



NIBIO
NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Indikatorer og metoder for dokumentasjon og tiltaksrapportering i Klimaavtalen og indirekte effekt av tiltak

NIBIO RAPPORT | VOL. 8 | NR. 129 | 2022



Lillian Øygarden^{1a}, Laila Aass², Anne Kjersti Bakken^{1b}, Helge Bonesmo^{1c}, Jakob Geipel^{1b}, Bente Aspeholen Åby²

¹ NIBIO

^a Divisjon Miljø og Naturressurser

^b Divisjon Mat og Samfunn

^c Divisjon Kart og Statistikk

² NMBU

TITTEL/TITLE

Indikatorer og metoder for dokumentasjon og tiltaksrapportering i Klimaavtalen og indirekte effekt av tiltak

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Lillian Øygarden, Laila Aass, Anne Kjersti Bakken, Helge Bonesmo, Jakob Geipel, Bente Aspeholen Åby.

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKT NR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
30.11.2022	8/129/2022	Åpen	52539	21/01043
ISBN:	ISSN:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:	
978-82-17-03151-2	2464-1162	84	2 vedlegg	

OPPDRAUGSGIVER/EMPLOYER:

Landbruksdirektoratet

KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Bjørn Huso

STIKKORD/KEYWORDS:

Klimatiltak, klimagasser, jordbruk, husdyrproduksjon, planteproduksjon, indikatorer

FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Jordbruksproduksjon, miljø og klimatiltak

SAMMENDRAG/SUMMARY:

Prosjektet har utredet metodikk og bruk av indikatorer som kan dokumentere gjennomføring og effekt av tiltak som er aktuelle for jordbrukets klimaavtale, og som en enten ikke har etablert metodikk for eller som en ønsker å måle og framstille på alternative måter. Rapporten omhandler systemer og systemgrenser for å beregne utslipp, og effektiviseringstiltak som reduserte utslipp pr produsert enhet for plante- og husdyrproduksjon. Det er vurdert faktorer som påvirker effektivitet, indikatorer og muligheter for å kunne dokumentere endringer. Det gjelder arealeffektivitet, nitrogeneffektivitet, føreffektivitet og forbedringer i svinproduksjonen. Rapporten omhandler spesielt koblinger mellom plante- og husdyrproduksjon og hvordan tiltak i en produksjon kan få effekt både for plante- og husdyrproduksjonen. Se utvidet sammendrag.

LAND/COUNTRY:

Norge

GODKJENT /APPROVED

JANNES STOLTE

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER

LILLIAN ØYGARDEN



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Forord

Denne rapporten er utarbeidet i prosjektet «Indikatorer og metoder for dokumentasjon og tiltaksrapportering i Klimaavtalen og indirekte effekt av tiltak» og er gjennomført i perioden 2021-2022. Prosjektet har vært finansiert gjennom Klima- og miljøprogrammet hos Landbruksdirektoratet. Prosjektet er basert på og initiert av diskusjoner og prioriteringer fra arbeidet i Regnskapsgruppa for oppfølging av Klimaavtalen.

Prosjektet er gjennomført som et samarbeid mellom NMBU og NIBIO.

Laila Aass har hatt ansvaret for analysene av grovfôr kvalitet basert på innsendte laboratorieanalyser. Data er gjort tilgjengelig for prosjektet gjennom avtaler og samarbeid med Eurofins.

Anne Kjersti Bakken har sammen med Jakob Geipel hatt ansvaret for analyser av grovfôr kvalitet dokumentert med tidsserier for høstedataer.

Helge Bonesmo har hatt ansvaret for vurdering av indikatorer for reduserte klimagassutslipp i svinproduksjonen. Data er gjort tilgjengelig for prosjektet gjennom avtaler og samarbeid med Norsvin.

Bente Aspeholen Åby og Anne Kjersti Bakken har hatt ansvaret for analyser og vurdering av sammenhenger mellom fôr og husdyrproduksjoner.

Lillian Øygarden og Anne Kjersti Bakken har hatt ansvaret for vurderinger av indikatorer og effektivitet i planteproduksjonen.

Hele prosjektgruppen har bidratt til beskrivelse av systemer, systemgrenser og indikatorer, samt til den samlede vurdering.

Landbruksdirektoratet og Miljødirektoratet har deltatt på prosjektmøte for presentasjon og diskusjon av resultater. Prosjektet har underveis også gitt presentasjoner for Regnskapsgruppa for Klimaavtalen.

Prosjektet har vært ledet av Lillian Øygarden, NIBIO.

Ås, 15. November 2022.

Lillian Øygarden

Prosjektleder

Innhold

1	Bakgrunn.....	6
2	Metoder og avgrensning	7
3	Systemer, systemgrenser og indikatorer for tiltaksrapportering.....	11
3.1	Systemer og systemgrenser.....	11
3.2	Indikatorer, begreper og avgrensning	13
3.3	Rapportering av effekt av enkelttiltak og systemeffekter	14
4	Planteproduksjon, produksjon av fôrkorn og grovfôr	17
4.1	Tiltak som påvirker avling og effektivitet i bruk av innsatsfaktorer	17
4.2	Indikatorer for tiltaksrapportering	18
4.3	Nitrogener effektivitet i jordbruksproduksjonen.....	20
4.4	Dyrking av høstkorn.....	21
4.5	Drenering.....	23
5	Husdyrproduksjon, fôrkvalitet.....	25
5.1	Grovforanalyser - laboratorieanalyser	25
5.1.1	Tilgjengelighet og omfang av data	26
5.1.2	Geografisk fordeling av innsendte grovfôrprøver	26
5.1.3	Hvilke produsenter sender grovfôrprøver til analyse?	28
5.1.4	Grovfôrtyper og høstetidspunkt for innsendte grovfôrprøver til analyse	29
5.1.5	Analyser av næringsinnhold i grovfôrprøver	32
5.1.6	Analyser av datamaterialet	33
5.1.7	Konklusjon.....	40
5.2	Endringer i grovfôr kvalitet dokumentert med en tidlighetsindeks basert på informasjon om høstedataer og varmesummer.....	41
5.2.1	Bruk av Sentinel-2 tidsserier for identifisering av høstedataer	42
5.2.2	Forslag til og test av varmesumbasert fordøyelighetsindikator.....	44
5.2.3	Automatisk innhenting av værdata og beregning av stedsspesifikke varmesummer.....	47
5.2.4	Muligheter, begrensninger og utfordringer	47
5.3	Samlet vurdering av de to metoder.....	48
5.4	Andre mulige indikatorer i husdyrproduksjonene.....	48
6	Tiltak og indikatorer for reduksjon av klimagassutslipp i svinproduksjonen	51
6.1	Bakgrunn.....	51
6.2	Indikatorer for effektiviseringstiltak.....	51
6.3	Indikatorer for redusering av utslipp i andre produksjoner eller andre land.....	54
6.4	Indikatorer for tiltak som avhenger av spesifikasjon av effekt gjennom utslippsfaktorer	56
7	Sammenhenger mellom fôr- og husdyrproduksjoner	57
7.1	Innledning	57
7.2	Valgte problemstillinger i plante- og husdyrproduksjonen	57
7.2.1	Slåttesystem (to vs. tre slåtter)	58
7.2.2	Botanisk sammensetning (kløverinnslag).....	58
7.2.3	Effekt av ytelsesnivået per ku	58

7.3	Beregning av klimagassutslipp.....	59
7.3.1	HolosNor	59
7.3.2	Input til HolosNor.....	59
7.3.3	Totale klimagassutslipp.....	60
7.4	Arealbehov og mineralgjødselbruk	60
7.5	Resultater og diskusjon	63
7.5.1	Klimagassutslipp.....	63
7.5.2	Arealbehov	65
7.5.3	Behov for mineralgjødsel	67
7.6	Oppsummering	67
7.7	Overordnet diskusjon og vurderinger	68
8	Sammendrag og vurderinger	70
8.1	Sammendrag.....	70
8.2	Vurderinger til videre oppfølging	73
8.3	Oversikt utslippkilder og IPCC kategorier.....	75
9	Referanser	77

1 Bakgrunn

Intensjonsavtalen som Norges Bondelag, Norsk Bonde- og Småbrukarlag inngikk med regjeringen i juni 2019 med mål om å redusere klimagassutslipp, og øke opptaket av karbon, med fem millioner tonn CO₂-ekvivalenter i perioden 2021-2030, fordrer at det for alle jordbrukets produksjoner undersøkes muligheter for utslippsreduksjoner.

Teknisk beregningsutvalg (TBU jordbruk, 2019) laget en oversikt over tiltak som i dag inngår i det nasjonale utslippsregnskapet, tiltak som indirekte inngår og tiltak som i dag ikke er inkludert (inndelt i grønn, gul og rød kategori). I Klimaavtalen er tiltak inndelt i en del A som er jordbruksnærings bidrag til reduksjoner i klimagassutslipp og opptak, og en del B som er tiltak som regjeringen er ansvarlig for. Det er den samlede effekten av tiltak i del A og B som skal utgjøre utslippsreduksjonen.

Regnskapsgruppa for Klimaavtalen arbeider med utvikling, forbedringer og dokumentasjon av rapporteringssystem for gjennomførte tiltak. I Klimaavtalen er tiltak som direkte fanges opp av utslippsregnskapet omtalt som «Anneks 1», fordelt på sektorregnskapene: jordbrukets utslippsregnskap, jordbrukets andel i arealbrukssektoren og energi og oppvarming. Tiltak som kan bli inkludert på et senere tidspunkt er omtalt som «Anneks 2». Regnskapsgruppa har funnet det hensiktsmessig for rapportering å benytte begrepene: 1) Klimaavtalens regnskap for utslipp og opptak (bidragene i de ulike sektorregnskap), 2) Gapanalyse og 3) Tiltaksrapportering.

Den første delrapporten fra Regnskapsgruppa (mars 2021) beskriver det slik: «Tiltaksrapporteringen skal vise gjennomføringen og effektene av de konkrete tiltakene som direkte eller indirekte påvirker utslippene. Effektene av tiltakene angis som endring i klimagassutslipp, økt opptak eller aktivitetstall som gir indikasjon på klimagassutslipp. Formålet med tiltaksrapporteringen er å tallfeste effekten av tiltak som har betydning for jordbruksrelaterte klimagassutslipp, og å fange opp adferdsendring raskere enn det som gjøres i det offisielle klimagassregnskapet».

«Det er også ønskelig at flere tiltak som i dag ikke inngår i det nasjonale klimagassregnskapet eller som en ikke har nasjonale faktorer for kan bli inkludert i avtaleperioden».

Denne utredningen skal gi bidrag til dette utviklingsarbeidet: Prosjektet vil utrede metodikk og bruk av indikatorer som kan dokumentere effekter av tiltak som er aktuelle for jordbrukets klimaavtale, og som en enten ikke har etablert metodikk eller indikatorer for eller som en ønsker å måle og framstille på alternative måter.

