som blir brukte i den norske utsleppsrekneskapen. Det blir i dag rekna med ein nasjonal faktor for nitrogenlekkasje (FracLEACH) på 22%, som er eit vege gjennomsnitt av målingar frå JOVA. Målingane syner at avrenninga varierer med driftssystem, produksjon og tid på året for spreining av gjødsel. Vi skulle vurdere om eit større og meir oppdatert tilfang av målingar frå JOVA gjev grunnlag for å endre FracLEACH. Vi skulle og vurdere kor mykje bruk av meir differensierte faktorar har å seie for storleiken av indirekte lysgassutslepp ved spreining av gjødsel og om det er grunn for å gjere endringar i den norske utsleppsrapporteringa anten ved å nytte regionaliserte utsleppsfaktorar eller ein oppdatert arealvege nasjonal faktor for nitrogenlekkasjen frå ulike driftssystem ut frå andel av det totale jordbruksarealet i Noreg.

I N-modellen for husdyrgjødsel er ammoniakktapa ved spreining av husdyrgjødsel differensierte etter spreietidspunkt, spreiemetode og vassinnblanding. Vi skulle ettergå nærare det faglege grunnlaget for denne differensieringa, og om den i tilstrekkeleg grad reflekterer norske forhold. Vi fekk tilgang til både N-modellen (Carbon Limits 2020a) og metanmodellen (Carbon Limits 2020b) for husdyrgjødsel for å berekne effekt av husdyrgjødseltiltaka. N-modellen estimerer på nasjonalt nivå dei ulike nitrogentapa frå husdyrgjødsel, medan metanmodellen estimerer metanutsleppet. Begge er omtalt i den nasjonale rapporteringa (NIR 2021).

## 2 Praksis for gjødselspreiing

Nasjonalt utslepp av nitrogen til luft frå husdyrgjødsel blir rekna ut ved hjelp av Nitrogenmodellen for husdyrgjødsel (NIR 2021). Aktivitetsdata for praksis for gjødselspreiing hentar ein frå gjødselundersøkingar som SSB utfører med ujamne mellomrom. Dei siste undersøkingane vart gjort i 2013 og 2018. I 2020 var det gjennomført Landbruksteljing som også gjev aktivitetsdata for spreiepraksis for husdyrgjødsel. Gjødselundersøkingane er utvalsundersøkingar medan Landbruksteljingane er fullstendige undersøkingar som gjev sikrere resultat.

Det blir gitt tilskot til miljøvenlege spreieing av husdyrgjødsel gjennom regionalt miljøprogram (RMP) og ordninga varierer frå region til region. Landbruksdirektoratet har årlege data for tal dekar med tilskot til miljøvenlege spreieing av husdyrgjødsel på foretaksnivå.

### 2.1 Nedlegging/stripespreiing og nedfelling

#### 2.1.1 Gjødselundersøkingane

I 2013 vart det i følge gjødselundersøkinga (Gundersen og Heldal 2015) brukt stripespreiar på i underkant av 290 000 daa etablert eng. Etablert eng er summen av fulldyrka og overflatedyrka eng. Arealet auka til rundt 330 000 daa i 2018 (Kolle og Oguz-Alper 2020). Det vart ikkje brukt nedfelling på etablert eng i 2013, men på rundt 70 000 daa i 2018. Totalt vart det dermed brukt miljøvenlege spreimetodar på om lag 400 000 daa eng i 2018. På innmarksbeite vart det ikkje brukt miljøvenlege spreimetodar i 2013, medan det i 2018 vart brukt stripespreiar på rundt 25 000 daa. På åkerareal vart det brukt stripespreiar på om lag 130 000 i 2013 og 190 000 daa i 2018. Åkerareal med nedfelling minka frå 35 000 til 13 000 i same periode. Spreimetodar med lita utbreiing gjev usikre tal i utvalsundersøkingar, og det er mulig at åkerareal med nedfelling i 2013 er overestimert. Totalt vart det i følge gjødselundersøkingane brukt miljøvenlege spreimetodar på om lag 450 000 daa i 2013 og 630 000 daa i 2018.

Landbruksteljinga i 2020 (SSB 2021) gjev informasjon om spreimetodar brukt på jordbruksareal utan oppdeling i vekstar. Det vart brukt stripespreiing på rundt 719 000 daa og nedfelling på rundt 61 000 daa, totalt rundt 780 000 daa.

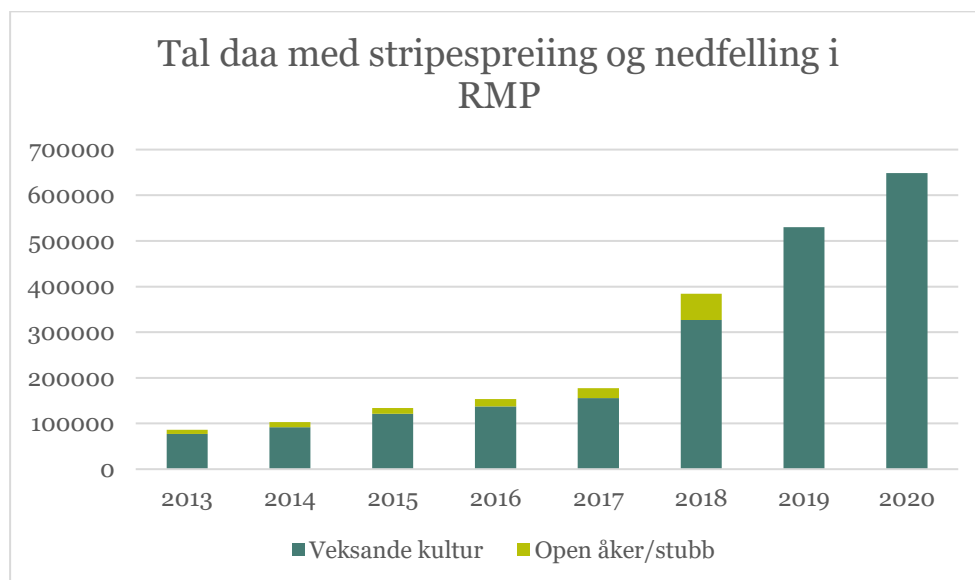
Tabell 2.1. Tal daa etablert eng, innmarksbeite og åker med bruk av stripespreiing og nedfelling for husdyrgjødsel i 2013 og 2018 etter gjødselundersøkingane (Gundersen og Heldal 2015, Kolle og Oguz-Alper 2020) og 2020 etter Landbruksteljinga (SSB 2021a).

		2013	2018	2020
<b>Etablert eng</b>	Stripespreiing	286870	327440	
	Nedfelling	0	70050	
	<i>Stripe + nedfelling</i>	<i>286870</i>	<i>397490</i>	
<b>Beite</b>	Stripespreiing	0	24800	
	Nedfelling	0	0	
	<i>Stripe + nedfelling</i>	<i>0</i>	<i>24800</i>	
<b>Åker</b>	Stripespreiing	127590	192490	
	Nedfelling	35250	13170	
	<i>Stripe + nedfelling</i>	<i>162840</i>	<i>205660</i>	
	<b>Tot</b>	<b>449710</b>	<b>627950</b>	<b>780589</b>

## 2.1.2 Regionalt miljøprogram (RMP)

I regionalt miljøprogram kan fylka gje tilskot for spreieing av husdyrgjødsel og biorest ved nedfelling eller nedlegging (stripespreieing). Tilskottet blir gitt per daa. Det er eit vilkår at det minimum skal spreieast 5 kg total-Nitrogen (tot-N) i husdyrgjødsel per dekar. Arealet skal haustast ved slått eller beiting etter siste spreieing i søknadsåret og regionane kan sette ein siste frist for spreieing. Husdyrgjødsel og biorest som er spreidd ved nedlegging i open åker må moldast ned innan to timar.

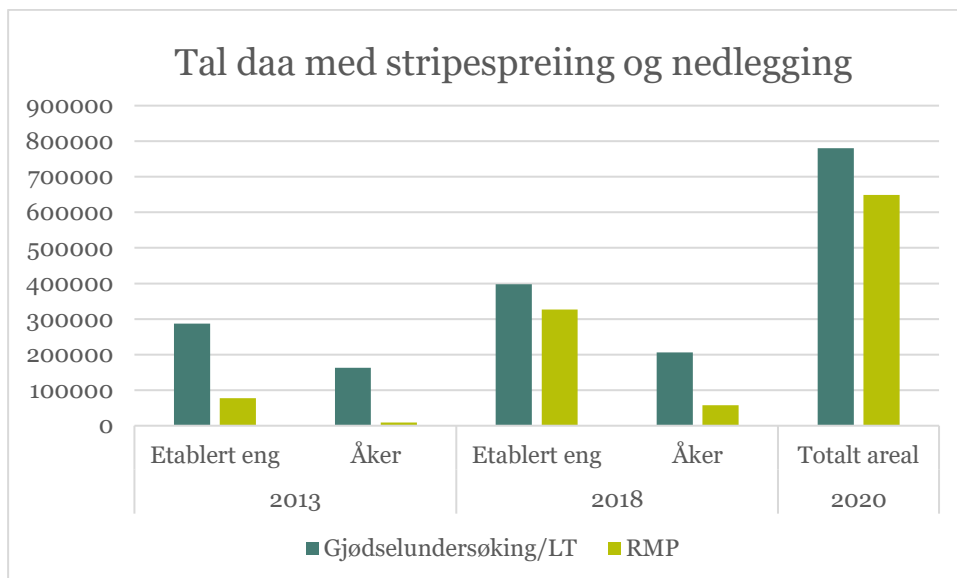
Tilskot til nedlegging og nedfelling har auka i omfang. I 2013 var det berre 6 fylke som hadde tilskot til miljøvenlege spreieingemetodar: Buskerud; Vestfold; Aust Agder; Vest Agder; Rogaland; Hordaland; Troms og Finnmark). I 2018 var det berre Møre og Romsdal og Sogn og Fjordane som ikkje hadde tilskot til stripespreieing og nedfelling, og frå 2019 har alle fylke slikt tilskot. Fram til og med 2018 var tal daa med stripespreieing og nedfelling oppdelt i veksande kultur (eng) og open åker/stubb. Etter 2019 har ein berre data for totalt areal. Totalt areal som har fått dette tilskottet har auka frå rundt 86 000 i 2013 til 649 000 daa i 2020.



Figur 2.1. Tal daa med tilskot gjennom regionalt miljøprogram til stripespreieing og nedfelling frå 2013 til 2020. Kjelde: Landbruksdirektoratet.

## 2.1.3 Bruk av data frå RMP til aktivitetsdata

Bruk av tilskotsdata frå RMP til aktivitetsdata i utsleppsrekneskapan vil vere positivt utifrå at desse blir oppdaterte kvart år. I dag blir aktivitetsdata frå siste gjødselundersøking ståande fram til ei ny undersøking er ferdig. Då vert eventuelle endringar i aktivitet fordelt jamt over åra mellom dei to siste undersøkingane. Figur 2.2 syner at i 2013 var det svært stor skilnad i arealet som kom fram i gjødselundersøkingane og i RMP, men på dette tidspunktet var det berre 6 fylker som hadde tilskot til stripespreieing og nedfelling. I 2018 var skilnaden mindre, men framleis er den stor for åker. Grunnen kan vere at utvalsundersøkingane blir usikre når omfanget er lite. Dei fullstendige landbruksteljingane gjev sikrere tal. I 2020 var likevel tala for stripespreieing og nedlegging frå Landbruksteljinga 132 000 daa høgare enn tala frå RMP. Noko av grunnen kan vere at det ikkje blir gitt tilskot til miljøvenlege spreieingemetodar på innmarksbeite, medan dette er med i Landbruksteljinga. Det er også grunn til å tru at det blir brukt stripespreieing og nedlegging på eit større fulldyrka og overflatedyrka areal enn det blir søkt om tilskot til i RMP. Dersom det er arealtak på tilskota er det ikkje sikkert at bøndene fører opp alt areal utstyret blir brukt på.



Figur 2.2. Tal daa med stripespreiing og nedfelling i gjødselundersøkingane og RMP for etablert eng og åker i åra 2013 og 2018.

I utsleppsrekneskapen blir tap frå husdyrgjødsel rekna utifrå mengde nitrogen som er spreidd på areala. Gjødselundersøkingane gjev informasjon om mengde husdyrgjødsel spreidd med ulike metodar, men det gjev ikkje landbruksteljingane. Slike tal har ein heller ikkje i RMP, men det er mulig å rekne dette ut ved å bruke tilskotsdata for husdyr på dei føretaka som søker om tilskot gjennom RMP. Dette vil vere forholdsvis arbeidskrevjande og tala kan ikkje utan vidare brukast i N-modellen for husdyrgjødsel. Ein anna metode er å bruke mengde husdyrgjødsel per daa for ulike spreimetodar på eng og åker i den siste husdyrgjødselundersøkinga. Tabell 2.2 viser at det er ein viss skilnad i mengde både mellom eng, innmarksbeite og åker, men og mellom dei ulike spreimetodane. Det er logisk at det blir brukt større mengder per daa eng ved bruk av stripespreiar enn ved breispreiing og nedfelling pga at stripespreiing har mykje større kapasitet. For åker finn ein ikkje dette. I N-modellen for husdyrgjødsel reknar ein at andelen N som blir spreidd med ulike metodar er lik andelen husdyrgjødsel. Det er mogleg at det er meir vatn innblanda i husdyrgjødsel som blir stripespreidd slik at andelen N som blir stripespreidd blir overestimert. Vi har ikkje tal i gjødselundersøkelsen for mengde vatn per spreiemetode.

Tabell 2.2. Tonn husdyrgjødsel per daa tilført eng, innmarksbeite og åker i 2018 (Kolle og Oguz-Alper 2020)

	Tonn husdyrgjødsel/daa		
	Eng	Innmarksbeite	Åker
Breispreder eller kanon	3,0	2,0	2,4
Stripespreiing	4,2	2,7	2,6
Nedfelling	2,3		3,2
Gjødselvogn/spredevalser for fastgjødsel	2,0	1,1	1,4
Gjennomsnitt	3,1	2,0	2,3

#### 2.1.4 Tilråding årlege aktivitetsdata spreiemetode

Alle regionar har tilskot til stripespreiing og nedfelling av husdyrgjødsel og det bør vere mogleg å bruke arealdata frå RMP for årleg oppdatering av aktivitetsdata. For å få gode data bør ein skilje mellom åker og eng slik det vart gjort fram til 2018. Dette fordi effekten av stripespreiing og nedfelling

på ammoniakktap er mykje større for eng enn for åker. Dersom det er slik at bøndene berre fyller inn det arealet ein får tilskot til (maksgrense) bør ein gå over til å fyller inn alt areal ein brukar spreimetodane på. Det bør også gå an å krysse av for om ein brukar stripespreiing eller nedfelling sidan utsleppsfaktorane for ammoniakk varierer mellom dei to metodane. For å finne ut kor mykje husdyrgjødsel/nitrogen som er spreidd med dei ulike metodane kan ein bruke mengde per daa frå siste husdyrgjødselundersøking.

## 2.2 Nedmolding

### 2.2.1 Gjødselundersøkingane

I gjødselundersøkinga 2013 har ein ikkje tal for nedmolding innan 1 time, men det har ein frå 2018. Tala i Landbruksteljinga i 2020 gjeld for alt jordbruksareal. I praksis betyr det at areal utan nedmolding av husdyrgjødsel inkluderer engareal, og talet kan ikkje samanliknast med arealet utan nedmolding i 2013 og 2018. Det er aukande bruk av nedmolding av husdyrgjødsel både innan 1 time og innan 4 timar (tabell 2.3).

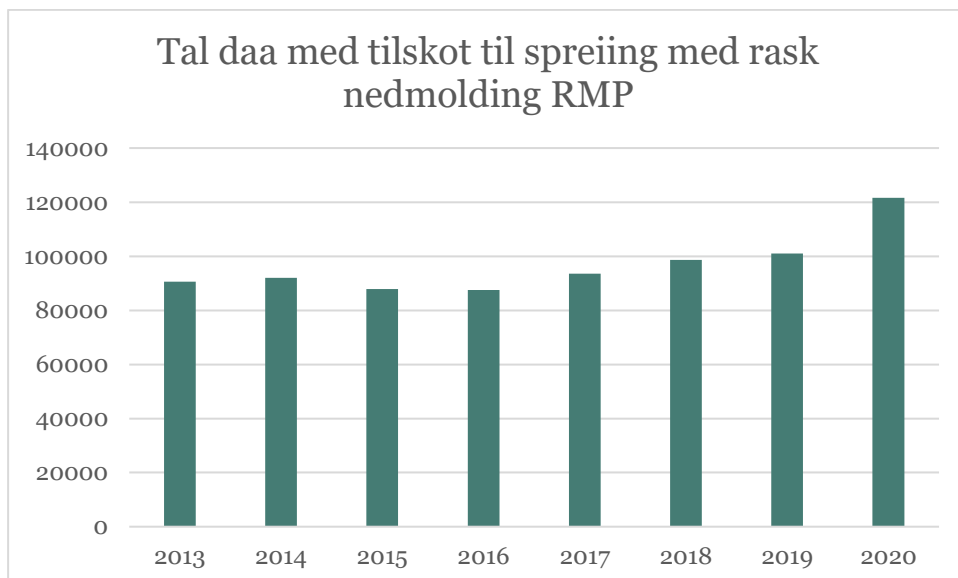
**Tabell 2.3. Tal daa med ulike nedmoldingstidspunkt for husdyrgjødsel brukt på open åker i 2013 og 2018 etter gjødselundersøkingane (Gundersen og Heldal 2015, Kolle og Oguz-Alper 2020) og for alt jordbruksareal i 2020 etter Landbruksteljinga (SSB 2021a).**

	2013	2018	2020
<b>Mindre enn 1 time</b>		124140	237 358
<b>Innan 4 timar/1-4 timar</b>	279820	305150	413 373
<b>4-12 timar</b>	561270	409010	495 335
<b>Seinare enn 12 timar</b>	141150	143320	256 504
<b>Ikkje nedmolda</b>	27830	63730	2 456 654

### 2.2.2 Regionalt miljøprogram

Det blir gitt tilskot til rask nedmolding gjennom regionalt miljøprogram. Vilkår for tilskottet er nedmolding gjennom harving eller pløying innan to timer etter overflatespreiing, og det skal minimum spreia 5 kg total-Nitrogen i husdyrgjødsel per dekar. Arealet skal haustast eller beitast etter siste spreieing i søknadsåret. I 2013 til 2018 var det 6 fylker som hadde dette tilskottet; Hedmark, Buskerud, Aust-Agder, Vest-Agder, Rogaland, Troms, Finnmark. I 2020 var det fylka Agder, Innlandet, Nordland, Troms og Finnmark som hadde tilskot til rask nedmolding. Fram til 2017 var det kvart år rundt 90 000 daa med tilskott til rask nedmolding. Arealet auka deretter til over 121 000 daa i 2020 (figur 2.3).

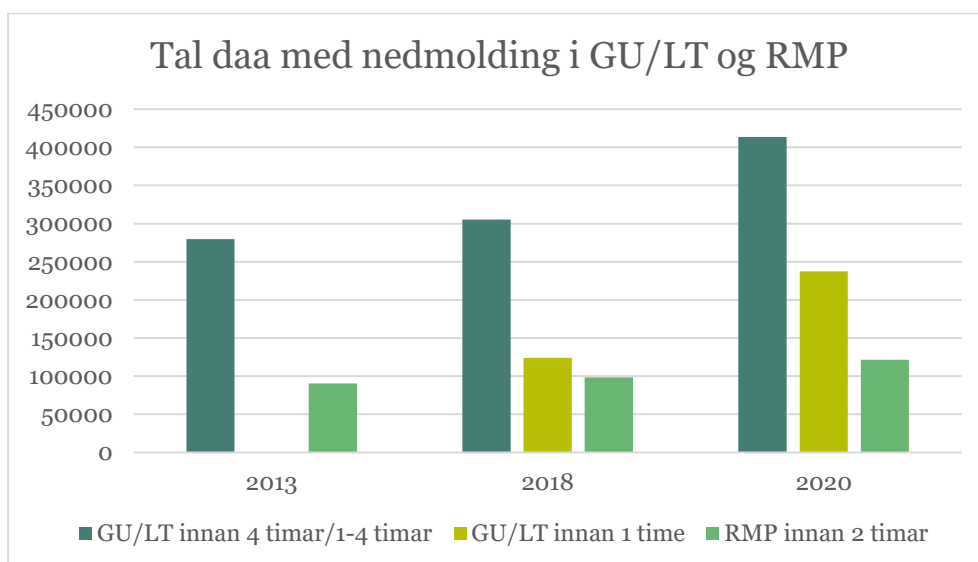




Figur 2.3. Tal daa med tilskot til spreing med rask nedmolding gjennom regionalt miljøprogram i åra 2013 til 2020. Kjelde: Landbruksdirektoratet.

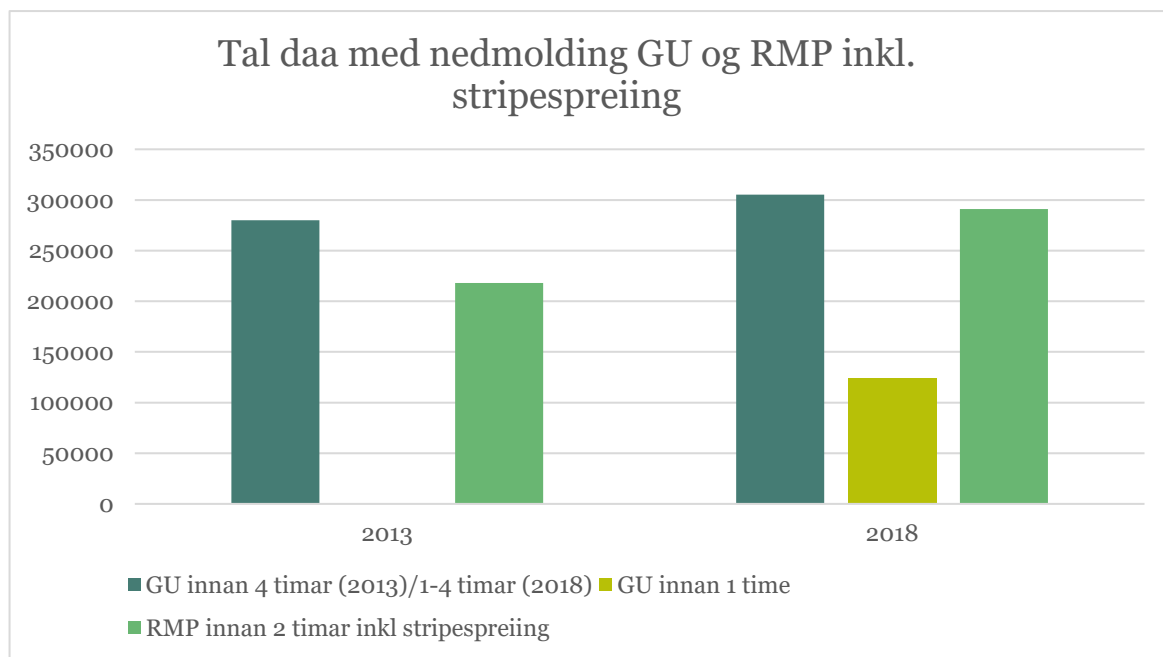
### 2.2.3 Bruk av data frå RMP som aktivitetsdata

Figur 2.4 samanliknar arealet med nedmolding i gjødselundersøkingane i 2013 og 2018 og landbruksteljinga 2020 med arealet som får tilskott gjennom regionalt miljøprogram. Gjødselundersøkingane og landbruksteljinga gjev informasjon om nedmolding innan 1 og 4 timar medan RMP gjev informasjon om nedmolding innan 2 timar. Det er også berre deler av fylka som har dette tilskottet. Det er mulig at ein i desse fylka kan oppdatere aktivitetsdata årleg på bakgrunn av data frå RMP, men då må ein samkøyre tidsfristen for nedmolding mellom gjødselundersøkingane og RMP.



Figur 2.4. Tal daa med nedmolding innan 4 timar i gjødselundersøkinga i 2013 og innan 1 og 1-4 timar i gjødselundersøkinga i 2018 og landbruksteljinga i 2020 samanlikna med tal daa med tilskot til rask nedmolding innan 2 timar gjennom regionalt miljøprogram (RMP).

Ved tilskot til stripespreiing i open åker er det eit krav at gjødsla skal moldast ned. Dersom ein inkluderer dette i arealet med tilskot til nedmolding gjennom RMP aukar dette frå rundt 99 000 daa (figur 2.4) til rundt 291 000 daa i 2018 (figur 2.5). I landbruksundersøkinga 2020 vart det som nemnt tidlegare ikkje delt mellom ulike arealbruk. Ved å inkludere tilskot til stripespreiing på open åker blir datagrunnlaget betre, men også her bør tidsfristen for nedmolding samkøyrast.



Figur 2.5. Tal daa med nedmolding innan 4 timar i gjødselundersøkinga i 2013 og innan 1 og 1-4 timar i gjødselundersøkinga i 2018 samanlikna med tal daa med tilskot til rask nedmolding innan 2 timar inkludert tilskott til stripespreiing i open åker gjennom regionalt miljøprogram (RMP).