Tiltak som gjennomføres kan til forbedringer som ikke synliggjøres i klimagassregnskapet. Det kan være effektiviseringstiltak som kan gi mindre utslipp pr produsert enhet (avling, avdrått). Det kan også være andre positive eller negative effekter som f.eks. andre miljøeffekter. Det er behov for dokumentasjon også av slike effekter.

2 Metoder og avgrensning

Prosjektbeskrivelsen er utviklet av prosjektgruppen fra NMBU og NIBIO etter presentasjon for Regnskapsgruppa for Klimaavtalen. I prosjektperioden (2021- 2022) er det gitt orienteringer om status og foreløpige resultater til Regnskapsgruppa og tilbakemeldinger er hensyntatt.

I utgangspunktet skal klimagassregnskapet for avtalen være en historisk oversikt over alle utslipp og opptak fra jordbruk (og jordbruksrelaterte utslipp som gjelder arealbruk og energi). For å forklare endringer er det behov for metodikk for tiltaksrapportering. Rapporteringen skal også vise gjennomføring av tiltak som kan føre til reduksjoner i klimagassutslipp, men som krever metodeutvikling for at dette skal reflekteres i regnskapet i avtaleperioden. Denne utredningen skulle bidra til dette utviklingsarbeidet. Prosjektet ville også utrede metodikk og bruk av indikatorer som kan dokumentere effekter av tiltak som er aktuelle for jordbrukets klimaavtale, og som en enten ikke har etablert metodikk eller indikatorer for eller som en ønsker å måle og framstille på alternative måter.

I utredningen er det vektlagt å presentere oversikter, definisjoner og avklaringer av ulike begreper aktuelle for rapportering av tiltak for å redusere klimagassutslipp og øke binding av karbon. Det gjelder indikatorer, systemer, systemgrenser og synliggjøring av hvordan ulike avgrensinger av systemgrenser påvirker det som er inkludert i det nasjonale klimagassregnskapet. Det er illustrert bruk av systemgrenser for det som inngår i dagens nasjonale klimagassregnskap sammenlignet med bruk av utvidete systemgrenser dere en også tar med effekt av f.eks. import og eksportandel. Det gjelder f.eks. sammenligning ved bruk av importerte innsatsmidler (fôr) sammenlignet med endret bruk av nasjonalt fremstilte innsatsmidler.

Klimatiltak er i denne rapporten brukt som begrep for tiltak som kan redusere utslipp av klimagasser (direkte og indirekte) samt øke binding av karbon i jord. Det er ikke gjort vurderinger av spesielle tilpasningstiltak til endret klima.

Begrepet «effektivitet» er spesielt omhandlet både i husdyr- og planteproduksjon som føreffektivitet og nitrogen-effektivitet i planteproduksjon. Dette er vurdert i forhold til mål som ofte er brukt i landbruket om reduserte utslipp pr produsert enhet, både faktorer som kan påvirke effektiviteten og muligheter for å dokumentere slike endringer.

I det nasjonale klimagassregnskapet beregnes utslipp i ulike kategorier med godkjent metodikk for utslippsfaktor og aktivitetstall. Utslipp posteres i sektorregnskap for jordbrukets utslipp, arealbrukssektoren eller i energisektoren. Klimagassregnskapet gir ikke informasjon om enkelttiltak eller hvordan tiltak i ulike produksjoner påvirker hverandre eller kan kobles. Det er samlet- sumeffekt av endringer innen de ulike utslippskategorier som beregnes. Klimagassregnskapet viser historiske tall, og kombinerte effekter kan ligge inne i endringer i aktivitetstall.

Tiltak som gjennomføres i husdyr eller i planteproduksjonen kan ha koblinger mellom de ulike produksjoner og også effekt på utslippsregnskapet. Det er vektlagt å vise eksempler på noen slike sammenhenger og hvorvidt det er mulig å dokumentere fôr- og husdyrproduksjonen innenfor et samla og dynamisk system. Det er også vurdert hvordan tiltak som gjennomføres i jordbruket, påvirker produksjon (avling og avdrått), ressurseffektivitet og andre miljøeffekter.

Regnskapsgruppa hadde ønsker om å vurdere tiltak med stort potensiale for effekt, bruk av tilgjengelige databaser inn mot tiltaksrapportering og vurdering av effektivitetsforbedringer i husdyr og planteproduksjon.

Noen tiltak er spesielt vurdert:

For *husdyrproduksjon* gjelder det forbedringer i svineproduksjon og vurdering av metoder for å dokumentere endringer i grovfôrkvalitet som har betydning for metanutslipp. Det er sett på koblinger mellom fôr og husdyrproduksjon. Det er vurderinger av mulige indikatorer, beregningsmetodikk og datatilgjengelighet.

Endringer i grovfôrkvalitet.

Det er (kapittel 5) gjennomført analyser av to ulike metoder for å kunne vurdere endringer i grovfôrkvalitet som har påvirkning på metanutslipp fra drøvtyggere. Fordøyelighet av organisk stoff og fiberinnhold har betydning for metanutslipp og fordøyelighet har sammenheng med høstetidspunkt.

I den ene analysen er det benyttet data gjort tilgjengelig av Eurofins fra laboratorieanalyser av innsendte grovfôrprøver – fra enkelt bønder- for å bestemme grovfôrverdi. Formålet har vært å vurdere om disse data kan brukes som indikator på endringer i grovfôrkvalitet fremover og tilbake i tid. Dataanalysen har vurdert representativitet av dataene- både geografisk, antall slåtter det er levert prøver for, samt analyseparametre som har betydning for fôrkvalitet, tilgjengelighet av data også bakover i tid. Det er vurdert egnethet av å bruke laboratorieanalyser, begrensninger og anbefalinger om forbedringer dersom datamaterialet skal kunne brukes til å følge endringer i grovfôrkvalitet.

I den andre analysen er det tatt utgangspunkt i at det er en sammenheng mellom fordøyelighet og fiberinnhold og høstetidspunkt for grovfôr. Ved tilgang på høstetidspunkt for de ulike slåtter kan varmesum mellom hver slått beregnes og fôrkvalitet angis. Det er testet bruk av satellittdata for bestemmelse av slåttetidspunkt som grunnlag for beregning av varmesum. Metoden sammenligner grovfôrkvalitet bestemt ved bruk av varmesum med data fra feltforsøk. Det er foreslått en indikator for endring i grovfôrkvalitet basert på varmesum der en vekter de ulike slåtter i forhold til årsavling. I analysen er det også vurdert andre måter for bestemmelse av høstedato på som direkte innrapportering fra bøndene, bruk av representative, utvalgte regionale skifter mm. Det er vurdert egnethet, begrensninger av metoden og anbefaling om oppfølging dersom metoden skal kunne tas i bruk.

Forbedringer i svineproduksjonen.

I kapittel 6 er det benyttet data gjort tilgjengelig fra Ingrisdatabasen til Norsvin med over 630 besetninger. Det er vurdert om datamaterialet kan benyttes til å dokumentere ulike typer endringer som har betydning for utslippsberegninger og mulige indikatorer for slike endringer. Det gjelder både direkte effekter på utslippskoeffisienter og for endringer i svineproduksjonen knyttet til avl, fôringseffektivitet og sykdom mm. Det er vurdert om slike effekter inngår i klimagassregnskapet nå, om det er grunnlag for å gjøre endringer eller utvikle annen dokumentasjon. Basert på analysen og datatilgjengelighet er det vurdert forslag til ulike typer indikatorer:

Det er vurdert indikatorer for å forklare endringer i utslippsregnskapet, effektivitetsendringer som både skyldes avl og driftsmessige forhold inkludert dyrevelferd; fôreffektivitet, antall avvenne grisunger/purke, deltagelse i «Spesifikk patogenfri produksjon (SPF), ikke kastring av råner. Det er også vurdert forbedring av metodikk for beregning av antall årsdyr for svineproduksjon ved bruk av ulike datakilder som slaktestatistikk og søknader om produksjonstilskudd.

Indikatorer for tiltak som medfører utslipp i andre produksjoner eller andre land. Det gjelder dokumentasjon av bruken av norskprodusert fôr og vurdering av indikator for økt bruk av biprodukter som f.eks kjøttbeinmel og biprodukter fra bakerier og meierier.

Indikator for tiltak der dokumentasjon kan endre utslippsfaktorer. Det er vurdert tiltak som lagring og spredning av husdyrgjødsel. Indikatorer for tiltak kan være aktivitetsdata – som f.eks antall lager med tett dekke på utendørs gjødsellager. Det er vurdert bruk av indikatorer i forhold til behov for målinger og dokumentasjon for bestemmelse av utslippsfaktorer for norske forhold.

Tiltak i planteproduksjonen

For planteproduksjon er det (kapittel 4) gjort vurderinger av begrepet reduserte utslipp pr produsert enhet. Nitrogener effektivitet er spesielt omhandlet. Det er mange faktorer som kan påvirke avlingsnivå og ressurseffektivitet i planteproduksjon. Det er gjort en skjematisk oversikt over slike faktorer og muligheter for dokumentasjon av endringer og vurdert bruk av indikatorer nasjonalt og gårdsnivå. Det er gjort en egen vurdering i forhold til forbedret drenering, effekt på avling og endret gjødsling.

Koblinger mellom husdyr og planteproduksjon

I det nasjonale klimagassregnskapet for jordbrukssektoren inngår klimagassutslipp fra husdyr- og planteproduksjon, men det synliggjøres ikke koblinger mellom disse produksjoner. I praksis er produksjonene integrerte systemer der tiltak for reduserte klimagassutslipp i husdyrproduksjonen kan påvirke behovet for fôrproduksjon og dermed arealbehovet for gras og korn, behovet for gjødsling. Dette vil igjen påvirke de totale klimagassutslippene fra begge produksjoner. I kapittel 7 er det illustrert metodikk for hvordan slike sammenhenger kan undersøkes. Det er valgt ut to geografiske områder med kombinert melk- og storfekjøtt som ett eksempel for å undersøke sammenhengene mellom husdyr- og planteproduksjon, effekt av 2 og 3 slåttesystem på klimagassutslipp, arealbruk og arealbehov. Ytelsesnivå, bruk av nitrogengjødsel, og effekt av agronomiske forbedringer er inkludert i analysene. Gårdsmodellen Holos Nor er benyttet for å beregne effekter av disse eksemplene.

Denne analysen- illustrerer- hvordan endringer og tiltak i en produksjon har effekt i både plante og husdyrproduksjon. De valgte forutsetninger er benyttet for å demonstrere aktuell metodikk for å analysere slike koblinger. Bruk av andre forutsetninger – med valg av prioriterte tiltak og ulik gjennomføringsgrad av disse vil kunne gi andre resultater. Det er selve metodikken som er hovedformålet med analysen i kapittel 7.

Avgrensning

Det er i omtale over angitt noen tiltak som er spesielt omhandlet.

For husdyrproduksjon er flere tiltak aktuelle for å redusere klimagassutslipp- som angitt f.eks i TBU (2019) enn det som inngår i denne utredningen. For drøvtyggere er det bare utredet muligheter for å dokumentere endringer i fôrkvalitet, men ved to ulike metoder. Det var også ønske fra Regnskapsgruppa om å prioritere tiltak som var listet i bl.a. TBU, med antatt stor effekt. Regnskapsgruppa ønsket også vurdering av om det er tilgjengelige databaser (opprettet for andre formål) som kunne brukes inn mot tiltaksrapportering.

Utredningen har vurdert muligheter for å kunne dokumentere endringer i fôrkvalitet. Prosjektgruppen har – i denne utredningen- ikke vurdert prioritering og anbefaling av selve tiltaket «grovfôrkvalitet». Slik er det også for de andre tiltak som er omhandlet- det er muligheten for dokumentasjon av endringer og ikke anbefalinger, effekter og prioriteringer av selve tiltaket som er vurdert.

For husdyrproduksjon er det utredet indikatorer med eksempel fra tilgjengelige databaser for svinproduksjon som effekt av avl, dyrehelse, fôreffektivitet. Lignende analyser og bruk av indikatorer er også aktuelt for andre husdyrproduksjoner, men har ikke vært inkludert her.

Prosjektet har ikke hatt mål om å utarbeide et operativt beregningssystem for tiltaksrapportering, men resultater fra prosjektet kan inngå i grunnlaget for å utvikle et slikt system.

Prosjektet ha utarbeidet oversikt over noen aktuelle databaser som kan være aktuelle å vurdere både på nasjonalt og gårdsnivå - men det er ikke gjort detaljerte analyser av dette datamaterialet.

Det er ikke vurdert kostnader ved datainnsamling og utvikling av beregningssystem for de tiltak som er analysert.

3 Systemer, systemgrenser og indikatorer for tiltaksrapportering

3.1 Systemer og systemgrenser

I det nasjonale klimagassregnskapet for jordbruket bokføres kun utslipp fra prosesser som skjer innenfor landets grenser og som er direkte knyttet til prosesser i jord, planter og husdyr som er forutsetning for og konsekvens av produksjonen.

Utslipp som skjer i forbindelse med innen- og utenlandsk produksjon av innsatsfaktorer i plante- og husdyrproduksjonen, tilskrives ikke denne sektoren. Det gjelder for eksempel utslipp som følger med dyrking av importerte fôrråvarer og produksjon av maskiner og infrastruktur som brukes på gårdene.

Regnskapet og vurderinger av tiltak for utslippsreduksjoner kan dermed sies å ha snevre eller trange *systemgrenser*, både ut fra geografi og hvilke prosesser som regnes som forutsetninger for produksjon av råvarene som jordbruket leverer.

Det finnes også eksempel på ytterligere innsnevring av systemgrensene for analyser og tilrådinger for utslippsreducerende tiltak. Sammensetning av fôrrasjoner til drøvtyggere for å oppnå lågest mulig metanutslipp uten å samtidig vurdere hva som skjer i planteproduksjonen som ligger til grunn for fôret, har et snevert perspektiv (Figur 3.1).

I og for seg skjer også alle gårdsvisse analyser og optimeringer innenfor snevre systemgrenser dersom en ikke ser på hvordan valg og tiltak på enkeltbruk kan påvirke på større skala og endre total produksjon eller totalt behov for innsatsfaktorer regionalt, nasjonalt og globalt. På gårdsnivå kan en endring fra husdyr (drøvtyggere) til planteproduksjon føre til store endringer i reduserte klimagassutslipp. Men dersom husdyrproduksjonen flyttes til et annet gårdsbruk påvirkes verken den nasjonale totalproduksjonen eller nasjonalt utslipp.

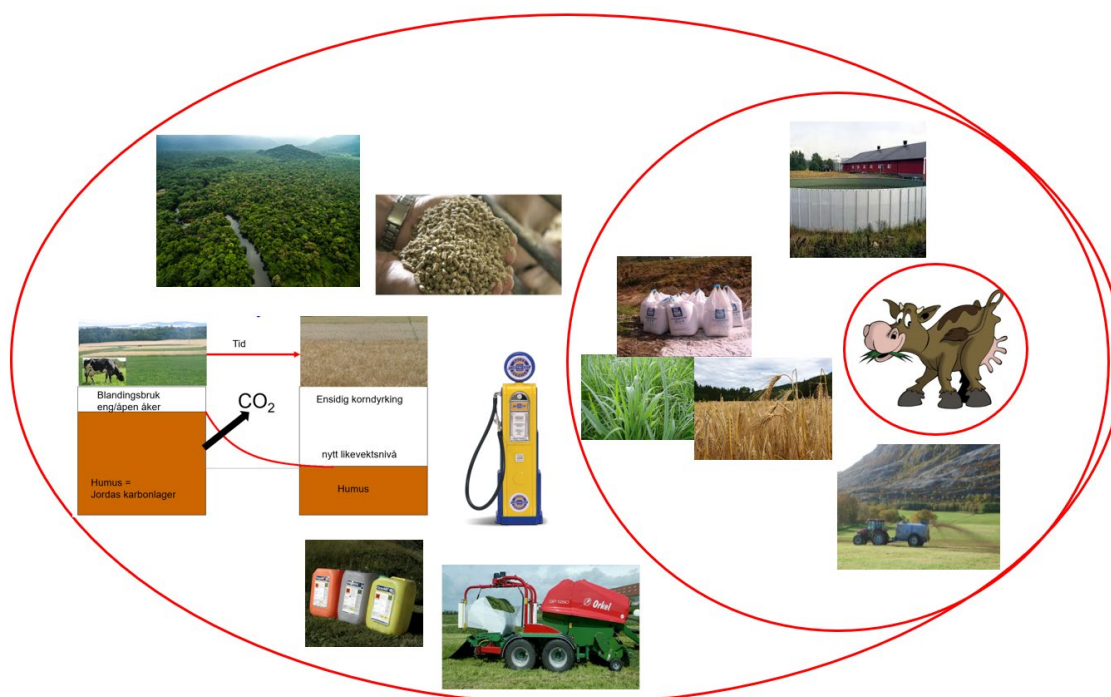
Ved beregning av klimagassutslipp for kommuner enkeltvis kan en velge å utelate klimagassutslipp knyttet til fôr produsert utenfor kommunen eller ved import. Også her kan tiltak som å redusere husdyrproduksjon isolert sett gi en reduksjon i klimagassutslipp innenfor denne kommunen, men det vil ikke påvirke totalproduksjon og utslipp dersom produksjonen økes i andre kommuner. Dette representerer en flytting av klimagassutslipp.

Illustrasjoner av ulike grensedragninger finnes i figur 3.1. Om en studerer det minste systemet (kua) og holder seg til de trangeste grensene som er skissert i figuren, vil en kunne gjøre analyser og komme med forslag til utslippsreducerende tiltak som isolert gjelder hvordan fôring og fôrsammensetning påvirker metanproduksjonen i dyrets fordøyelse. Utvider en grensene betydelig, og inkluderer utslipp knyttet til produksjon av innsatsmidler og også importert fôr, kan en komme til et annet resultat for hva som er den mest klimavennlige fôrseddelen, sammenlignet med det som inngår i det nasjonale klimagassregnskapet.

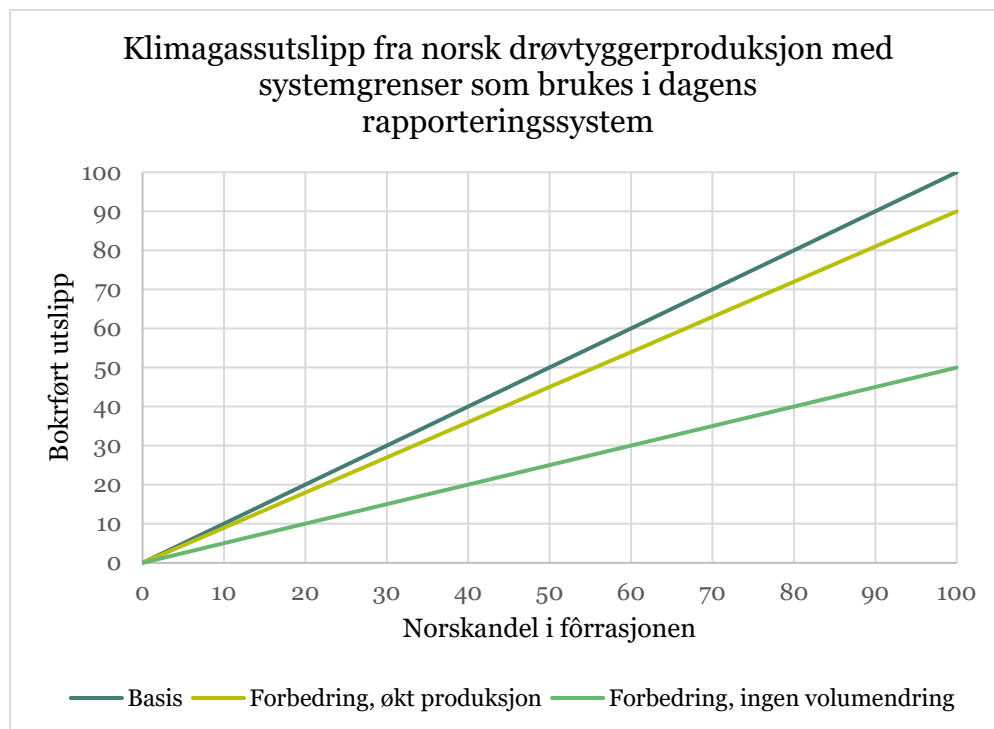
Dersom en holder seg til systemgrensene som ligger i det nasjonale klimagassregnskapet for jordbruket, som omtrent tilsvaret det som er innenfor den mellomste sirkelen i figur 3.1, stiger de kalkuleerte utslippene som direkte og indirekte heftes med drøvtyggerproduksjonen, med stigende andel grovfôr og norske fôrråvarer i rasjonen. Dette er også illustrert i figur 3.2. I den samme figuren er det også skissert hvordan effektivisering i bruk av innsatsfaktorer i fôrproduksjonen eller andre tiltak knyttet til dyrking av råvarene kan påvirke forløpet.

I denne rapporten har vi gått gjennom og diskutert flere systemer med videre grenser enn det som er brukt i det nasjonale klimagassregnskapet. Dette er gjort for å demonstrere hva ulike grensdragning kan ha å si for regnskap og tiltakstilrådninger, og ikke for å underbygge noen generell anbefaling om hvor grensene bør gå. Vi vil likevel si at dette illustrerer et behov for å vurdere alle tiltak for utslippsreduksjoner med et videre perspektiv enn det som brukes i det nasjonale klimagassregnskapet.