Dersom ein klarer å utvikle ein metode for å estimere areal med nedmolding utifrå tilskotsdata i RMP kan ein bruke gjødselundersøkingane til å finne mengde husdyrgjødsel per daa (tabell 2.4).

Tabell 2.4. Tonn husdyrgjødsel, tal daa og tonn husdyrgjødsel per daa med nedmolding etter 4 timar i følgje gjødselundersøkinga i 2018 (Kolle og Oguz-Alper 2020).

	tonn husdyrgjødsel	tal daa	tonn husdyrgjødsel /daa
Mindre enn 1 time	265080	124140	2,1
Nedmolding innan 4 timar	976890	429290	2,3

## 2.2.4 Tilråding årlege aktivitetsdata nedmolding

Det var i 2020 berre 5 fylker som hadde tilskot til rask nedmolding gjennom regionalt miljøprogram og datagrunnlaget er dermed dårleg. Det er vanskeleg å estimere landsomfattande tal for nedmolding med bakgrunn i dei regionale tala. Der ein ikkje har stimulering til rask nedmolding i form av tilskott må ein forvente at omfanget er mindre. Nedmolding er vilkår for å få tilskot til stripespreiing på open åker. Dette arealet kan leggast til for å betre datagrunnlaget. Breispreiing med nedmolding i regionar utan tilskot blir ikkje fanga opp.

Det er mulig ein kan bruke RMP-data i dei regionane ein har tilskot. Då bør ein samkøyre tidsfristen for nedmolding med gjødselundersøkingane og N-modellen for husdyrgjødsel.

For å rekne om frå areal til mengde husdyrgjødsel/mengde nitrogen kan ein bruke mengde husdyrgjødsel per daa frå siste husdyrgjødselundersøking.

## 2.3 Tidspunkt for spreieing

### 2.3.1 Gjødselundersøkingane

Gjødselundersøkingane gjev ikkje informasjon om kor mykje areal som får tilført husdyrgjødsel til ulike tidspunkt på året. Undersøkingane skaffar data for mengde total-nitrogen (tot-N) spreidd vår, sommar og haust for etablert eng (fulldyrka og overflatedyrka), innmarksbeite og åker. I tillegg har ein data for total mengde husdyrgjødsel spreidd på dei ulike arealkategoriane, og tal daa som har fått husdyrgjødsel minst ein gang i løpet av sesongen for dei ulike arealkategoriane. Ein kan dermed rekne ut mengde husdyrgjødsel spreidd, og tal daa som har fått husdyrgjødsel på dei ulike tidspunkta ved å bruke same fordeling som for tot-N gjennom sesongen. Ein har ikkje tal for andel tot-N spreidd vår, sommar og haust i landbruksteljinga 2020.

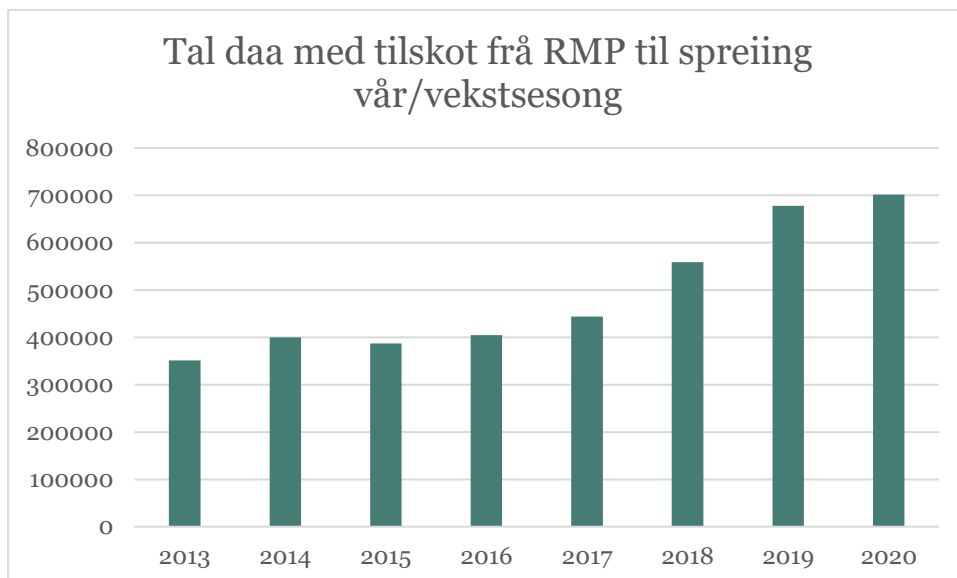
**Tabell 2.5. Tonn tot-N spreidd på ulike spreietidspunkt og på ulike vekstar etter gjødselundersøkingane i 2013 og 2018 og mengde husdyrgjødsel og tal daa med spreieing av husdyrgjødsel på ulike spreietidspunkt rekna ut etter andel tot-N.**

Arealkategori	Tidspunkt	2013				2018			
		Tonn tot-N	Andel tot-N	tonn HG	tal daa	Tonn tot-N	Andel tot-N	tonn HG	tal daa
Etablert eng	Vår	15680	0,59	4746184	1427837	15950	0,66	5099673	1643780
	Sommar	9780	0,37	2960311	890577	6640	0,27	2122999	684307
	Hhaust	920	0,03	278475	83776	1590	0,07	508369	163863
	Tot	26380	1,00	7984970	2402190	24180	1,00	7731040	2491950
Innmarksbeite	Vår	1980	0,73	543983	266470	2360	0,80	687015	341403
	Sommar	740	0,27	203307	99590	410	0,14	119354	59311
	Hhaust	0	0,00	0	0	190	0,06	55311	27486
	Tot	2720	1,00	747290	366060	2960	1,00	861680	428200
Åker	Vår	6990	0,62	1795096	645476	6750	0,84	1978834	878727
	Sommar	2660	0,23	683112	245632	560	0,07	164170	72902
	Hhaust	1670	0,15	428871	154212	720	0,09	211076	93731
	Tot	11320	1,00	2907080	1045320	8030	1,00	2354080	1045360

### 2.3.2 Regionalt miljøprogram

I 2013 var det berre fylka Hedmark, Møre og Romsdal, Sør-Trøndelag og Nordland som hadde tilskot til spreieing om våren/vekstsesong. I 2018 kom Buskerud og heile Trøndelag med, og i 2020 var det Innlandet, Møre og Romsdal, Nordland, Troms og Finnmark, Trøndelag og Vestland som hadde dette tilskottet. Arealet var stabilt rundt 400 000 daa fram til 2016, etter det har det vore ei kraftig auke, og i 2020 var arealet over 700 000 daa.

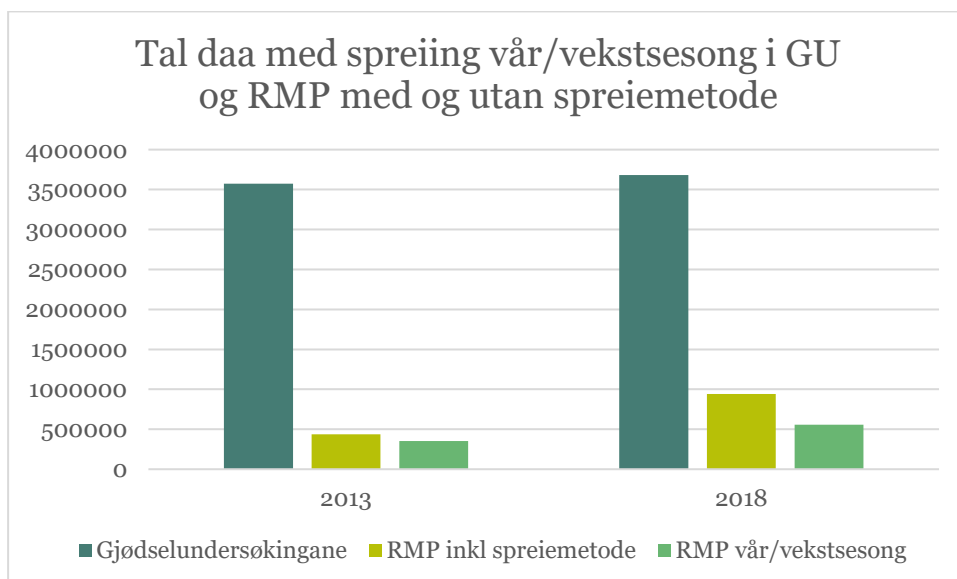
For dette tilskottet er det eit vilkår at all husdyrgjødsel som føretaket brukar på jordbruksarealet skal spreiest om våren eller i vekstsesongen. Det er regionane som set datofrist for når gjødsla skal vere spreidd.



Figur 2.6. Tal daa med tilskot frå RMP til spreing vår/vekstsesong frå 2013 til 2020.

### 2.3.3 Bruk av data frå RMP til aktivitetsdata

Figur 2.7 syner at det i følge gjødselundersøkingane er arealet som får tilført husdyrgjødsel vår og sommar om lag likt i 2013 og 2018 (3, 57-3,68 mill daa). I same perioden har tal dekar med RMP-tilskot til spreing i vekstsesongen auka frå 351 000 daa til 559 000 daa. For å få tilskot til stripespreing og nedfelling må gjødsla spreast i vekstsesongen. Fordi tilskotssatsane for stripespreing/nedfelling er høgare, vil mange foretak heller søkje om slikt tilskot framfor tilskot til (brei)spreing om våren/i vekstsesongen. Inkluderer ein dette i areal som får RMP-tilskot blir tala i 2013 og 2018 høvesvis på rundt 430 000 og 943 000 daa.



Figur 2.7. Tal daa med spreing av husdyrgjødsel vår/vekstsesong i 2013 og 2018 etter gjødselundersøkingane og tilskot til spreing vår/vekstsesong med og utan spreiemetode gjennom regionalt miljøprogram.

### 2.3.4 Tilråding årlege aktivitetsdata spreietidspunkt

Ikkje alle fylka har tilskot til spreining om våren/i vekstsesongen. Det er vanskeleg å estimere landsomfattande tal med bakgrunn i dei regionale tala. Der ein ikkje har tilskot til spreining om våren/i vekstsesongen må ein forvente at omfanget er mindre. Tilskot til miljøvenlege spreimetodar set også krav til spreining i vekstsesong. Dette arealet kan leggest til for å betre datagrunnlaget. Det er likevel stor skilnad i data mellom RMP inkludert miljøvenlege spreimetodar og gjødselundersøkingane. I RMP må all gjødsla på føretaket spreias om våren/i vekstsesongen. På føretak som har spreining om hausten blir likevel mesteparten av gjødsla spreidd om våren. Ser ein på andelen gjødsel som blir spreidd om hausten i følge gjødselundersøkingane, vil ei endring i aktivitetsdata bety lite i utsleppsrekneskapen.

### 3 Betre arealfordeling av gjødsla

Husdyrgjødselundersøkingane gjev ikkje opplysingar om mengde husdyrgjødsel tilført per daa jordbruksareal. Ein har informasjon om kor mykje areal som får husdyrgjødsel tilført minst ein gang i sesongen, og total mengde husdyrgjødsel spreidd på ulike kategoriar areal. I 2000 var det totalt 3,75 millionar daa som fekk tilført husdyrgjødsel. Areal med tilført husdyrgjødsel har vore ganske stabilt og var i landbruksteljinga 2020 på 3,86 millionar daa. Total mengde husdyrgjødsel har minka frå 15,88 mill tonn i 2000 til 10,95 mill tonn i 2018, og dermed har mengde husdyrgjødsel per daa minka frå 4,2 til 2,8 tonn/daa frå 2000 til 2018. Det blir brukt mest husdyrgjødsel på eng (3,1 tonn/daa) og minst på innmarksbeite (2,0 tonn/daa). Landbruksteljinga 2020 gjev ikkje opplysingar om husdyrgjødselmengder på ulike arealkategoriar (tabell 2.6).

Tabell 2.6. Areal av ulike kategoriar som får tilført husdyrgjødsel minst ein gang per år frå 2000 til 2020 (etter GU og LT), mengde husdyrgjødsel på ulike arealkategoriar (GU) og utrekna mengde husdyrgjødsel per daa.

	Millionar daa med HG				Millionar tonn husdyrgjødsel			Tonn HG/daa		
	2000	2013	2018	LT 2020	2000	2013	2018	2000	2013	2018
<b>Fulldyrka eng</b>			2,41			7,98	7,53		3,3	3,1
<b>Overflatedyrka eng</b>	2,56	2,40	0,08		10,89		0,20	4,3		2,3
<b>Innmarksbeite</b>		0,37	0,43			0,75	0,86		2,0	2,0
<b>Åker</b>	1,19	1,05	1,05		4,98	2,91	2,35	4,2	2,8	2,3
<b>Tot</b>	3,75	3,81	3,97	3,86	15,88	11,64	10,95	4,2	3,1	2,8

Tabell 2.7 viser at det har vore ei minke i jordbruksareal det blir søkt om produksjonstilskot for frå 10,42 mill daa i 2000 til 9,86 mill daa i 2020 (SSB 2021b). Det er størst nedgang i åkerareal, medan tal daa innmarksbeite har auka.