Dette er ytterligere aktualisert i forbindelse med rapportering på Klimaavtalen. Den første delrapporten fra Regnskapsgruppa (mars 2021) beskriver det slik: «Tiltaksrapporteringen skal vise gjennomføringen og effektene av de konkrete tiltakene som direkte eller indirekte påvirker utslippene. Effektene av tiltakene angis som endring i klimagassutslipp, økt opptak eller aktivitetstall som gir indikasjon på klimagassutslipp. Formålet med tiltaksrapporteringen er å tallfeste effekten av tiltak som har betydning for jordbruksrelaterte klimagassutslipp, og å fange opp adferdsendring raskere enn det som gjøres i det offisielle klimagassregnskapet».



Figur 3.1. Illustrasjon av ulike alternativ for hvor grensene kan gå for hva som skal regnes med når klimagassutslipp fra matproduksjon på drøvtyggere i Norge skal analyseres.



Figur 3.2. Illustrasjon av hvordan kalkulte utslipp knyttet til fôret til norske drøvtyggere endrer seg med andelen norske råvarer i rasjonen. Utgangssituasjon (basis) sammenlignet med innførte (forbedringer, ingen volumøkning)- sterkt utslippsreducerende tiltak i fôrproduksjonen. Effekten av utslippsreducerende tiltak kan utlignes eller reduseres av økt nasjonal produksjon av kjøtt og melk (forbedring og økt produksjon).

3.2 Indikatorer, begreper og avgrensning

For noen av tiltakene i jordbruksproduksjonen kan det være vanskelig å finne data som direkte dokumenterer de eventuelle endringene i klimagassutslipp og for faktorene som har påvirket dem. Dette kan gi behov for å bruke indikatorer som kan si noe om status og utvikling. Det kan gjelde både for påvirkningsfaktorer, innsatsfaktorer, aktivitetstall og for effekter av tiltak. Det kan mangle gode og direkte data for nivå av eller grad av gjennomføring av tiltakene, eller at en ikke har etablert godkjent metodikk for dokumentasjon.

En indikator er statistikk eller data som brukes for å få forståelse av tilstand eller utvikling på et bestemt område. I mange tilfeller er det vanskelig å tolke indikatorverdien uten at indikatorverdiene sammenlignes over tid eller har tidsserier som sammenlignes med en normal eller referanseverdi.» OECD har utviklet en rekke indikatorer for landbruk og miljøforhold.

<https://www.oecd.org/env/indicators-modelling-outlooks/>

For oppfølging av Klimaavtalen kan det være behov for indikatorer for flere formål:

* aktivitetsdata (inngangsdata) til modeller for beregning av klimagassutslipp. For aktiviteter som inngår i det nasjonale klimagassregnskapet har en etablert godkjent metodikk for bruk av aktivitetstall og utslippsfaktorer. For tiltak som ikke er inkludert i regnskapet eller har en **indirekte** påvirkning har en ikke slik etablert metodikk. En kan likevel ønske å følge endringer over tid over slike påvirkningsfaktorer og kan da ha behov for indikator. Det kan illustreres med eksempel fra aktiviteten «bedre drenering» som kan ha effekt på forbruket av N-gjødsel - som inngår i beregninger av lystgass i utslippsregnskapet. En oversikt – eller bruk av indikator for endret dreneringsaktivitet kan bidra til å dokumentasjon og forklaring av endring i lystgass utslipp som følge av endret N-gjødsling. Et annet

eksempel er fangvekster. Selv om tiltaket ikke er inkludert i utslippsberegninger nå- kan en likevel holde oversikt over oppslutning om tiltaket (f.eks antall søknader, eller areal) som en indikator.

* indikator for effekter av tiltak for redusert utslipp av klimagasser. Tiltak, forbedringer, effektiviseringer i produksjoner kan føre til endringer i utslippskoeffisienter og til endringer i aktivitetstall. I husdyrproduksjon kan avl gi bedre fôrutnyttelse, bedre dyrehelse, flere levendefødte grisunger som totalt kan gi behov for færre dyr. Indikatorer kan bidra til å forklare årsaker til endringer i dyretall (effekt av tiltak) og dermed til endring i klimagassutslipp.

* netto karbonbinding i jord. Tilskuddsinformasjon om omfang av areal som har tatt i bruk fangvekster kan gi grunnlag for beregning av endret karbonlagring til Arealbrukssektoren. Slik informasjon kan brukes til å dokumentere endringer i driftsforhold (adferd, oppslutning om tiltak) som har betydning for utslippsberegninger. Indikator for oppslutning er særlig aktuelt mens utvikling av metodikk og bestemmelse av utslippsfaktorer pågår. Dersom en har slik dokumentasjon – ved bruk av indikatorer - kan det og grunnlag for vurdering av tidsserier tilbake i tid.

* indirekte effekter (som effektivisering). Tiltak som kan føre til eks. bedre nitrogenutnyttelse, f.eks drenering er nevnt. Det er en rekke agronomiske tiltak som kan øke avling, øke nitrogeneffektivitet og som kan inngå som indikatorer.

* indikator for effekt på andre forhold (f.eks ulike miljøpåvirkninger). I tillegg til å vurdere effekt av tiltak på klimagassutslipp kan det være aktuelt å vurdere om det er effekt på andre oppsatte mål eller er målkonflikter. For tiltak som f.eks fangvekster som kan være aktuelt for å øke karbonbinding i jord- så kan det også ha effekt på redusert erosjon, avrenning av fosfor og nitrogen og effekt på lystgasstap.

Dersom et datamateriale skal fungere som en god indikator, må dataene som inngår tilfredsstillende en del kriterier/krav. Mange fenomener er målbare, men det er ikke dermed gitt at de er nyttige for generelle formål. Bayr m.fl. (2020) satte opp en rekke generelle kriterier for indikatorer for landbruk til et annet formål, men som likevel er relevante for denne utredning; indikatorer må være målbare, enkle å tolke og beregne, relevante for formålet, repeterbare, spesifikke (kan defineres) og de må være objektive/faktabaserte.

Vi har vektlagt dette når vi har vurdert krav til et beregningssystem for bruk av indikatorer. Følgende kan legges til grunn når en skal utforme forslag og tilråding av utvalg av indikatorer:

- Tilgang på konsistente data over tid (både fortid og framtid)
- Transparente og fleksible beregningsmetoder (som følger NIR hva gjelder utslippskoeffisienter og globalt oppvarmingspotensial, men som også kan illustrere alternative beregningsmetoder, bla aktuelt for å følge endringer i adferd, og effekt av enkelttiltak)
- Utvider systemgrensene (bidrar med systemperspektiv som i dag ikke inngår i utslippsregnskapet. Aktuelt dersom en vil vurdere nasjonal produksjon og effekt av import)
- Skal kunne utgjøre eller bidra til et konsistent rapporteringssystem

3.3 Rapportering av effekt av enkelttiltak og systemeffekter

Det nasjonale utslippsregnskapet for jordbruket skalerer ikke utslippene i forhold til mengde mat som produseres. De tallfestede utslippsreduksjoner og - økninger kan ha skjedd uten at volumet av mat levert var endret, men også som følge av eller parallelt med at volumet ble endret (Figur 3.4).

Ved vurdering av tiltak for å redusere utslipp fra jordbruket er det ofte referert til at det bør være et mål om å oppnå reduserte utslipp per produsert enhet, f.eks. Meld ST. 11 (2016- 2017), Norges Bondelag, 2019, TBU, 2019). I [Innst. 251 S \(2016-2017\)](#) sier komiteens flertall, alle unntatt Sosialistisk Venstreparti, «at reduserte utslipp av klimagasser per produsert enhet er en naturlig del av

jordbrukets mål om bærekraftig produksjon. Det er ikke god miljøpolitikk å gjennomføre tiltak som bidrar til karbonlekkasje, det vil si at produksjonen flyttes ut av Norge».

Det er imidlertid ikke etablert metodikk og prosedyre for hvordan utslipp per produsert enhet og effektivitetsendringer i produksjonen generelt kan dokumenteres og synliggjøres. I denne rapporten er temaet effektivitet, måleenheter og indikatorer behandlet mer detaljert for svineproduksjon i kapittel 6 og for planteproduksjon i kapittel 4.

Slik dokumentasjon er aktuell når en skal vurdere ulike mål og målkonflikter. Jordbruket har en hovedoppgave i å levere mat i takt med en voksende befolkning. Dersom en legger dette premisset til grunn, må tiltak og effekter vurderes opp mot i hvilken grad denne oppgaven løses. En økt nasjonal produksjon kan dermed føre til økte utslipp, men bedre ressursutnyttelse og konkrete tiltak kan samtidig gi reduserte utslipp pr produsert enhet. En slik utvikling er det behov for å dokumentere.

I en slik gjennomgang og dokumentasjon er det nødvendig og naturlig å se planteproduksjon og fôrproduksjon i sammenheng med husdyrproduksjonen. Effektiviteten og utslippene på alle delsteg underveis bør i mange tilfelle summeres og skaleres mot det endelige sluttproduktet. Dette tilsvarer det en gjør i livsløpsanalyser (LCAs - life cycle assessments) som også er mye brukt for å vurdere matvarenes såkalte klimafotavtrykk.

Vi har i denne rapporten ikke konkretisert forslag til et regnskap for den totale norske jordbruksproduksjonen der utslippene er skalert mot volum og er summert med livsløpsperspektiv, men vektlagt å vise noen slike koblinger, pekt på noen beregningsmetoder og indikatorer for enkeltproduksjoner som kunne utvikles videre. Slike analyser vil være enklere å gjøre innenfor enheter som er vesentlig mindre enn den totale norske jordbrukssektoren.

Det nasjonale klimagassregnskapet rapporterer utslipp eller opptak hvert år- men forklarer ikke endringer av enkelttiltak. For planteproduksjon f.eks inngår forbruk av N-gjødsel for å beregne utslipp av lystgass. Det er imidlertid ikke en kobling til avling- eller til de ulike agronomiske forbedringer i gårdsdriften som øker avling (effektivisering).

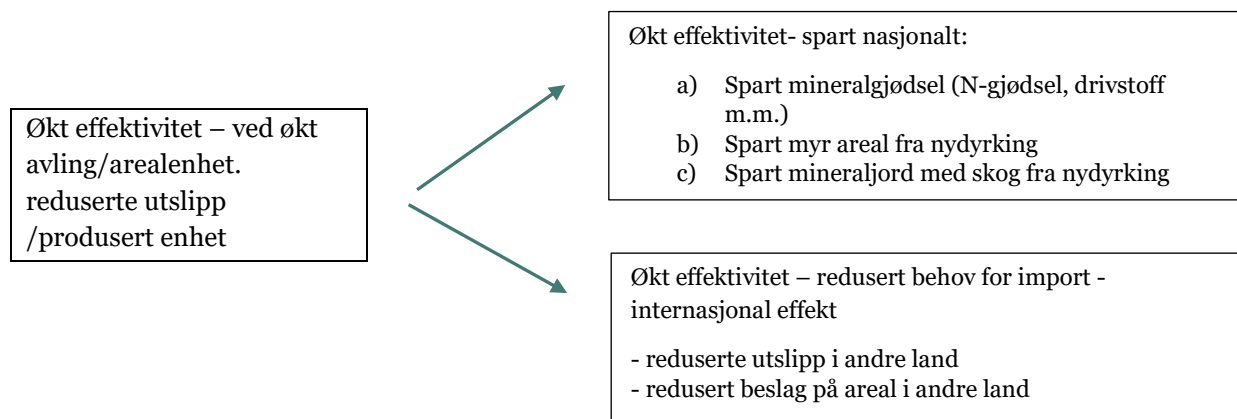
En effektivisering i planteproduksjonen- ved økt avling pr arealenhet eller redusert fôrsvinn kan ha ulike effekter og ulik påvirkning på klimagassregnskapet. Dersom det gjøres agronomiske forbedringer som gir mer optimale vekstvilkår så kan det øke avlinger. Et annet alternativ er at gårdbrukeren pga. agronomiske forbedringer - i stedet for å øke avling - velger å opprettholde dagens avling med f.eks redusert N-gjødsling. Dette vil kunne gi reduserte utslipp av lystgass, men opprettholde avlingsnivå.

Det er også alternativer med effektivisering som ikke synliggjøres i utslippsregnskapet. Dersom det er et mål om økt nasjonal matproduksjon (planteproduksjon) så kan økt avling/arealenhet (effekt av bedre agronomi) også spare areal fra oppdyrking. Areal som spares for nydyrking kan enten være myrjord eller mineraljord som kan ha skog i dag (Figur 3.3). Utslipp fra spart areal synliggjøres ikke i klimagassregnskapet - det kommer bare med dersom det fører til arealbruksendringer- og spart areal fra oppdyrking er ikke en endring.

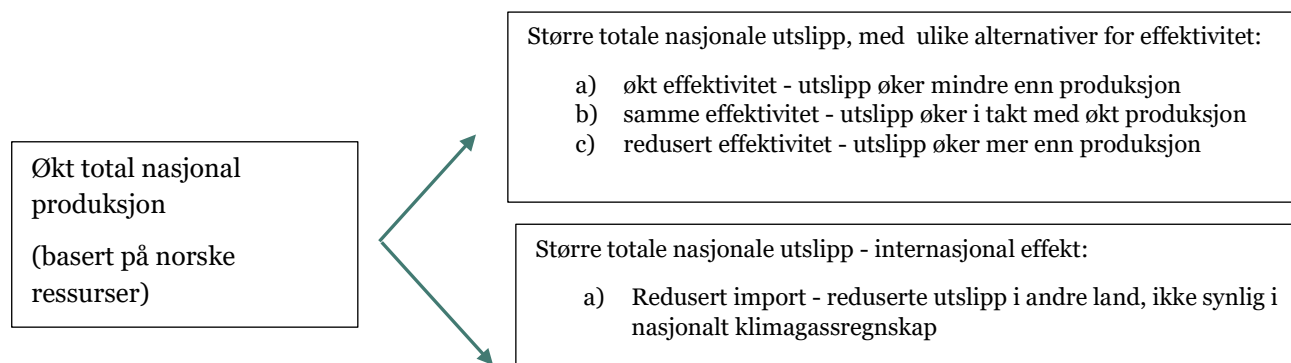
Økt arealeffektivitet kan også spare innsatsfaktorer som nitrogen gjødsel, men slike koblinger registreres ikke i klimagassregnskapet. Det er imidlertid mulig å lage beregninger (metodikk) for hva avlingsøkninger kan bety for spart nitrogen gjødsel, spart oppdyrking av areal og tilhørende klimagassutslipp. I kapittel 4 er nitrogener effektivitet i planteproduksjonen omhandlet. Økt effektivitet kan også gi mindre behov for import, men dette har ikke betydning for det norske klimagassregnskapet.

Dersom det er store endringer i den nasjonale produksjonen som direkte påvirker utslippsberegningen (Figur 3.4) så er det også behov for dokumentasjon av utviklingen av utslipp/produsert enhet. Selv om det er forbedringer i effektivitet kan de totale nasjonale utslipp øke dersom det samtidig er store endringer i andelen nasjonal produksjon (Figur 3.2). Utslippsberegninger for 2021 (SSB, 8 juni 2022)

dokumenterte at beregnede utslipp fra jordbruket var økt med 1,7 % fra forrige år pga. flere ammekyr og melkekyr. Pandemien førte til økt etterspørsel etter melk og kjøtt og nasjonal opptrapping ga flere melkekyr og ammekyr. Beregningene viser imidlertid ikke om det er en endring i effektivitet – utslipp pr produsert enhet. Dersom en antar at befolkningens matvaner ikke er endret - så kan dette bety både økt nasjonal produksjon og økte utslipp, men redusert grensehandel, import og dermed redusert effekt på andre lands utslipp.



Figur 3.3. Prinsippfigur av økt effektivitet / reduserte utslipp pr produsert enhet og effekt på sparte utslipp og redusert import.



Figur 3.4. Prinsippfigur av effekter av økt nasjonal produksjon kombinert med endringer i effektivitet.

4 Planteproduksjon, produksjon av fôrkorn og grovfôr

4.1 Tiltak som påvirker avling og effektivitet i bruk av innsatsfaktorer

Det kan det være gode grunner for å tallfeste klimagassutslippene fra jordbruket relativt til hvor mye mat eller goder produksjonen leverer (kap 3.3).

Et mål kan være å få mest mulig av de ønska produktene ut per enhet «utslippsskapende» innsatsfaktor, og minst mulig klimagassgenererende tap av nitrogen og karbon i de fysiske og biologiske prosessene som ligger til grunn for produksjonen av gjeldende volum.

Viktige innsatsfaktorer i planteproduksjonen i så henseende er nitrogen og areal (med tilhørende jord). Alle tiltak som gir stabilt større avlinger per nitrogenenhet og arealenhet, helst samtidig, bør kunne godskrives som klimatiltak. Det er for eksempel ikke aktuelt å øke arealproduktiviteten gjennom å praktisere nitrogengjødslingsregimer som gir stor risiko for tap og dårlige nitrogenbalanser. Motsatt må en være forsiktig med å maksimere nitrogenproduktiviteten ved å senke tilførselen av N mye per arealenhet og dermed senke avlingene per arealenhet og øke behovet for nytt areal.

For produksjon av fôrkorn og grovfôr bør heller ikke tiltak for økt effektivitet og produktivitet tilrådes før mulige sidevirkninger på førets verdi i husdyrproduksjonen er vurdert (se kapittel 7). I tråd med dette og med vår poengtering flere steder i denne rapporten om at tiltaksanbefaling må gjøres ut fra vurderinger av konsekvenser langs hele produksjonskjeden fra fôr til husdyr, har vi skrevet et eget avsnitt om nitrogeneffektivitet i den integrerte produksjonen (4.6).

Felles for de fleste aktuelle tiltak i planteproduksjonen er at de kan sorteres under overskrifta god agronomi, og en vil ikke gi en uttømmende oversikt over slike her. Vi har tatt fram noen eksempler som enten er nevnt i landbrukets klimaplan, eller som det etter vår vurdering kan stimuleres til og/eller som det innenfor kort tidshorisont kan være mulig å utvikle indikatorer for (Tabell 4.1). Noen av dem er beskrevet og drøfta i mer detalj i egne avsnitt til slutt i dette kapitlet.

Tabellen gir også eksempler på agronomiske tiltak som bruk av fangvekster og biokull der effekten på endret karboninnhold i jorda inngår i regnskapet for Arealbrukssektoren. Fangvekster illustrerer også at tiltak kan ha effekter som regnskapsføres i ulike sektorregnskap, karbon i jord i Arealbrukssektoren, mens utslipp av lystgass regnskapsføres i Jordbrukets sektorregnskap.

Tabell 4.1 viser mulige effekter av tiltak for å redusere tap av nitrogen, øke karbonbinding og lagring og øke areal- og nitrogenproduktiviteten. Tiltakene vil også kunne ha andre miljøeffekter som vi ikke har diskutert her, men som også må være en del av vurderingene når en anbefaler tiltak og utvikler indikatorer. Økt bruk av høstkorn (høyere avling enn vårkorn) kan være et slikt eksempel der risiko for erosjon og tap av næringsstoffer kan øke. Det kan kreve spesielle vurderinger av hvilke arealer som faktisk blir brukt og hvilke miljøtiltak som settes inn. Tiltak for å redusere utslipp av klimagasser kan både tjene andre miljøhensyn (synergier) og komme i konflikt med dem.

Tabell 4.1. Tiltak for å fremme avling per nitrogen- og arealenhet, forebygge tap av nitrogen og karbon i form av klimagasser, samt langvarig bygge inn og immobilisere karbon i jordbruksjord

Tiltak	Prinsipp/virkemåte og reservasjoner
Presisjonsgjødsling og balansert gjødsling	Differensiere tildeling av gjødsel etter veksternes behov og produksjonspotensiale, i tid og rom, og gjennom dette redusere sjansen for N tap og øke mulighetene for å ta ut avlingspotensialet.
Økt utnytting av N i organisk gjødsel og materiale	Hindre N-tap under lagring, spredning og nedbryting i jorda gjennom rett behandling, bruk av best tilgjengelige teknologi og synkronisering av tilgang på N og plantevekst.
Drenering	Sikre gode luftvekslingsforhold i jorda, og rotvekst og næringsopptak som grunnlag for å ta ut veksternes avlingspotensial. Forutsetter dokumentasjon av avling og endring i gjødslingspraksis.
Kalking	Sikre høg nok pH til at næringsstoff blir tilgjengelige og jordstrukturen blir god nok til å utnytte veksternes avlingspotensial.
Økt bruk av vekstskifte	Forebygge sjukdom og bremse nedgang av organisk materiale i jorda for å binde C og realisere veksternes avlingspotensial. Forutsetter at klima passer for alle vekstene i rotasjonen og at det er bruk for de avlingene som produseres.
Mer bruk av høstkorn	Der vinterklima legger til rette for det, bytte ut noe av vårkornet med høstkorn for å kunne ta ut større avlinger. Avlingene i såingsåret kan bli lågere siden en må bruke tidlige sorter eller avslutte forgrøden tidlig. Risiko for avrenning og erosjon.
Målretta vatning og plantevern	Sikre god vanntilgang og forebygge sjukdom og ugraskonkurranse og gjennom det bidra til at avlingspotensialet kan tas ut.
Forebygging av vinterutgang av flerårige vekster	Gjøre driftstekniske tiltak, eksempelvis profilering, som kan forebygge opphoping av vatn og isdekke og videre drive en plantekultur som bidrar til herding og toleranse for vinterstress. Dette for å unngå at avlingene blir låge i etterfølgende vekstsesong på grunn av skadde planter eller at eng eller korn må såes på nytt.
Minke svinn av grovfôr på veien fra jorde til fôropptak	Høste og ta vare på avlinga som faktisk produseres slik at det faktiske utbyttet per arealenhet og gjødselenhet øker.
Bedring av arrondering og jordleieavtaler, stimulere til jordskifte	Lette drift og korte ned kjørevsstander fra fjøs og driftsbygning for å legge bedre til rette for god jordkultur og god utnytting av husdyrgjødsel, samt senke laglighetskostnader slik at operasjoner lettere kan gjøres til rett tid og avlingspotensialet kan tas ut.
Bruk av fangvekster i ettårige kulturer	Utnytte siste del av vekstsesongen til karbonfangst og netto innlagring av C i jorda, samt hindre tap av jord og næringsstoffer. Usikkert potensial under norske forhold. Kan sette ned avlingene av hovedgrøde. Fare for vintertap av N fra overvintrende materiale.