Tabell 2.7. Jordbruksareal i ulike kategoriar det vart søkt produksjonstilskot til i år med gjødselundersøking/landbruksteljing (SSB 2021b).

Jordbruksareal (mill daa)	2000	2013	2018	2020
<b>Fulldyrka eng</b>	4,86	4,76	4,79	4,81
<b>Overflatedyrka eng</b>	0,29	0,20	0,20	0,21
<b>Innmarksbeite</b>	1,29	1,56	1,60	1,58
<b>Åker</b>	3,98	3,35	3,28	3,27
<b>Tot</b>	<b>10,42</b>	<b>9,87</b>	<b>9,86</b>	<b>9,86</b>

Andel areal, av det det blir søkt om produksjonstilskot for på landsbasis, som får tilført husdyrgjødsel har auka frå 36% i 2000 til 40% i 2018. Dette vart redusert til 39% i 2020. Av dei ulike arealkategoriane er det fulldyrka eng som har størst andel areal med tilført husdyrgjødsel. I 2018 fekk halvparten av fulldyrka eng tilført husdyrgjødsel, medan 32% av åkerarealet fekk tilført (tabell 2.8).

Tabell 2.8. Andel jordbruksareal i ulike kategoriar som får tilført husdyrgjødsel i år med gjødselundersøking/landbruksteljing (nasjonale tal).

Andel areal som får HG	2000	2013	2018	2020
Fulldyrka eng			0,50	
Overflatedyrka eng	0,40	0,5	0,42	
Innmarksbeite		0,23	0,27	
Åker	0,30	0,31	0,32	
<b>Tot</b>	<b>0,36</b>	<b>0,39</b>	<b>0,40</b>	<b>0,39</b>

I det husdyrtette fylket Rogaland var andelen areal som får tilført husdyrgjødsel i 2018 til samanlikning 74%. Gjennomsnittleg mengde var 3,1 tonn per daa areal som fekk tilført husdyrgjødsel minst ein gang i løpet av sesongen. Dette er 0,3 tonn/daa meir enn på landsbasis.

Gjødselundersøkingane fangar ikkje opp ei eventuell skeivfordeling av gjødsla mellom skifter som får tilført husdyrgjødsel. Det er rimeleg at areal som ligg nærmast husdyrgjødsellager får meir husdyrgjødsel per daa enn areal som ligg langt i frå. Det er likevel vanskeleg å rekne på kva dette betyr sidan vi manglar talgrunnlag for det. Det vi kan rekne på er effekten av å fordele husdyrgjødsla på alt areal som det blir søkt om produksjonstilskot for. For fulldyrka eng, der 50% av arealet fekk tilført husdyrgjødsel i 2018, betyr dette at mengda per daa blir redusert frå 3,1 tonn til 1,55 tonn/daa. Legg ein dette inn i NIBIO sin [husdyrgjødsel N-kalkulator](#) (gjødsel frå mjølkeku, breispriing vår, 6 % ts) får ein på ein del jordartar (finsand, sand, myrjord) auka utvasking på 0,1 kg N/tonn husdyrgjødsel medan ein på jordartar med eit visst siltinnhald ikkje har denne auken i avrenning. Ammonium i husdyrgjødsel bind seg til jordkolloid, men viss mengda blir for stor i forhold til bindingskapasiteten kan ammoniumet bli vaska ut. Reknar ein på åkerareal (korn, gjødsel frå gris, breispriing vår, 6 % ts) vil reduksjon i gjødselmengda frå 2,3 tonn/daa til 1 tonn/daa (min.grense) redusere avrenninga med 0,1-0,2 kg N/tonn husdyrgjødsel for ulike jordartar. På potet er reduksjonen i avrenning større (0,2 kg N/tonn husdyrgjødsel), men potetarealet er lite. For å gjere det enkelt kan ein sei at avrenninga minkar med 0,1 kg N/tonn dersom mengda med husdyrgjødsla i Norge blir fordelt på alt jordbruksareal. Med 10,95 millionar tonn husdyrgjødsel i følgje gjødselundersøkinga i 2018 blir det ein reduksjon i avrenning på 1095 tonn nitrogen. Dette svarer til ein reduksjon i indirekte utslepp frå avrenning på 12,9 tonn lystgass, eller 3845 tonn CO<sub>2</sub>e (tabell 2.9). Dersom bruken av mineralgjødsel-nitrogen blir redusert tilsvarende 1095 tonn, blir det i tillegg ein utsleppsreduksjon totalt for direkte og indirekte utslepp frå mineralgjødsel-N på rundt 6400 tonn CO<sub>2</sub>e.

Tabell 2.9. Mengde husdyrgjødsel brukt i 2018, redusert N-avrenning ved å tilføre husdyrgjødsla på alt jordbruksareal og verknad på indirekte utslepp av lystgass.

Husdyrgjødsel i 2018 (millionar tonn)	Redusert N-avrenning (tonn)	Lystgass-N (tonn)	Lystgass (tonn)	CO <sub>2</sub> e (tonn)
10,95	1095	8,2	12,9	3845

### 3.1.1 Tilråding betre arealfordeling av gjødsla

Med grunnlag i gjødselundersøkinga i 2018 estimerte vi at det i gjennomsnitt vart brukt 2,8 tonn husdyrgjødsel per daa jordbruksareal som fekk tilført husdyrgjødsel minst ein gang per sesong (Kolle og Oguz-Alper 2020), og at 39% av jordbruksarealet det vart søkt om produksjonstillegg for fekk tilført husdyrgjødsel (SSB 2021b). Med så moderate mengder blir effekten av å fordele gjødsla betre og behovet for årleg oppdatering av aktivitetsdata forholdsvis liten. Sannsynlegvis blir ikkje husdyrgjødsla på areal som får tilført husdyrgjødsel fordelt likt mellom skifter slik det er rekna med her. Areal som ligg langt frå husdyrgjødsellager får nok mindre husdyrgjødsel per daa enn areal som ligg nært lageret. Ei jamnare fordeling mellom skifter har vi ikkje talgrunnlag for å rekne på. Her måtte ein også ha tatt omsyn til auka transport og utslepp frå dette.



## 4 Praksis for gjødselhandtering (tett dekke på lager)

### 4.1 Utslepp frå husdyrgjødsellager

Lagringsmåte for husdyrgjødsel har innverknad på utslepp av ammoniakk (NH<sub>3</sub>), lystgass (N<sub>2</sub>O) og metan (CH<sub>4</sub>). Tett dekke på lager blir rekna som eit miljø- og klimatiltak, men er også gunstig med tanke på å hindre nedbør i lageret for å auke lagerkapasiteten og betre spreietidspunktet for husdyrgjødsel. I N-modellen for husdyrgjødsel er det rekna at ammoniakktapet frå lagring av husdyrgjødsel blir redusert med 80% ved tett dekke i høve til eit ope lager utan dekke, etter Bittman 2014. Når det gjeld direkte lystgassutslepp vil tett dekke auke utsleppsfaktoren for dei fleste husdyrgjødselslag, for eksempel frå 0 til 0,005 kg N<sub>2</sub>O-N/kg Nex for storfegjødsel (IPCC 2006). Dette er fordi ein ved tett tak vil få ei sterk skorpedanning der det kan danne seg luftlommer. Her kan ammoniumet i husdyrgjødsel bli nitrifisert til nitrat som vidare kan bli denitrifisert. I desse prosessane kan det dannast lystgass. Ei skorpe kan også redusere metanutsleppet ved at metan blir oksidert til CO<sub>2</sub>. Det er rekna at metankonverteringsfaktoren (MCF) frå lager kan reduserast med 40% dersom det blir danna ei tjukk, tørr skorpe (IPCC 2019). I metanmodellen for husdyrgjødsel, som blir brukt i den norske utsleppsrekneskapa, er MCF for opne utandørs lager med storfegjødsel 0,15 medan den er 0,09 for lager med alle typar dekke (NIR 2021). På storfegjødsel dannar det seg alltid skorpe i eit utandørs lager, men med tak og ulike typar dekke, som held vekke nedbør, vil skorpa vere tørrare og tjukkare. Både i metanmodellen og nitrogenmodellen for husdyrgjødsel kjem storfegjødsel som er lagra i utandørs kummar utan tak i kategorien gjødselkum med anna flytande dekke på grunn av skorpedanninga. Det er grunn til å tru at metanutsleppet er større frå eit lager med storfegjødsel som er ope for nedbør der skorpa ofte er våt og ikkje så tjukk, enn ved tak eller dekke som hindrar nedbør i lageret (Rivedal m.fl. 2019, Ebbesvik m.fl. 2021). Dermed kan ein stille spørsmål ved om det er rett at tett tak og anna flytande dekke har same reduksjon i utsleppsfaktor. For grisegjødsel er det kun gjødselkum med anna flytande dekke som gir reduksjonen frå 0,15 til 0,09 MCF. Det blir ikkje danna skorpe på grisegjødsel sjølv om ein held vekke nedbøren. For at metan i grisegjødsel skal bli oksidert til CO<sub>2</sub> må ein legge på eit porøst dekke av til dømes halm eller leca-kuler.

#### 4.1.1 Utrekningar storfegjødsel

Med gjødselundersøkinga i 2018 som grunnlag er aktivitetsdata i 2018 til 2020 for utandørs kummar for blautgjødsel frå storfegjødsel (manure spread to land) som vist i tabell 4.1. Mesteparten av gjødsel kjem i kategorien med anna flytande dekke. Samanliknar ein tala med resultatata frå gjødselundersøkinga finn ein at dette i hovudsak er gjødsel lagra i opne kummar med naturleg skorpe.

Tabell 4.1. Andel blaut storfegjødsel (%) lagra i utandørs kummar med ulike typar dekke i åra 2018 til 2020 brukt i metan- og N-modellen for husdyrgjødsel.

	Utan dekke	Tett dekke	Kunstig flytande dekke	Anna flytande dekke
Mjølkeku	1	3	0	28
Ammeku	2	3	0	23
Storfe ungdyr	1	3	0	24

Brakar ein metan-modellen til å rekne på effekten av å lagre gjødsla under tett dekke får ein minimale utslag på grunn av at utslpps faktoren for anna flytande dekke og tett dekke er lik, og at det nesten ikkje er gjødsel i kategorien utan dekke. Ein kan tenke seg at referansen er feil og bruke ein referanse der 26, 22, 22% av blautgjødsel frå mjølkeku, ammeku og ungdyr er lagra utan dekke og så rekne på effekten av tett dekke på alle utandørs lager for blaut storfe gjødsel. Effekten i 2020 blir på rundt 1160 tonn CH<sub>4</sub> eller 29 000 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar per år. Effekten her er nok overestimert, og det er vanskeleg å sei kva den faktiske effekten blir.

I N-modellen har ein tatt omsyn til skorpa blir tjukkare og tørrare med tett dekke. Tett dekke gjev 80% reduksjon i ammoniakktap mot 40% ved anna flytande dekke. Direkte lystgassutslipp er 0,005 kg N<sub>2</sub>O-N/kg Nex ved tett tak mot 0,0025 ved anna flytande dekke. Reknar ein på effekten av å innføre tett dekke på alle utandørs lager med blaut storfe gjødsel i 2020 vil dei direkte utslippa frå lager auke med ca 46 tonn N<sub>2</sub>O per år. Ammoniakktapet frå lager minskar, men direkte og indirekte lystgassutslipp frå spreiding aukar. Totalt aukar lystgassutslippet med rundt 51 tonn N<sub>2</sub>O eller 15 000 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar per år. Slik modellane reknar ut utslippa i dag vil ein altså totalt sett få eit auka klimagassutslipp ved innføring av tak på opne lager for blautgjødsel frå storfe.

#### 4.1.2 Utrekningar grise gjødsel

Når det gjeld lagring av blaut grise gjødsel i utandørs kummar er aktivitetsdata som ligg i modellane i 2018 til 2020 følgjande: 32% utan dekke, 6% med tett dekke, 1% med kunstig flytedekke og 5% med anna flytande dekke. Reknar ein på effekten av å legge på eit porøst dekke på all grise gjødsel som i 2020 var lagra i opne lager, utgjer dette rundt 280 tonn CH<sub>4</sub>, eller rundt 7000 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar. I N-modellen for husdyrgjødsel aukar faktoren for direkte lystgassutslipp frå opne lager med grise gjødsel til lager med anna flytande dekke frå 0 til 0,00025 kg N<sub>2</sub>O-N/kg Nex. Dette gjev ei auke på 0,8 tonn N<sub>2</sub>O ved å legge på eit porøst dekke på alle opne kummar. Det reduserer ammoniakktapet frå lager, men aukar direkte lystgassutslipp og indirekte lystgassutslipp frå gjødsling litt. Total effekt på lystgassutslipp er berre 0,3 tonn N<sub>2</sub>O eller rundt 90 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar som må trekkast frå den positive effekten på metanutslipp.