4.2 Indikatorer for tiltaksrapportering

Det er vanskelig å finne gode indikatorer for i hvor stor grad tiltakene i tabell 4.1 og andre tiltak gjøres og om de får den tilsiktede effekten.

Det finnes i dag for eksempel ikke statistikk hvor årlig N-gjødselbruk (innkjøp) er fordelt på kulturer, arealer og bruksenheter. Videre er det heller ikke landsdekkende og god statistikk for hvor mye grovfôr som produseres på dyrka areal og innmarksbeiter. Endringer i nitrogeneffektivitet (nitrogenproduktivitet) og arealproduktivitet er dermed vanskelig å dokumentere, og de fleste av indikatorene vi tentativt foreslår i tabell 4.2, vil være for atferd og ikke for effekter av tiltak. Tabellen er basert på muligheter for dokumentasjon til bruk på nasjonalt nivå. Da det ikke er gjennomført en detaljert gjennomgang av mulighetene og tilgjengelighet av data for statistikker, databaser, salgsstatistikker som er listet som indikatorer for tiltak (i tabell 4.1) er de skissert i egen tabell 4.2. Muligheter for å utvikle bedre og mer dekkende dokumentasjonsrutiner for grovfôravlinger er også diskutert i Bakken og Steinshamn (2022).

Tabell 4.2. Skisse til type indikatorer for tiltak i planteproduksjonen som har som mål å øke nitrogen-arealbrukseffektivitet

Indikator for tiltak i planteproduksjonen	Tiltak
Totalt areal det etter søknad er innvilget tilskudd for der tilskuddsordninger er eller blir etablert	Drenering ¹⁾ . Bruk av fangvekster.
Totalt solgte kvanta av kalk, ulike typer såfrø	Kalking. Bruk av fangvekster. Bruk av høstkorn.
Totalt solgt utstyr og infrastruktur til lagring og spredning av husdyrgjødsel, presisjonsgjødsling, grøfting/drenering	Økt utnytting av N i organisk gjødsel og materiale. Presisjonsgjødsling. Økt utnytting av N i organisk gjødsel og materiale
Nettoavlinger³⁾ av grovfôr i kontrollbesetninger (På grunnlag av Driftgranskingene, Husdyrkontrollen/MIMIRO)	Økte avlinger (økt arealproduktivitet) i grovfôrproduksjonen som følge av mindre svinn og/eller bedre agronomi
Kornavlinger etter oppgjort leveringsstatistikk og arealstatistikk	Økte avlinger (økt arealproduktivitet) i kornproduksjonen som følge av mindre svinn og/eller bedre agronomi
Romlig statistikk for bruksstruktur og leiejordavtaler	Bedring av arrondering og jordleieavtaler, stimulere til jordskifte
Innvilgede søknader om avlingsskadeerstatning (areal, antall produsenter)	Forebygging av vinterutgang av flerårige vekster
Innvilgede søknader om tilskudd til miljøvennlig spredning av husdyrgjødsel²⁾. (Areal, antall søkere)	Økt utnytting av N i organisk gjødsel og materiale.
Næringsbalanser på gårdsnivå Kontrollgårder (DG), Kretsløpstolken, annen sjørrapportering	Presisjonsgjødsling og balansert gjødsling

1) Se også kap 4.3.

2) Se også Rivedal m.fl. (2022)

3) Se Bakken og Steinshamn (2022) for definisjon og beregningsmåte.

Datakilder for tiltaksrapportering som er aktuelle for videre oppfølging, bla til tabell 4.2:

- SSB
- Database over søknader produksjonstilskudd
- Driftsgranskingene – regnskap for kontrollgårder
- Husdyrkontrollen, MIMIRO, se også tabell 5.13
- Klimakalkulatoren, Landbrukets klimaselskap, Landbrukets dataflyt
- Databaser med innvilgete søknader fra RMP, SMIL og søknader investeringstilskudd

Tiltak gjennomføres på gård- og skiftenivå, og med mer omfattende registreringsprogram på gårdsnivå kunne en følge endringer og få bedre dokumentasjon av effekter. For at slik dokumentasjon skal være til nytte for det nasjonale nivået, må det samles data for mange, gjerne flertallet av bruk. Vi har ikke vurdert de enkelte datakildene nærmere i dette prosjektet.

RMP og SMIL søknadsdata dekker noen tema som miljøvennlig spredning av husdyrgjødsel (areal, antall søkere) og tilskudd til bruk av fangvekster. Investeringstilskudd- tak over gjødsellager er nærmere omtalt i Rivedal et al. (2022). Ny drenering av tidligere drenert areal er en egen tilskuddsordning.

4.3 Nitrogeneffektivitet i jordbruksproduksjonen

Mange/de fleste av de faktorer som kan ha betydning for både avlingsnivå og effektivitet lar seg best dokumentere på skifte og gårdsnivå, og det foreligger ikke nasjonal statistikk på disse nivå. Dersom en ønsker forklaringer av utvikling i utslippsregnskapet, endringer i adferd /tiltak og vurdering av andre forhold må det vurderes andre datakilder eller bruk av indikatorer.

Nitrogeneffektiviteten (NE), ofte kalt nitrogenbrukseffektiviteten, i jordbruket kan uttrykkes som mengde produkt produsert per mengde nitrogen investert i produksjonen. Den er altså et mål på produktivitet.

For kornproduksjonen isolert kan det være mengde høsta korn per tilført mengde N gjødsel, og i kjøttproduksjonen kg slaktevekt kjøtt per kg N tilført i fôret.

Telleren i brøken *Produkt/Tilført N* kan også være mengde protein eller humant fordøyelig energi som kommer ut av produksjonen.

Nitrogeneffektiviteten kan beregnes på ulike skala og for ulike delprosesser i produksjonen, og det brukes også andre indekser og kalkulasjonsmåter enn den som vi har forklart over (Doberman, 2005).

I det nasjonale utslippsregnskapet for klimagassutslipp for jordbrukssektoren, vil endringer i NE i planteproduksjonen bare påvirke regnskapstallene dersom eventuelle endringer i NE gir seg utslag i endringer i totalt forbruk av mineralgjødsel.

Om en tar utgangspunkt i en situasjon der NE er lik 1 (Tabell 4.3) ved at en får 100 enheter avling per 100 enheter N, og halverer N-tilførsel og samtidig oppnår halv avling, halveres de bokførte utslippene (Tabell 4.4). NE er derimot lik i de to tilfellene.

En økning i NE fra 1 til 1,5 ved at en hadde fått avlingsmengde 150 på de 100 utgangsenhetene gjødsel, ville ikke gitt utslag i utslippsregnskapet, mens en økning i avling fra 100 til 150 med proporsjonal bruk av gjødsel (konstant NE på 1), ville gitt større bokførte utslipp (Tabell 4.3 og 4.4).

Tabell 4.3. Nitrogenproduktivitet fra jordbruket fra utgangssituasjon på 100 i tilført mineralgjødsel N og 100 i avling

Mengde N tilført	Høsta avling		
	50	100	150
50	1	2	3
100	0,5	1	1,5
150	0,33	0,67	1

Tabell 4.4. Relative endringer i kalkulerte utslipp fra jordbruket etter nasjonalt klimagassregnskap fra en utgangssituasjon med 100 enheter tilført mineralgjødsel N og 100 enheter avling

Mengde N tilført	Høsta avling		
	50	100	150
50	-50%	-50%	-50%
100	-	1	-
150	+50%	+50%	+50%

Så lenge en forutsetter at produsert volum fôr og mat dekker et legitimt behov både når det gjelder type og mengde og at den innenlandske produksjonen ønskes opprettholdt eller økt, er det rimelig at indekser eller indikatorer for produktivitet supplerer det nasjonale utslippsregnskapet.

Det er imidlertid vanskelig å finne de data som trengs for å beregne effektivitet i bruk av innsatsfaktorer. En må ha gode data for forbruksvolum av innsatsfaktor knytta direkte opp mot produksjonsvolum. For grovfôr, som arealmessig er den største planteproduksjonen mangler gode nok

og dekkende data for faktiske avlinger (Bakken og Steinshamn, 2022), og for alle produksjoner gjelder at det ikke finnes statistikk som fordeler gjødselforbruk til kultur på en presis måte.

Selv om en ikke har data for å beregne effektiviteten i planteproduksjonene hver for seg, kan det være mulig å lage en indeks som beskriver den totale nitrogenbrukseffektivitet i nasjonal matproduksjon.

Det finnes god statistikk for de matråvarene som produseres i norsk jordbruk i form av slakt, melk, matkorn, potet, frukt og grønnsaker. Dette kan regnes om til en sum av protein- og energienheter. Bruken av nitrogengjødsel i planteproduksjonen gir grunnlag for mellomproduktet fôr eller sluttproduktet vegetabilsk mat. En trenger ikke vite fordelinga av N på mellomtrinnene for å kunne skalere total innputt mot total produksjon i sluttenden.

Det tilføres også en del nitrogen (i form av protein) til husdyrproduksjonene gjennom importerte kraftfôrråvarer. Nitrogenet fra innenlandskprodusert kraftfôr kommer fra mineralgjødsel og resirkulert nitrogen i systemet via husdyrgjødsel. Det siste er en gang importert til systemet gjennom mineralgjødsel til fôrvekster eller kraftfôr fra utlandet. I tillegg er noe nitrogen kommet inn gjennom biologisk fiksering i symbiosen mellom bakterier og belgvekster. Slik fiksering er mulig å estimere, men om en ser bort fra dette, vil de enkelte leddene i nitrogenbalansen i matproduksjonen grovt se slik ut:

Nitrogentilførsel: Tonn N i totalt forbruk (salg) av mineralgjødsel + tonn N i total import av kraftfôr til husdyr.

Nitrogen uttak: Tonn N i protein i norskproduserte husdyrprodukter + Tonn N i protein i norskproduserte vegetabilske matvarer + N i protein i biprodukter.

Nitrogen tap: Sum av alt tap og svinn fra jorde til råvare for matprodukt.

Nitrogeneffektiviteten kunne da beregnes som: **totalproduksjon av animalsk og vegetabilsk protein i matråvarer / total nitrogentilførsel i mineralgjødsel og importert kraftfôrråvare.**

En kunne også beregne effektiviteten som mengde energi i totalt volum av matråvarer / total nitrogentilførsel i mineralgjødsel og importert kraftfôrråvare.