Reknar ein på effekten av tett tak på lager med grise gjødsel vil ikkje dette ha effekt på metanutslippet. Ved å legge tett dekke på alle utandørs lager for blaut grise gjødsel i 2020 reknar N-modellen for husdyrgjødsel ut ein auke i lystgassutslippet på totalt 1,8 tonn N<sub>2</sub>O per år. For tett tak brukar modellen ein direkte utslpps faktor frå lager på 0,0005 N<sub>2</sub>O-N/kg Nex sjølv om det ikkje blir danna skorpe på grise gjødsel. Det reduserte ammoniakktapet på grunn av tak blir meir enn oppheva av auka direkte og indirekte lystgassutslipp ved gjødsling. Slik modellane reknar ut utslippa i dag vil ein altså totalt sett få eit auka klimagassutslipp ved innføring av tak på opne lager også for blautgjødsel frå gris.

#### 4.1.3 Bruk av data frå SMIL-ordninga og Innovasjon Norge

Landbruksdirektoratet har henta fram tilskotsdata for SMIL-løyvingar til dekke på utvendige gjødsellager. Det vart gitt 9 løyvingar i 2019, 13 løyvingar i 2020 og 12 løyvingar hittil i 2021. Ein kan ikkje finne opplysningar om kva dyreslag det gjeld, eller storleiken på lageret i desse sakene. For å finne dette må ein gå nøyare inn på kvar enkelt sak, noko som er tidkrevjande.

Innovasjon Norge kan gje tilskot til gjødsellager/biorest for utviding til 10 månaders lagring eller fast toppdekke. Ved bygging av lager for biorest må det vera tett dekke. I 2020 var det gjeve tilskot til bygging av 37 lager og hittil i 2021 til 53 lager. Innovasjon Norge registrerer ikkje om gjødsellageret dei gjev tilskot til blir bygd med dekke. Ein veit heller ikkje kva dyreslag lageret gjeld. Gjødsellager kan også inngå i prosjekt som gjeld nye driftsbygningar, men dette har ein ikkje tal for.

#### 4.1.4 Tilråding årlege aktivitetsdata tett dekke på husdyrgjødsellager

Med det spinkle datagrunnlaget ein har gjennom SMIL-ordninga og Innovasjon Norge ser vi det som uaktuelt å bruke dette som grunnlag for årlege aktivitetsdata for tett dekke på lager. Her må det vere greitt å kun bruke husdyrgjødselundersøkingane for oppdatering av aktivitetsdata i staden for årlege data. Med bakgrunn i utrekningane for effekt på utslepp av metan og lystgass ved å innføre tett dekke på opne utandørs lager for blautgjødsel frå storfe og gris tilrår vi at ein brukar ressursane på å betre utsleppsfaktorane. I N-modellen for husdyrgjødsel tek ein omsyn til at skorpedanninga på storfegjødsel aukar ved tett tak. Dette gjev reduserte ammoniakkutslepp og auka lystgassutslepp. I metanmodellen gjev alle typar dekke lik reduksjon i metanutsleppet, inkludert naturleg skorpe i opne lager. Dermed aukar klimagassutsleppa ved å tilføre tak på opne lager av blaut storfegjødsel. For grisegjødsel har ikkje tak effekt på metanutsleppet. N-modellen reknar ei lita auke i lystgassutsleppet sjølv om det ikkje blir danna skorpe på grisegjødsel. Klimagassutsleppa aukar dermed også ved innføringa av tak på opne lager av blaut grisegjødsel. Det verkar å vere svært stor usikkerheit i utsleppsfaktorane for ammoniakk, lystgass og metan frå norske husdyrgjødsellager. Det er utført få målingar under norske forhold (Ebbesvik m.fl. 2021) og det trengst derfor eit større prosjekt med eit måleprogram for dei mest vanlege typane husdyrgjødsel og lager.

## 5 Bedring av utslippsfaktorer – FracLEACH

### 5.1 Bakgrunn

I 2012 ble det beregnet en gjennomsnittlig FracLEACH, og den var 22 % av tilført nitrogen (Bechmann m. fl. 2012). Den faktoren erstattet da standardfaktoren på 30 % fra IPCC-guidelines (tabell 6.1, IPCC 2006). Disse guidelines ble oppdatert i 2019 og standardfaktoren for FracLEACH ble oppdatert til 24 %, men fortsatt er det guidelines fra 2006 som brukes i den norske rapporteringen (tabell 6.2, IPCC 2019).

Tabell 6.1. Guidelines og standardverdier for faktorer for utslipp, fordampning og utvasking (IPCC 2006)

TABLE 11.3 DEFAULT EMISSION, VOLATILISATION AND LEACHING FACTORS FOR INDIRECT SOIL N <sub>2</sub> O EMISSIONS		
Factor	Default value	Uncertainty range
EF <sub>4</sub> [N volatilisation and re-deposition], kg N <sub>2</sub> O-N (kg NH <sub>3</sub> -N + NO <sub>x</sub> -N volatilised) <sup>-1 22</sup>	0.010	0.002 - 0.05
EF <sub>5</sub> [leaching/runoff], kg N <sub>2</sub> O-N (kg N leaching/runoff) <sup>-1 23</sup>	0.0075	0.0005 - 0.025
Frac <sub>GASF</sub> [Volatilisation from synthetic fertiliser], (kg NH <sub>3</sub> -N + NO <sub>x</sub> -N) (kg N applied) <sup>-1</sup>	0.10	0.03 - 0.3
Frac <sub>GASM</sub> [Volatilisation from all organic N fertilisers applied, and dung and urine deposited by grazing animals], (kg NH <sub>3</sub> -N + NO <sub>x</sub> -N) (kg N applied or deposited) <sup>-1</sup>	0.20	0.05 - 0.5
Frac <sub>LEACH-(H)</sub> [N losses by leaching/runoff for regions where Σ(rain in rainy season) - Σ (PE in same period) > soil water holding capacity, OR where irrigation (except drip irrigation) is employed], kg N (kg N additions or deposition by grazing animals) <sup>-1</sup>	0.30	0.1 - 0.8
Note: The term Frac <sub>LEACH</sub> previously used has been modified so that it now only applies to regions where soil water-holding capacity is exceeded, as a result of rainfall and/or irrigation (excluding drip irrigation), and leaching/runoff occurs, and redesignated as Frac <sub>LEACH-(H)</sub> . In the definition of Frac <sub>LEACH-(H)</sub> above, PE is potential evaporation, and the rainy season(s) can be taken as the period(s) when rainfall > 0.5 * Pan Evaporation. (Explanations of potential and pan evaporation are available in standard meteorological and agricultural texts). For other regions the default Frac <sub>LEACH</sub> is taken as zero.		

Tabell 6.2. Oppdaterte guidelines og standardverdier for faktorer for utslipp, fordampning og utvasking (IPCC 2019).

TABLE 11.3 (UPDATED)					
DEFAULT EMISSION, VOLATILISATION AND LEACHING FACTORS FOR INDIRECT SOIL N <sub>2</sub> O EMISSIONS					
Emission factor	Aggregated		Disaggregated		
	Default value	Uncertainty range	Disaggregation	Default value	Uncertainty range
EF <sub>4</sub> [N volatilisation and re-deposition] <sup>1</sup> , kg N <sub>2</sub> O-N (kg NH <sub>3</sub> -N + NO <sub>x</sub> -N volatilised) <sup>-1</sup>	0.010	0.002 - 0.018	Wet climate	0.014	0.011 – 0.017
			Dry climate	0.005	0.000 – 0.011
EF <sub>5</sub> [leaching/runoff] <sup>2</sup> , kg N <sub>2</sub> O-N (kg N leaching/runoff) <sup>-1</sup>	0.011	0.000 - 0.020	-	-	-
Frac <sub>GASF</sub> [Volatilisation from synthetic fertiliser] <sup>3</sup> , (kg NH <sub>3</sub> -N + NO <sub>x</sub> -N) (kg N applied) <sup>-1</sup>	0.11	0.02 - 0.33	Urea	0.15	0.03 – 0.43
			Ammonium-based	0.08	0.02 – 0.30
			Nitrate-based	0.01	0.00 – 0.02
			Ammonium-nitrate-based	0.05	0.00 – 0.20
Frac <sub>GASM</sub> [Volatilisation from all organic N fertilisers applied, and dung and urine deposited by grazing animals] <sup>4</sup> , (kg NH <sub>3</sub> -N + NO <sub>x</sub> -N) (kg N applied or deposited) <sup>-1</sup>	0.21	0.00 - 0.31	-	-	-
Frac <sub>LEACH-(H)</sub> [N losses by leaching/runoff in wet climates] <sup>5</sup> , kg N (kg N additions or deposition by grazing animals) <sup>-1</sup>	0.24	0.01 – 0.73	-	-	-

For norske forhold ble det i rapporten fra 2012 foreslått å bruke differensierte faktorer basert på region og produksjonssystem (tabell 6.3; Bechmann m.fl. 2012).

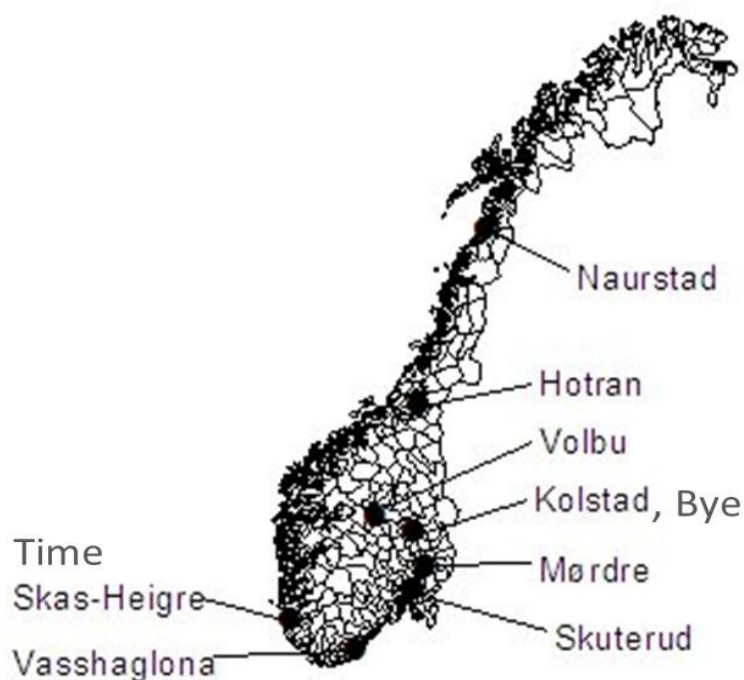
Tabell 6.3. FracLEACH for regioner og produksjonssystemer

Produksjonssystem	Region	Avrenning <sub>region</sub> / avrenning <sub>JOVA</sub> (mm/mm)	Frac-LEACH (%)	JOVA nedbørfelt
Korn og oljevekster (marin)	Akershus/Østfold/Vestfold/Trøndelag	Avrenning <sub>region</sub> / 536	31	Skuterud, Mørdre
Korn- og oljevekster (morene)	Hedmark/Oppland	Avrenning <sub>region</sub> / 346	32	Kolstad, Bye
Intensiv gras	Rogaland og andre	Avrenning <sub>region</sub> / 733	17	Time
Ekstensiv gras	Oppland og andre	Avrenning <sub>region</sub> / 285	16	Volbu
Ekstensiv gras	Nordlige fylker	Avrenning <sub>region</sub> / 1127	23	Naurstad
Potet/-grønnsaker	Hele landet	Avrenning <sub>region</sub> / 1236	44	Vasshaglona

Formålet med denne gjennomgangen er å oppdatere og videreutvikle den norske FracLEACH til å ta hensyn til forskjellene i FracLEACH mellom produksjonssystemer og regioner.

## 5.2 Metoder og nedbørfelt

Beregningen av FracLEACH er basert på data fra Program for jord- og vannovervåking i landbruket (JOVA). Det er inkludert data fra syv jordbruksdominerte nedbørfelt som representerer de viktigste produksjonssystemene i Norge; korn- og oljevekster i de østlige (Skuterud, Mørdre og Kolstad), intensiv grønnsaksproduksjon i sør (Vasshaglona), intensiv husdyr- og grasproduksjon i de vestlige delene (Time), og mer ekstensiv grasproduksjon i fjelldalene i sørøst (Volbu) og i nord (Naurstad) (figur 6.1). Nedbørfeltene representerer også typiske jordbruksarealer og viser forskjeller i jord, topografi og klima (tabell 6.4) i Norge. Tidligere var Bye-feltet også inkludert, men på grunn av forskjeller i skala (i Bye måles avrenning fra et enkelt jorde) er det valgt å ikke ta med Bye i denne analysen.



Figur 6.1. Plassering av JOVA-overvåkingsfelt

Tabell 6.4. Karakterisering av JOVA overvåkingsfelt

Nedbørfelt	Total areal (daa)	Jordbruksareal (%)	Dominerende produksjon	Husdyrtetthet GDE <sup>1</sup> daa <sup>-1</sup>	Tekstur	Jordas fosforstatus (mg P-AL 100g <sup>-1</sup> )	Overvåkingsperiode <sup>2</sup>
Skuterud	4490	61	Korn	0,03	Siltig mellomleire	8	1993 – 2019
Mørdre	6800	65	Korn	0,03	Silt og leire	11	1991 – 2019
Kolstad	3080	68	Korn	0,07	Lettleire	11	1991 – 2019
Naurstad	1460	42	Gras	0,08	Organisk/fin- og mellom-sand	9	1994 – 2019
Volbu	1660	42	Gras	0,10	Siltig mellom-sand	11	1993 – 2019
Vasshaglona	650	60	Potet og grønnsaker	0,11	Sand	24	1998 – 2019
Time	910	94	Gras	0,28	Siltig mellom-sand	19	1995 - 2019

<sup>1</sup>Beregnet på grunnlag av tilført mengde husdyrgjødsel <sup>2</sup>År fra 1. mai til 1. mai

### 5.2.1 Jordbrukspraksis

Informasjon om jordbrukspraksis hentes inn på årlig basis for skifter i nedbørfeltene (figur 6.2). Informasjonen inkluderer type avling, tidspunkt for såing/høsting, avling, tid og mengde gjødsel, type og dato for bruk av plantevernmidler, type og dato for jordarbeiding og dager med beiting. Ut fra disse data kan årlige tilførsler av nitrogen beregnes basert på standardfaktorer for innhold av nitrogen i gjødsel ([www.nibio.no/jova](http://www.nibio.no/jova)).



Figur 6.2. Overvåkingsstasjon for Vasshaglona nedbørfelt (venstre) og oversikt over Skuterud-nedbørfelt (høyre) (Foto: NIBIO)

## 5.2.2 Avrenning og prøvetaking av vannkvalitet

I nedbørfeltene registreres vannstanden i bekken ved utløpet av nedbørfeltene automatisk ved hjelp av en trykksensor i kombinasjon med en Campbell-datalogger. Vannprøver tas automatisk med vannføringsproporsjonal prøvetaking i nedbørfelt. Vannprøvene representerer derfor en vannføringsveid gjennomsnittskonsentrasjon for prøvetakingsperioden. Prøvebeholderen er plassert i et kjøleskap i overvåkingsstasjonen. Som standard hentes blandprøvene inn for analyse hver fjortende dag, men i perioder med mye avrenning samles prøver oftere. Prøvene analyseres for en rekke stoffer, inkludert totalnitrogen (TN), totalfosfor (TP) og suspendert sediment (SS). Resultatene presenteres for agrohydrologiske år fra 1. mai til og med 30. april. Det er mer informasjon om overvåkingsopplegget på [www.nibio.no/JOVA](http://www.nibio.no/JOVA).

## 5.2.3 Nitrogeninnhold i gjødsel og avlinger

Informasjon om tilført gjødsel til skifter i nedbørfeltene i JOVA-programmet blir gitt av bønder i kg/daa/år for hvert felt. Innholdet av N i gjødsel og avling er basert på metoden beskrevet i Bechmann m.fl. (2012).

## 5.2.4 Beregninger

Nitrogentap ble beregnet ganske enkelt ved å multiplisere avrenningen med N-konsentrasjonen. Tapet av N fra jordbruksarealene ble antatt å være 10 ganger større enn tapet fra ikke-jordbruksområder (f.eks. skog), basert på Uhlen (1989). Denne standardverdien er bekreftet av overvåkingsresultatene på N-tap fra et skogsområde i Volbu-nedslagsfeltet (Nyhaga).

Det konkrete N-tapet fra jordbruksarealer ble beregnet ved hjelp av følgende ligning:

$$N_{agr} = N_{tot} / (A_{ag} + A_{nag} * 0.1)$$

hvor

$$N_{agr} = N_{tap} \text{ fra jordbruksarealer}$$

$$N_{tot} = Q * N_{kons} \text{ (vannføring * målt konsentrasjon i bekken)}$$

$$A_{ag} = \text{Jordbruksareal}$$

$$A_{nag} = \text{Ikke-jordbruksareal}$$

Nitrogenbalanser er beregnet som følger:



$$N_{\text{bal}} = (N_{\text{mineral fertilizer}} + N_{\text{manure from housed livestock}} + N_{\text{manure from grazing}} + N_{\text{sewage}}) - N_{\text{yield}}$$

$N_{\text{yield}}$  = N bortført med avling og planterester dersom de er fjernet.

FracLEACH er beregnet som følger:

$$\text{FracLEACH} = N_{\text{agr}} / (N_{\text{mineral fertilizer}} + N_{\text{manure from storage}} + N_{\text{manure from grazing}} + N_{\text{sewage sludge}})$$

## 5.3 Resultater

### 5.3.1 Nitrogengjødsling

I de norske nedbørfeltene gjødsles det med mellom 11 og 33 kg N/daa i gjennomsnitt for alle år i overvåkingsperioden (tabell 6.5). Lavest gjødsling er det i de ekstensive gras- og husdyrområder, mens arealer med intensiv husdyrproduksjon får tilført mest nitrogen. Arealene med mye potet- og grønnsaksproduksjon får også tilført forholdsvis mye nitrogen med gjødsel.

Tabell 6.5. Nitrogengjødsling (kg/daa/år) for syv nedbørfelt og årene 1992-2018

År	Skuterud	Mørdre	Kolstad	Vasshaglona	Time	Naurstad	Volbu
1992		11,5	14,1	18,6	28,1		14,2
1993		13	13,5	19,1	31,2		15,1
1994	13,8	11,9	14,2	15,8	25,8	14,9	15,8
1995	15,8	14,3	17,8	17,2	29,5	14,4	14,4
1996	15,6	13,3	17,4	18,5	30,2	12,8	14,9
1997	16,4	13,6	13,9	17,6	30,2	13,8	13,3
1998	15,2	13	14,9	17	27,1	16,5	11,7
1999	15,3	12,9	17,6	20,8	31,9	14,7	13,7
2000	15	12,5	17,6	21	32,2	14,6	12,1
2001	15,7	14	16,3	19,9	34,2	12,5	10,4
2002	16,7	12,7	15,8	20		12,9	12,9
2003	17,2	12,5	15	24		9,4	13,3
2004	16,8	11,6	16,7	27,9	39,2	9,5	12,8
2005	16,8	12	18,3	22,2	37,5	10,1	9,7
2006	15,6	12,5	19,5	22,5	40,3	9,8	9,6
2007	18	13	17	22,7	43,7	10,2	9,7
2008	15	12,2	14	21,8	34,2	8,9	8,3
2009	12,5	10,8	14,2	22,2	33,2	11,9	9
2010	16,5	11,6	17,3	16,7	31,1	11,3	8,8
2011	14,9	11,1	16	16,5	33,1	9,1	7,9
2012	14,5	10,7	15	19	36,1	8,1	9,4
2013	14,2	11,8	16,2	21,5	34,4	8,8	8,3
2014	14,4	12,9	17,5	22,7	35,7	7,8	7,7
2015	16,5	12,3	16,9	19,7	30,3	8,6	10,9
2016	29,5	13,1	15,8	23	34,9	7,4	9,9
2017	16,7	13,2	17,5	17,5	28,4	7,2	10,4
2018	17,9	11	14	14,5	32	5,4	12,6
<b>Gjennomsnitt</b>	<b>16,3</b>	<b>12,4</b>	<b>16,1</b>	<b>20,0</b>	<b>33,0</b>	<b>10,8</b>	<b>11,4</b>

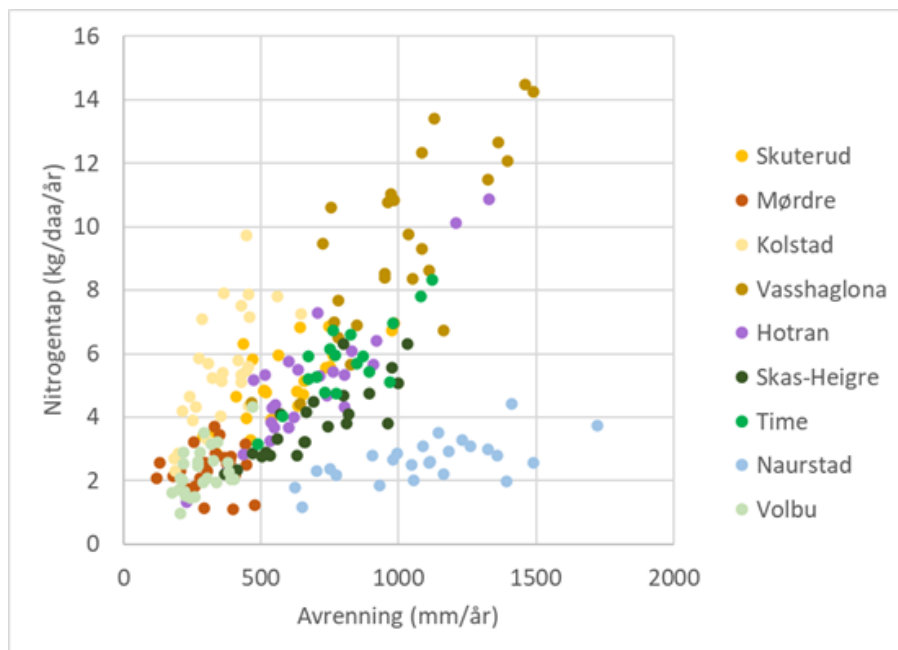
### 5.3.2 Nitrogentap og avrenning

Nitrogentap fra jordbruksarealer i nedbørfeltene varierer fra 2 til 9 kg/daa jordbruksareal/år i gjennomsnitt for overvåkingsperioden (tabell 6.6). Størst nitrogentap er det fra potet- og grønnsaksdominerte arealer, mens det er lave tap i de ekstensive gras- og husdyrområder og fra kornområder med lav gjødsling (Mørdre).

Avrenningsmengden har betydning for nitrogentapet i hvert enkelt overvåkingsfelt de enkelte årene (figur 6.3). Avrenningen har også betydning for forskjeller i nitrogentap mellom feltene. Derfor ble det i 2012 foreslått å inkludere avrenningsmengde i en regionalisering av FracLEACH.

Tabell 6.6. Nitrogentap (kg/daa jordbruksareal/år) for syv nedbørfelt og årene 1992/1993-2018/2019

År	Skuterud	Mørdre	Kolstad	Vasshaglona	Time	Naurstad	Volbu
1992/1993		1,69	5,69	12,34			
1993/1994	3,51	2,15	5,46	6,88			2,84
1994/1995	4,83	2,6	4,33	5,66		2,65	2,80
1995/1996	2,04	1,13	2,93	8,37	3,17	3,73	1,31
1996/1997	2,85	2,06	4,21	4,45	5,91	2,78	1,85
1997/1998	4,64	2,58	7,9	4,42	6,59	2,58	1,45
1998/1999	4,37	2,3	5,59	8,38	4,77	2,36	1,71
1999/2000	4,82	2,18	3,32	6,74		4,44	1,29
2000/2001	6,75	2,87	7,25	14,25		2,32	2,34
2001/2002	3,29	1,25	4,03	6,95		2,99	1,81
2002/2003	5,95	1,82	4,65	10,83		1,78	2,56
2003/2004	5,84	1,77	5,24	11,04		2,57	2,56
2004/2005	3,55	2,07	3,91	10,61	5,44	2,5	1,53
2005/2006	3,97	3,22	5,86	9,47	6,73	3,3	1,44
2006/2007	6,87	3,71	9,74	8,53	2,93	3,08	3,83
2007/2008	5,58	2,49	7,16	6,5	7,82	2,6	3,12
2008/2009	4,82	2,27	7,51	6,99	5,94	2,8	1,82
2009/2010	4,79	2,78	5,8	8,62	5,28	2,85	1,79
2010/2011	4,83	2,58	5,13	7,67	4,04	3,51	1,35
2011/2012	4,73	2,32	7,81	9,77	5,7	3,09	2,27
2012/2013	3,93	2,75	4,37	9,31	4,76	2,17	2,24
2013/2014	5,94	3,15	5,35	11,5	6,96	2,91	2,01
2014/2015	5,6	2,53	5,41	12,66	8,32	1,85	1,73
2015/2016	5,14	2,72	5,12	12,06	5,22	2	1,83
2016/2017	3,42	1,1	2,3	10,78	6,14	1,98	0,85
2017/2018	6,84	2,58	7,86	14,33	5,1	1,18	2,18
2018/2019	6,3	3,45	7,09	13,42	5,93	2,21	2,28
<b>Gjennomsnitt</b>	<b>4,82</b>	<b>2,37</b>	<b>5,59</b>	<b>9,35</b>	<b>5,62</b>	<b>2,65</b>	<b>2,03</b>



Figur 6.3. Avrenning (mm) og årlige nitrogen tap (kg/daa jordbruksareal) for alle felt og alle år (Bechmann m.fl. 2021).