Bruk av en slik indeks vil ikke gi noen informasjon om hvor i systemet effektiviteten er lav og tapene er store, og vil derfor i liten grad gi grunnlag for målretta tiltak og forbedringer på gårdsnivå. Den vil imidlertid kunne gi grunnlag for å følge med på om bruken av innsatsfaktoren nitrogen i næringa totalt effektiviseres og dermed indirekte om klimagassutslippene per enhet produsert mat går ned eller opp.

Regnestykkene vil kompliseres etter hvert som nitrogen fra biorest fra storsamfunnet i større grad går tilbake til jordbruket. Da kommer nitrogen fra importert mat til den norske befolkningen inn i systemet.

4.4 Dyrking av høstkorn

Endringer i klima er forventet å gi en lenger vekstsesong noe som kan åpne for å øke dyrkingsområde for høstkorn. Areal med høstkorn var i 2019 426 100 daa av et samlet kornareal på 2, 75 mill daa. Dyrking av høstkorn kan gi høyere avling pr arealenhet enn vårkorn. Det kan også spare areal fra oppdyrking (Grønlund & Harstad, 2014) og redusere importbehov for kraftfôrråvarer og eventuelt matkorn.

Høstkorn gir i følge avlingsstatistikken 200 kg høyere avling enn vårkorn eller omlag 20 % høyere avling (SSB, Seehusen & Uhlen 2019). I gode år kan det på enkelte arealer oppnås avlinger av høstkorn opp mot 1000 kg.

<https://www.norsklandbruk.no/aktuelt/nytt-toppar-for-korn-i-2018/>.

Høstkorn – med høyere forventet avling enn vårhvete - krever imidlertid sterkere nitrogen gjødsling, og dette vil gi høyere beregnet lystgassutslipp i klimagassregnskapet (som ikke kobler avling og gjødsling). Til en avling av vårhvete til matkorn på 500 kg anbefales en normgjødsling 12,5 kg kg nitrogen (NIBIO Gjødslingshåndbok), mens det til en avling på 600 kg høstkorn (høsthvete) anbefales 14,5 kg N. Det betyr at for hvert dekar høsthvete ville det være behov for om lag 1,2 daa vårhvete (inkl. gjødsling av dette arealet) for å oppnå samme avling. Dersom en oppnådde 700 kg/daa av høsthvete ville det tilsvarende være behov for 1,4 daa vårhvete.

I tabell 4, 5 er det gitt en oversikt over hvordan ulik gjødsling til høsthvete (pr daa) vil slå ut i klimagassregnskapet og hvordan det påvirker effektivitetsberegning, med CO₂ utslipp pr kg oppnådd avling. Normgjødsling til 600 kg høstkorn vil gi høyere beregnet utslipp fordi det tilføres mer nitrogen, men lavere utslipp pr kg avling sammenlignet med vårhvete. Dersom en oppnår høyere avling av høsthvete- her illustrert ved 750 kg og tilført 17 kg N, vil beregnet utslipp øke mer, mens effektiviteten forbedres. Dersom en derimot gjødsler med 17 kg N/daa, men ikke oppnår forventet avling, eks ved dårlig etablering av høstkorn eller redusert vinteroverlevelse kan en få både høye beregnede utslipp og redusert effektivitet.

Tabell 4.5. Sammenligning N tilført, avling, utslipp og effektivitet for vårhvete og høsthvete

Vekst Avlingsnivå	N, kg tilført/daa	Avling, kg/daa	CO ₂ * ekv av N-tilført	CO ₂ ekv /kg avling
Vårkorn normavling	12,5	500	73,25	0.15
Høsthvete normavling	14,5	600	84,95	0.14
Høsthvete, økt avling	17,0	750	99,6	0,13
Høsthvete, faktisk avling redusert i forhold til forventning	17,0	500	99,6	0.20

*1 kg N tilført tilsvarer tap av lystgass (direkte utslipp, avrenning og indirekte utslipp fra ammoniakk og NO_x), omregnet til 5,86 kg CO₂ ekv. Koeffisienter fra det nasjonale klimagassregnskapet (NIR).

Dersom en ønsker å synliggjøre slike endringer er det mulig å lage detaljerte beregninger der en sammenligner endringer i omfang av areal benyttet til vår - og høstkorn og der også dokumentasjon av avlinger og tilført N gjødsel inngår. En kan også inkludere effekter på spart areal fra oppdyrking og redusert importbehov for kraftfôrvarer og eventuelt matkorn. Det er det generelle prinsippet som omtales her der vekst - avling - og gjødsling må sees i sammenheng og at det må være mulig å synliggjøre og gjøre beregninger av slike endringer. Det er ikke tilgjengelig statistikk for å gjøre slike koblinger nå. Det er arealstatistikk over høstkorn, men ikke over avlinger der høsthvete og vårhvete er angitt sammen.

For dyrking av hvete (høst og vårhvete) er nitrogen gjødsling særlig aktuelt også i forhold til krav om proteininnhold for å oppnå matkornkvalitet. Gjødsling utover opptak i avling øker risiko for lystgassutslipp (som også illustrert i tabell 4.5), men også for økt tap med avrenning. Dersom en hadde dokumentasjon (kobling) mellom oppnådd avling og faktisk tilført N-gjødsling ville kunne dokumentere endringer i nitrogener effektivitet (kapittel 4.6) og om eventuell økt nitrogen gjødsling har resultert i økt avling. For gjødsling er det aktuelt å vurdere både total mengde tilført og praksis med delt gjødsling.

Dersom økt dyrking av høstkorn anbefales som tiltak for økt arealproduktivitet og dyrkingsområdet utvides, så er det også viktig å følge med på andre miljøeffekter og dokumentere disse. Selv om

høstkorn gir høyere avling, så kan det være problemer med etablering i våte høster, og det kan bli økt risiko for avrenning, erosjon og tap av næringsstoffer (Grønsten et al. 2009, Bechmann et al. 2022).

Høstkorn har risiko for å gå ut etter dårlig vinteroverlevelse og dette kan gi behov for å så til med vårkorn neste år. En slik effekt må også dokumenteres i oversikter over nitrogeneffektivitet og produktivitet for høstkorn. Andel høstkorn av total kornproduksjon er aktuelt å følge med på – sammen med avlingsstatistikk fordi det kan være med å forklare eventuelle økninger i nitrogenbruk og dermed endringer i beregnet lystgassutslipp.

4.5 Drenering

Drenering er angitt som et av de prioriterte tiltak i Landbruket klimaplan og omtalt i TBU (2019) som tiltak som kan påvirke forbruk av N-gjødsel og dermed indirekte ha effekt på klimagassregnskapet. Det er denne effekten som er vurdert i denne rapporten. Areal med mangelfull eller dårlig drenering har ikke optimale forhold for plantevekst og utnyttelse av næringsstoffer. Det gir høyere risiko for tap av bl.a. nitrogen med avrenning og som lystgass. Dårlig drenert jord påvirker også risiko for jordpakking som igjen har effekt på produksjonsmuligheter og utnyttelse av næringsstoffer. Etter forbedret drenering er det forventet bedre forhold for plantevekst, redusert risiko for jordpakking og mulighet for avlingsøkning. Økt avling og bedre utnyttelse av nitrogen kan gi redusert risiko for lystgassutslipp.

Dersom man ønsker å beregne effekter av hvordan endret drenering påvirker lystgasstap eller redusert avrenning, så er det behov for å dokumentere effekt på avling men også om gjødslingspraksis er endret. Dette kan avhenge av dreneringsstatus før ny drenering, hvilke vekster som blir dyrket og geografisk region.

Det foreligger ikke dokumentasjon av hvordan gjødslingspraksis har blitt påvirket på arealer som er blitt drenert på nytt. I prosjektet Optikorn er det gjennomført spørreundersøkelser til kornbønder om drenering, avling og kostnader. Hauge et al. (2020) rapporterte fra en spørreundersøkelse i Optikorn hos 47 kornbønder på Østlandet der skiftene deres var karakterisert (av bøndene selv) med dreneringstilstand fra svært dårlig til god. En sammenligning av registrert avling på de samme skifter viste en avlingsøkning på 30 kg/dekar pr år fra skifter bøndene selv karakteriserte som dårlig drenert til skifter som var godt drenert for 7 utvalgte år. På skifter som ble drenert på nytt i denne perioden hos de samme bøndene, ble det rapportert en avlingsøkning på 85 kg/dekar pr år eller 17 %. Det ble imidlertid ikke spurt direkte om hvordan gjødslingspraksis ble endret etter ny drenering.

<https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/handle/11250/2738046>.

I en mer omfattende spørreundersøkelse i Optikorn blant kornbønder i Trøndelag og Østlandet som hadde drenert arealer på nytt i perioden 2013- 2017 ble det i gjennomsnitt funnet over 20 % avlingsøkning, noen skifter opp til 26 % økning (Haukås et al. 2021). Det er spurt om kostnader med drenering for lønnsomhetsberegninger- men det ble ikke spurt om endret gjødsling.

<https://www.nibio.no/nyheter/drenering-gir-bedre-avling-og-reduert-klimagassutslipp?locationfilter=true>

Det kan være tre alternativer etter ny drenering som har ulike effekt på klimagassregnskapet:

Alternativ 1. Det gjødsles **med samme mengde av nitrogen som før drenering**, men fordi avlingen øker gir dette mindre tilførsel av N/kg avling og mindre utslipp/kg avling. Når N- gjødslingen ikke endres, blir beregning av lystgassutslipp i klimagassregnskapet uendret.

Alternativ 2. Det vurderes at forbedret drenering gir mer optimale vekstvilkår og at en **redusert N-gjødsling** - kan gi samme avling som før drenering. Det tilføres mindre N /kg produsert avling - men opprettholder samme avlingsnivå som før drenering. Et redusert forbruk av N- gjødsel vil føre til reduserte lystgassutslipp i klimagassregnskapet.

Alternativ 3. Det vurderes at forbedret drenering gir grunnlag gode vekstvilkår og en forventer økte avlinger- og **øker N- gjødsling** i forhold til da arealet var dårlig drenert. Det gjødsles til en forventet høyere avling og i klimagassregnskapet vil økt N-gjødsling gi økte utslipp av lystgass. En økning i N-gjødsling som samtidig fører til høyere avling kan gi samme nitrogeneffektivitet som før drenering, men beregnet lystgassutslipp i klimagassregnskapet øker. En økning i nitrogengjødsling kan også gi større risiko for tap av nitrogen med avrenning- så i de totale vurderinger må tap både til luft og vannmiljø inkluderes.