### 5.3.3 FracLEACH

Oppdatering til og med 2018 gir en verdi for FracLEACH som er noe høyere 26 % (tabell 6.7) sammenlignet med tidligere beregninger (22 %) basert på en kortere tidsserie (Bechmann m.fl. 2012).

Alle feltene viser en økning i FracLEACH over tid, men økningen er særlig stor for Vasshaglona på grunn av økt avrenning (tabell 6.7). Den samlede FracLEACH er beregnet som en median-verdi for de syv nedbørfelt uten hensyn til arealandelen av ulike produksjonssystemer. Dersom FracLEACH vektes i forhold til arealet av de enkelte produksjonene, vil Vasshaglona få mindre betydning siden potet og grønnsaker kun dyrkes på 2,2 % av jordbruksarealet (SSB, 2020). FracLEACH blir da 22 % (tabell 6.8).

Tabell 6.7. Fraksjonen av nitrogentap (FracLEACH, %) fra jordbruksarealer (N-tap\*100/N-gjødsling) i syv nedbørfelt i Norge for perioden 1992/1993 – 2018/2019.

År	Skute- rud	Mørdre	Kolstad	Vass- haglona	Time	Naurstad	Volbu	Median
1992/1993		15	40	66				40
1993/1994		17	40	36			19	27
1994/1995	35	22	30	36		18	18	26
1995/1996	13	8	16	49	11	26	9	13
1996/1997	18	15	24	24	20	22	12	20
1997/1998	28	19	57	25	22	19	11	22
1998/1999	29	18	38	49	18	14	15	18
1999/2000	32	17	19	32		30	9	25
2000/2001	45	23	41	68		16	19	32
2001/2002	21	9	25	35		24	17	22
2002/2003	36	14	29	54		14	20	25
2003/2004	34	14	35	46		27	19	31
2004/2005	21	18	23	38	14	26	12	21
2005/2006	24	27	32	43	18	33	15	27
2006/2007	44	30	50	38	7	31	40	38
2007/2008	31	19	42	29	18	25	32	29
2008/2009	32	19	54	32	17	31	22	31
2009/2010	38	26	41	39	16	24	20	26
2010/2011	29	22	30	46	13	31	15	29
2011/2012	32	21	49	59	17	34	29	32
2012/2013	27	26	29	49	13	27	24	27
2013/2014	42	27	33	53	20	33	24	33
2014/2015	39	20	31	56	23	24	22	24
2015/2016	31	22	30	61	17	23	17	23
2016/2017	12	8	15	47	18	27	9	15
2017/2018	41	20	45	82	18	16	21	21
2018/2019	35	31	51	93	19	41	18	35
<b>Median</b>	<b>32</b>	<b>19</b>	<b>33</b>	<b>46</b>	<b>18</b>	<b>26</b>	<b>18</b>	<b>26</b>

Tabell 6.8. Areal med ulike vekster (%), tilsvarende JOVA-felt og FracLEACH (%) i gjennomsnitt for 1992-2018

Produksjonssystem	Andel av jordbruksareal i Norge	JOVA-felt	FracLEACH
	%		Gjennomsnitt
Korn- og oljevekster (marint)*	18	Skuterud, Mørdre	26
Korn- og oljevekster (morene)**	11	Kolstad	33
Intensiv grasproduksjon	51	Time	18
Ekstensiv grasproduksjon	18	Volbu (Naursta)	18 (26)
Potet- og grønnsaker	2,2	Vasshaglona	46
<b>Arealveid FracLEACH</b>	<b>100</b>		<b>22</b>

\*Viken, Oslo og Trøndelag

\*\*Øvrige fylker

Det er gjort beregninger for ekstensiv grasproduksjon representert ved et gjennomsnitt for Volbu og Naurstad (22 %) og for Volbu alene (18 %). Begge metoder gir gjennomsnittlig arealveid verdi av FracLEACH på 22 %. Dersom en i 2012 hadde valgt å arealveie FracLEACH på tilsvarende måte basert på de syv feltene ville den da ha vært 21 %, altså kun en liten forskjell fra det som da ble brukt, nemlig 22 %. At forskjellen blir liten skyldes at potet- og grønnsaksarealet den gang var betydelig større (5 %) og var mer på linje med fordeling av JOVA-felt mht. produksjonssystem.

### 5.3.4 Regionaliserte verdier for FracLEACH

Det er stor forskjell på FracLEACH for de ulike nedbørfeltene, noe som kan ha å gjøre med forskjeller i naturgitte forhold og i forskjeller i produksjonssystem. Derfor ble det i 2012-rapporten foreslått å vurdere en regionalisering av FracLEACH (Bechmann m.fl. 2012).

Regionaliseringen kan ta utgangspunkt i at de overvåkede nedbørfeltene representerer ulike produksjonssystemer, jord og klima i Norge. Denne informasjonen kan brukes til å definere spesifikke FracLEACH-verdier for hvert produksjonssystem (tabell 6.9).

For hver kombinasjon av produksjonssystem og region er det gitt en FracLEACH basert på de beregnede FracLEACH-verdiene for JOVA-felt med tilsvarende produksjonssystem og jordart for kornområder (marint/morene). For kornområder på marine sedimenter i Viken, Vestfold og Telemark og i Trøndelag er FracLEACH et gjennomsnitt av de to overvåkingsfeltene Skuterud og Mørdre (tabell 6.9). For innlandet og øvrige fylker er overvåkingsfeltet Kolstad brukt som representant for kornområdene. Det er valgt å la overvåkingsfeltet Volbu representere overflatedyrka eng og innmarksbeite. Naurstadsfeltet inngår ikke i beregningsgrunnlaget siden det på flere måter adskiller seg fra normal drift og jordsmonn ved at det har vært ekstensivering i jordbruksdrift over tid og at feltet er dominert av organisk jord.

Basert på de regionale verdiene for FracLEACH er en samlet FracLEACH beregnet ved vektning i forhold til gjødselmengder angitt i gjødselundersøkelsen for ulike regioner (Kolle og Oguz-Alper, 2020) (tabell 6.9). De samlede tap av nitrogen fra jordbruksarealer til vann som effekt av gjødsling er beregnet til 27 768 tonn/år (tabell 6.10). Summen av nitrogengjødsling er 132 290 tonn/år (Kolle og

Oguz-Alper, 2020) og tap til vann utgjør 21 % av gjødslingen, totalt ble FracLEACH 21 % ved regionalisering.

Tabell 6.9. Regionaliserte verdier for FracLEACH (%) veid i forhold til nitrogengjødsling for ulike vekster ifølge gjødselundersøkelsen (Kolle og Oguz-Alper 2020)

Område	FracLEACH				Gjennomsnitt
	<i>Korn- og oljevekster</i>	<i>Fulldyrka og nyetablert/fornyset eng</i>	<i>Overflate-dyrka eng og innmarks-beite</i>	<i>Potet- og grønnsaker</i>	
Østfold, Akershus, Oslo, Buskerud og Vestfold	26	18	18	46	25
Hedmark og Oppland	33	18	18	46	23
Agder og Telemark	33	18	18	46	20
Rogaland	33	18	18	46	19
Vestlandet	33	18	18	46	18
Trøndelag	26	18	18	46	20
Nord-Norge	33	18	18	46	18
<b>Total veid ift. gjødsel*</b>					<b>21</b>

\*Veid i forhold til mengde nitrogengjødsel dokumentert i Gjødselundersøkelsen (Kolle og Oguz-Alper, 2020)

Tabell 6.10. Gjødsling (tonn nitrogen) og nitrogentap (tonn nitrogen) for ulike regioner og produksjoner

Regioner	Korn- og oljevekster		Fulldyrka og nyetablert/fornyhet eng		Overflatedyrka eng og innmarksbeite		Potet- og grønnsaker		Totalt
	Gjødsling	Nitrogen-tap	Gjødsling	Nitrogen-tap	Gjødsling	Nitrogen-tap	Gjødsling	Nitrogen-tap	
<b>Østfold, Akershus, Oslo, Buskerud og Vestfold</b>	18870	4906	5780	994	470	85	570	262	6247
<b>Hedmark og Oppland</b>	8660	2858	18030	3245	830	149	570	391	6644
<b>Agder og Telemark</b>	790	237	5500	990	700	126	850	32	1385
<b>Rogaland</b>	320	96	10850	1953	4570	823	70	64	2936
<b>Vestlandet</b>	140	42	17050	3069	3140	565	140	18	3695
<b>Trøndelag</b>	5890	1531	17870	3217	400	72	40	87	4907
<b>Nord-Norge</b>	0	0	10210	1838	600	108	190	9	1955
<b>Total</b>									27768

Avrenningsmengde/nedbør er en faktor av betydning for nitrogentap (figur 6.3), og det ble i 2012 foreslått at FracLEACH skulle justeres for å gjenspeile denne forskjellen mellom regionene (Bechmann m.fl. 2012). Det er imidlertid store lokale variasjoner i nedbør- og avrenningsmengde innenfor en og samme region, noe som gjør det vanskelig å inkludere avrenningsmengde i en regionalisert faktor for FracLEACH. Forklaringsgraden av avrenning på nitrogentap er høy ( $r^2 > 0,6$ ) for tre av feltene, men lav for de resterende seks felt. Det er derfor vurdert at justering i forhold til avrenning vil gi forholdsvis stor usikkerhet og bidra lite til å forbedre verdien for FracLEACH. Formålet med FracLEACH er dessuten å se på effekten av ulike produksjonssystemer, og derfor bør årlige variasjoner i avrenning ikke inkluderes i verdiene.

## 6 Betring av utsleppsfaktorar – Ammoniakk

### 6.1 Faktorar som påverker utsleppa

I utrekningar av ammoniakkutslepp frå husdyrgjødsel spreidd på jorda er det vanleg å gå ut frå total ammonium-N (TAN). Kor stor del av TAN som vert omdanna til ammoniakk er avhengig av vêret, jord- og planteegenskapane på skiftet so vel som gjødsla og spreiemetoden (Sommer og Hutchings 2001).

Vêret kring spreietid er svært viktig. Aukande temperatur i husdyrgjødsel fører til eit snøggare utslepp av ammoniakk frå henne. Den auka temperaturen kan koma frå direkte solinnstråling eller frå lufta (Sommer og Hutchings 2001). Motsett vil ein periode med låg temperatur, til dømes ei natt, ha mindre utslepp knytt til seg (Klarenbeek og Bruins 1991). Sidan innstrålinga og lufttemperaturen aukar ut etter våren, vil det vera større utslepp knytt til spreiring i mai enn i april (Sommer og Olesen 2000, Sommer et al 1997).

Vind vil kunne auke utsleppet, men sidan sjølv ein svak vind kan vera nok til å skifte ut lufta, er det ikkje alle forsøk som har registrert nokon effekt. Nedbør kan vere viktig for å hjelpe gjødsla å infiltrere ned i bakken (Sommer og Hutchings 2001). Smith et al (2000) fekk 2 – 20 % tap ved fuktige tilhøve og 18 – 45 % tap ved tørre. På Fureneset var det vêret etter spreiring som best forklåra effekten av gjødsla (Ringstad 1993). Om husdyrgjødsel tørkar ut over jorda, vil på hi sida ei regnskur kunne setje fart i ammoniakkutsleppa att (Chambers et al. 1996), og høgt vassinnhald i jorda vil kunne gjere det vanskelegare for husdyrgjødsel å infiltrere, noko som kan auke utsleppa (Donovan og Logan 1983).

### 6.2 Norske utsleppsfaktorar

I dei norske utsleppsfaktorane for eng er dette forenkla til årstid, vasstilsetjing og spreiemetode. For åker er òg nedmoldingstid teke med. Forenklingane bak utsleppsfaktorane er naudsynpte ut frå det datagrannlaget det er rett å samla inn, men det skjuler òg ein stor variasjon bak kvar faktor. Det er riktig å sjå på faktoren som eit forsøk på eit vekta snitt av ei ulik gruppe. Faktorane for eng er tufta på datainnsamlinga og ekspertvurderinga til svenske Karlsson og Rodhe (2002), medan tala for åker er norske frå Linjordet et al (2005) men endra i samsvar med tyske faktorar frå Rösemann et al (2017).

Grunnlagsmaterialet verkar i stort å vere godt. Bak faktorane for eng er det ei rekkje ulike forsøk, men nokre av faktorane er likevel estimerte heller enn å ha eit direkte grunnlag i data. Dette gjeld breispreiring om våren, sumarspreiring av fastgjødsla og nedfelling om sumaren. Vi ser ingen grunn til å tvile på at dette er gode estimat. Den svenske modellen skil ikkje mellom ulike mengder vatn blanda i gjødsla, og har heller ikkje data for haustspreiring på eng. Dokumentasjonen bak desse faktorane kunne difor vore betre.

Linjordet et al (2005) har i stort henta utsleppsfaktorane for åker frå Morken og Nesheim (2003). Her nytta dei dataprogrammet «FieldVol» til å kopla ein dansk modell med faktorar frå Danmark (Hutchings et al 1996) med norske klimadata. Denne modellen er køyrd for fire stader (Ås, Kise, Stjørdal og Sola) i Noreg, ei køyring for kvar aktuell spreiedag i periodane vår, sumar og haust frå 1987 til 1996. Til saman vart det om lag 30 000 gongar. Her har dei utrekningar for spreiring utan nedmolding, og med nedpløying eller nedharving etter 3,9 og 18 timar.

Morken og Nesheim (2003) trekk fram at det er naudsynt med norske forsøk for å verifisera resultatane sine. Etter det vi kjenner til, er ikkje slike forsøk utførde. Vêrdataa som faktorane våre tek utgangspunkt i går attende inn i førre klimanormal, som var om lag 1 °C kaldare. Det kan difor vere fornuftig å køyre modellen på ny for ei nyare periode, og med same grupperingar og same tider og for nedmolding som er nytta i steg 12 i nitrogenmodellen. Dersom dette gjev monaleg andre resultat, vil det vera riktig å oppdatere faktorane.



### 6.3 Moglege endringar i faktorane

Dei ulike årstidene vi nyttar for utsleppsfaktorane, er grove kategoriar som inneheld mykje ulikt. Det er store skilnader i gjennomsnittstemperatur og innstråling både om våren, sumaren og hausten. Dersom det vert vanleg å gjødsle ein god del tidlegare eller seinare enn det var normalt kring tusenårsskiftet, vil det kunne vere naudsynt å revurdere desse faktorane.

Dei to hovudgruppene for vassblanding er òg store, og inkluderer vidt ulike gjødselslag. Vi vil vente at utsleppa frå desse ulike gjødselslaga er vidt forskjellige. Gruppa «<100 % vassblanding» vil til dømes inkludere både gjødsel med 10 % vatn blanda inn, og gjødsel med 90 % vatn blanda inn. Den same variasjonen kan vi finne i gruppa «>100 % vassblanding». Utsleppsfaktorane skil likevel berre mellom meir eller mindre enn 100 % vassblanding, og det kan vere nyttig med å undersøkje om det er grunn til å vente at den gjennomsnittlege innblandinga av vatn har endra seg.

Det er nytta same faktor for alle nedmoldingsmetodar. Likevel vil vi vente at ulike nedmoldingsmetodar gjev ulike utsleppsfaktorar: Samanlikna med manglande nedmolding, kan pløying gje 10 % av utsleppa og skålhorving 20 – 50 % (Mulder og Hiujsmans 1994, Sommer og Hutchings 2001, Webb et al 2010). Pløying er meir effektivt enn horving for å få ned ammoniakkutsleppa òg i norske forsøk (Morken og Nesheim 2003). Skilnaden botnar i kor stor del av husdyrgjødsel som etter jordarbeidinga framleis ligg høgt nok oppe til å sleppa ammoniakk til lufta. Det å dele gruppa opp i ulike jordarbeidingsmetodar vil kunne gje eit betre bilete av kvar utsleppa kjem frå, truleg utan større vanskar i datainnsamlinga.

Samanfatta kan det vere grunn til å endre utsleppsfaktorane for å

- Oppdatere klimagrunnlaget bak faktorane.
- Skilje mellom ulike nedmoldingmetodar
- Vurdere om vassblandinga har endra seg
- Vurdere om gjødslingstidene har endra seg

# 7 Konklusjon

## Miljøvennlige spreiemetodar

Alle regionar har tilskot til nedlegging/stripespreiing og nedfelling og innhenting av litt fleire opplysingar ved søknad om RMP-tilskot til vil kunne gje årlege aktivitetsdata. For praksis med lite omfang kan RMP gje sikrere data enn utvalsundersøkingane.

Det var i 2020 berre 5 fylker som hadde tilskot til rask nedmolding gjennom regionalt miljøprogram. Praksis med og utan tilskot vil vere ulik og dermed er det ikkje mogleg å estimere landsomfattande tal for nedmolding med bakgrunn i dei regionale tala, og heller ikkje mogleg med årleg oppdatering av aktivitetsdata for nedmolding på landsbasis. Det er mogleg at RMP-data kan brukast i dei regionane ein har tilskot. Då må tidsfristen for nedmolding i RMP samkøyrast med fristane som blir nytta i N-modellen for husdyrgjødsel.

## Spreietidspunkt

Det er ikkje mogleg å bruke RMP-data som aktivitetsdata for spreietidspunkt. I følge gjødselundersøkingane er andelen gjødsel som blir spreidd om hausten liten, og endringar i aktivitetsdata betyr lite for utsleppsrekneskapen.

## Betre arealfordeling av husdyrgjødsla

Vi har i dag ikkje informasjon om mengde husdyrgjødsel brukt per daa jordbruksareal. Gjødselundersøkingane gjev tal for kor mykje areal som får husdyrgjødsel tilført minst ein gang i sesongen, og total mengde husdyrgjødsel spreidd på ulike kategoriar areal. Effekten av å fordele husdyrgjødsla på alt jordbruksareal i staden for dagens praksis er liten. Dermed er det heller ikkje behov for årleg oppdatering av aktivitetsdata. Ei jamnare fordeling mellom skifter på gardsnivå vil truleg vere positivt, men vi har ikkje talgrunnlag for å rekne på dette.

## Tett dekke på gjødsellager

Med det spinkle datagrunnlaget ein har gjennom SMIL-ordninga og Innovasjon Norge ser vi det som uaktuelt å bruke dette som grunnlag for årlege aktivitetsdata for tett dekke på lager. Med bakgrunn i utrekningane der klimagassutsleppa totalt sett auka ved å innføre tett dekke på opne utandørs lager for blautgjødsel frå storfe og gris, tilrår vi at ein brukar ressursane på å betre utsleppsfaktorane.

## FracLEACH

FracLEACH vart i 2012 rekna til 22% og er med tilsvarende metode og lenger tidsserie no rekna til 26%. Ved vekting av FracLEACH i forhold til areal med ulike produksjonssystem blir den 22%. Ein regionalisert FracLEACH som tek omsyn til gjødselmengde per region for dei ulike produksjonssystema blir 21%. Det er vurdert at regionalisering vil gje forholdsvis stor usikkerheit og bidra lite til betring av verdien for FracLEACH. Vi vil derfor tilrå ei vekting av FracLEACH i forhold til areal med ulike produksjonssystem.

### **Utsleppsfaktorar ammoniakk ved spreining av husdyrgjødsel**

Utsleppsfaktorane for ammoniakk verkar alt i alt å vere gode. Samstundes er materialet bak faktorane etter kvart vorte gammalt, og det finst nyare materiale å gå ut i frå. Dette talar for ei oppdatering. Det vil vere fornuftig å innføre ei differensiering mellom ulike nedmoldingsteknikkar.

Vêrdata som ligg til grunn for utsleppsfaktorane frå åker strekk seg attende inn i førre normalperiode, og det vil vere fornuftig å oppdatere vêrdataane for å undersøkje om klimaendringane har påverka ammoniakkutsleppa.

# Litteraturliste

- Bechmann, M., Greipsland, I., Riley, H. & Eggestad, H.O. 2012. Nitrogen losses from agricultural areas. A fraction of applied fertilizer and manure (FracLEACH). Bioforsk rapport 7(50).
- Bittman, S., Dedina, M., Howard C.M., Oenema, O. & Sutton, M.A. (eds) 2014: Options for Ammonia Mitigation: Guidance from the UNECE Task Force on Reactive Nitrogen, Centre for Ecology and Hydrology, Edinburgh, UK
- Carbon Limits 2020a. Calculation of atmospheric nitrogen emissions from manure in Norwegian agriculture. Technical description of the revised model. Project for the Norwegian Environment Agency. M-1848|2020.
- Carbon Limits 2020b. Greenhouse gas emissions from biogas production from manure in Norwegian agriculture. Technical description of the revised model. Project for Miljødirektoratet. M-1849|2020.
- Chambers, B.J., Smith, K.A. & Weerdan, T.J. 1997. Ammonia emissions following the land spreading of solid manures. ID - 19981903017. p. 275-280. CAB INTERNATIONAL, Wallingford.
- Donovan, W.C. 1982. Factors affecting ammonia volatilization from sewage sludge applied to soil in a laboratory study.
- Ebbesvik, M., Kvande, I., Rodhe, L., Morken, J., Dörsch, P. & Hansen, S. 2021. Klimagassutslipp fra utendørs lager for bløtgjødsel fra storfe. NORSØK-Rapport 6 (9): 74 s.
- Gundersen, G. I. & Heldal, J. 2015. Bruk av gjødselressurser i jordbruket 2013. Metodebeskrivelse og resultater fra en utvalgsbasert undersøkelse. Statistisk sentralbyrå. Rapporter 2015/14.
- Hutchings, N.J., S.G. Sommer, and S.C. Jarvis. 1996. A model of ammonia volatilization from a grazing livestock farm. Atmospheric Environment 30:589-599.
- IPCC 2006. The Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.
- IPCC 2019. 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.
- Karlsson, S. & Rodhe, L. 2002. Översyn av Statistiska Centralbyråns beräkning av ammoniakavgången i jordbruket. JTI e Institutet för jordbruks och miljöteknik, Uppsala, Sweden 23.
- Klarenbeek, J.V. & Bruins, M.A. 1991. Ammonia emissions after land spreading of animal slurries. Odour and ammonia emissions from livestock farming 107-115.
- Kolle, S.O. & Oguz-Alper, M. 2020. Bruk av gjødselressurser i jordbruket 2018. Metodebeskrivelse og resultater fra en utvalgsbasert undersøkelse. Statistisk Sentralbyrå. Rapporter 2020/9.
- Linjordet, R., Morken, J. & Bøen, A. 2005. Norwegian ammonia emissions- present state and perspective. Emissions from European Agriculture 181.
- Morken, J. & Nesheim, L. 2004. Utnytting og tap av næringsstoff i husdyrgjødsel - framtidige utfordringer. Grønn kunnskap 8(3), 51-64.
- Mulder, E.M. & Huijsmans, J.F.M. 1994. Beperking ammoniakemissie bij mesttoediening: overzicht metingen DLO-veldmeetploeg 1990-1993. Dienst Landbouwkundig Onderzoek.
- Ringstad, Kari. 1993. Utnytting av nitrogen i husdyrgjødsel. Hovudoppgåve ved Institutt for Plantekultur. Noregs Landbrukshøgskule.
- Rivedal, S., Prestvik, A. S., Aune, A., Hansen, S. & Morken, J. 2019. Tiltak for å redusere ammoniakutslipp frå jordbruket. NIBIO-Rapport 5 (160): 77 s.

- Rösemann, C., Haenel, H.D., Dämmgen, U., Freibauer, A., Döring, U., Wulf, S., Eurich-Menden, B., Döhler, H., Schreiner, C. & Osterburg, B. 2017. Calculations of gaseous and particulate emissions from German agriculture 1990-2015: Report on methods and data (RMD) Submission 2017. Thünen Report.
- Smith, K.A., Jackson, D.R., Misselbrook, T.H., Pain, B.F. & Johnson, R.A. 2000. Reduction of Ammonia Emission by Slurry Application Techniques. *Journal of Agricultural Engineering Research* 77:277-287.
- Sommer, S.G., Friis, E., Bach, A., & Schjørring, J.K. 1997. Ammonia Volatilization from Pig Slurry Applied with Trail Hoses or Broadcast to Winter Wheat: Effects of Crop Developmental Stage, Microclimate, and Leaf Ammonia Absorption. *Journal of Environmental Quality* 26:1153-1160.
- Sommer, S.G., & Hutchings, N.J. 2001. Ammonia emission from field applied manure and its reduction-invited paper. *European Journal of Agronomy* 15:1-15.
- Sommer, S.G., & Olesen, J.E. 2000. Modelling ammonia volatilization from animal slurry applied with trail hoses to cereals. *Atmospheric Environment* 34:2361-2372.
- SSB 2021a. <https://www.ssb.no/statbank/list/landt/>
- SSB2021b. <https://www.ssb.no/statbank/table/11506/>.

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter og et avdelingskontor i Oslo.