Mulig dokumentasjon og bruk av indikator: Det er en egen tilskuddsordning for ny drenering av mineraljord som har vært drenert tidligere og data fra innvilgete søknader kan være en mulig dokumentasjon for endret adferd med økt dreneringsaktivitet. Det registreres antall søkere (gårds, kommune og nasjonalt nivå), utbetalte beløp, areal som er søkt drenert. Søknadsdata (årlig drenert areal og totalt drenert areal) kan brukes til å følge utvikling i omfang av ny drenering, i ulike produksjoner og regioner samt effekt av endring i bruk av virkemidler.

Disse søknadsdata er ikke koblet til opplysninger om avlingsnivå og endret gjødsling etter drenering. Dersom en hadde registreringer på gårdsnivå eller skiftenivå - eks fra gjødselplanlegging - ville en kunne gjøre slike beregninger. En antagelse er at det ved dårlig drenert jord er reduserte forventninger til høy avling og gjødslingen er tilpasset dette. Etter ny drenering kan forventning om en høyere avling resultere i gjødselplan med høyere N-gjødsling. Et annet alternativ er at en kan opprettholde tidligere avlingsnivå ved lavere N-gjødsling pga. bedre vekstbetingelser. Et slikt alternativ ville direkte påvirke gjødselforbruk og klimagassregnskapet. Dette mangler det dokumentasjon av.

Det er mulig å kartfeste areal som har fått tilskudd til drenering, men p.t foreligger det ikke statistikk som kobler drenert areal til jordtyper, dreneringsgrad og dreneringstilstand. Årlig og totalareal som dreneres kan brukes som indikator for aktivitet/adferd som har betydning for arealproduktivitet /effektivitet. Det er indikator for indirekte effekt som påvirker produksjonsmuligheter - avlingsnivå og dermed utnyttelse av tilført N-gjødsel - som inngår i utslippsregnskapet.

Den direkte effekten av drenering på lystgasstap er ikke vurdert i denne utredningen. Det er gjort ulike beregninger ved valg av scenarier til tiltaksanalyser som f.eks Bardalen et al. (2018), Hauge et al. (2021). Det er begrenset datagrunnlag fra forskning med feltforsøk i Norge på effekt av drenering på lystgasstap og store variasjoner fra feltmålinger (Hansen et al.2014, Hansen, m.fl. in prep, Tesfai et al. 2015, Tesfai 2016). Det mangler helårsmålinger fra mineraljord med ulik dreneringstilstand. Det er bare de indirekte effekter på nitrogeneffektivitet som er vurdert i denne rapporten og det er også den effekten som har påvirkning på utslippsregnskapet.

5 Husdyrproduksjon, fôrkvalitet

Dette kapitlet omhandler en vurdering av tilgang på aktivitetsdata for å følge utviklingen i grovfôrkvalitet (gras og kløver) i drøvtyggerproduksjonene over år, ettersom dette har betydning for omfang av utslipp av enterisk metan fra vom.

5.1 Grovforanalyser - laboratorieanalyser

Rapporten fra Teknisk beregningsutvalg jordbruk (TBU jordbruk, 2019) anbefalte å se på muligheter for å forbedre tilgangen på aktivitetsdata for bedre å fange opp endringer i utslipp av enterisk metan (CH₄) fra melkeku. Enterisk CH₄ er et restprodukt fra vomfordøyelsen av grovfôr i vomma hos drøvtyggere. Grovfôrkvalitet, dvs. fordøyeligheten av organisk stoff og fiberinnhold i grovfôret, er de enkeltfaktorene som har størst betydning for mengde CH₄ produsert. Høstetidspunkt av gras har nær sammenheng med fordøyeligheten av grovfôret.

I TBU-rapportens tabell 18 er det oversikt over en rekke tiltak. «Økt grovfôrkvalitet melkeku» er ført opp som et aktuelt klimatiltak som pr. nå ikke fanges opp i det nasjonale utslippsregnskapet, merket med rød kategori. Regnskapsgruppa har ønsket å prioritere utredninger merket «rødt» i denne tabellen. Dette er bakgrunnen for arbeidet beskrevet i dette kapitlet, som ble presentert og godkjent i Regnskapsgruppa. Denne delen av prosjektet inkluderte ikke en gjennomgang av alle aktuelle tiltak i husdyrproduksjonen, med kobling mot det nasjonale utslippsregnskapet. Eksempler på slike tiltak er imidlertid godt beskrevet for svineproduksjon i Kapittel 6 i denne rapporten.

Prøver av grovfôr for analysering av fôrverdi sendes årlig fra husdyrprodusenter over hele landet på frivillig basis. Slike analysedata kan derfor ha et betydelig potensial for å dokumentere gjeldende grovfôrkvalitet i storfeproduksjonen og å følge utviklingen i grovfôrkvalitet både tilbake og framover i tid.

Eurofins Agro Testing Norway AS (Kambo, Moss) har lang erfaring med analyser for norsk jordbruk og har vært enerådende i Norge fram til 2018 for analyser av grovfôrkvalitet. Ofotlab, en mindre analyselab i Nord-Norge (etabl. 2017), utfører tilsvarende analyser, men som en ny lab med lite tilgjengelige data (i hovedsak data fra 2020) er Ofotlab ikke inkludert i dette prosjektet. Felleskjøpet Rogaland og Agder (FKRA) har også en analyselab som foretar grovfôranalyser, men er heller ikke inkludert her. Å inkludere disse to mindre lab'ene ville krevd økt ressursbruk både med hensyn på innhenting, redigering og analyser av data, og ble vurdert å gi forholdsmessig lite informasjon.

TINE lagrer og benytter grovforanalyser i fôringsrådgiving til sine medlemmer. Bortsett fra dette benyttes ikke datagrunnlaget systematisk til andre formål. NorFor/TINE sin database (FAS) lagrer ikke alle analyseresultater av grovfôrprøver, kun for medlemmer i Kukontrollen. Det var derfor behov for en grundigere gjennomgang av data fra alle grovfôranalyser lagret hos Eurofins. Dette for å avklare både omfang av og struktur på tilgjengelige data, og om dataene kan benyttes som en indikator for å følge opp utviklingen i grovfôrkvalitet i henhold til målet i Landbrukets Klimaplan. Det var også av interesse å undersøke om slike data på sikt kan ha potensial for å videreutvikle/forbedre nasjonal rapportering av utslipp fra melkekyr. En avtale med Eurofins for tilgang på data ble signert 26.10.21, med påfølgende utlevering av tilgjengelige data fra Eurofins datalagringssystemer. Avtalen sikrer full konfidensialitet og taushetsplikt for bruk av dataene.

5.1.1 Tilgjengelighet og omfang av data

Eurofins skiftet datalagringsystem i 2016. Mens dataene fra nåværende system var enkle å hente ut, var det noe mer komplisert å få tak i eldre data før 2016. Ettersom metodikk for lab- analyser er i kontinuerlig utvikling som følge av ny teknologi er det neppe mulig å benytte data helt tilbake til 1990, selv om de skulle være tilgjengelige. Foreløpig informasjon fra Eurofins tyder på at det ikke er mulig å hente ut data fra før 2008, da «Analycen» ble en del av Eurofins. I dette arbeidet er det benyttet data fra Eurofins Agro f.o.m. 2012 t.om. 2020. Ofotlab har «overtatt» et ukjent antall grovfôrprøver fra 2019, i hovedsak fra de nordligste fylkene. Resultater som påvirkes av dette er derfor ikke med for 2019-2020 i denne rapporten. Det er grunnlag for å anta at total analysemengde er relativt konstant, eller noe nedadgående i takt med reduksjon i antall gårdsbruk i perioden.

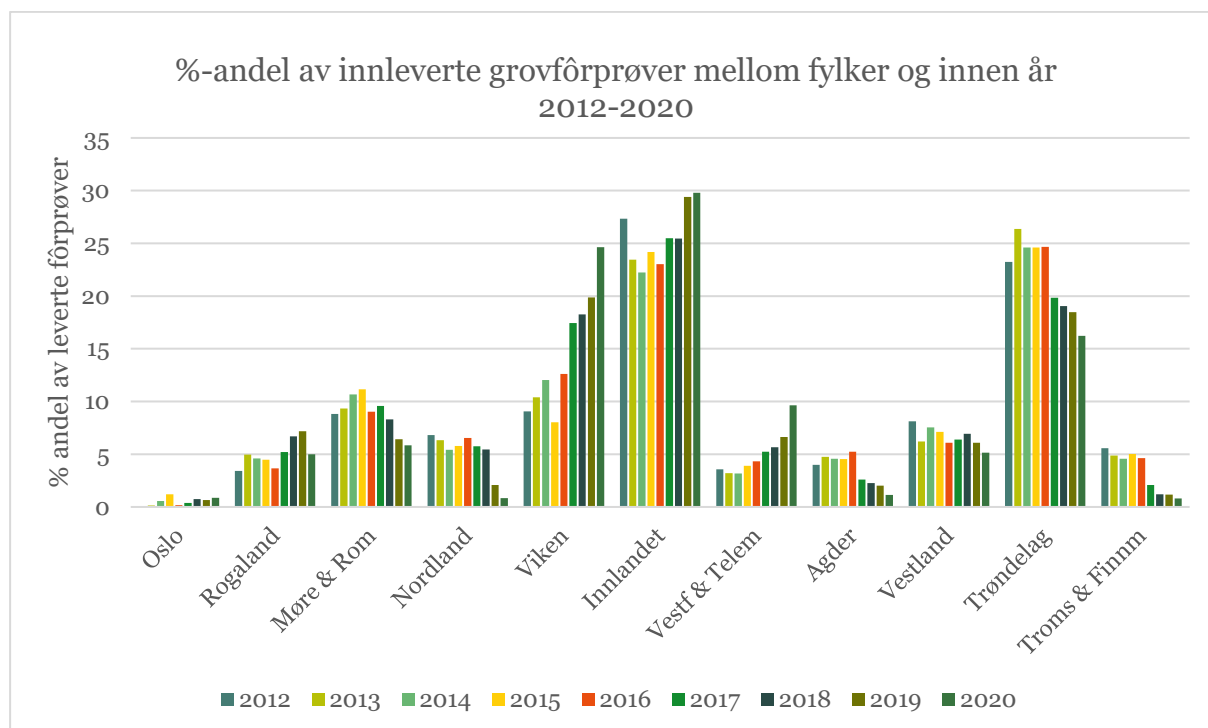
Tilgjengelig datamateriale omfattet i alt ca. 82 000 grovfôranalyser, hvorav 94 % inneholdt tilstrekkelig informasjon om både lokalitet og analyseresultater nødvendig for dette arbeidet (Tabell 5.1). Nedgang i antall prøver i 2019-2020 kan skyldes både en betydelig nedgang (12 %) i ant. melkeprodusenter fra 2017 til 2020, og et ukjent antall prøver sendt til Ofotlab.

Tabell 5.1. Antall analyseprøver med god informasjon om næringsinnhold i grovfôrprøvene i % av alle data for årene 2012-2020

År	Ant. analyseprøver m/god info	% andel av rådata
2012	7 500	95
2013	8 500	94
2014	10 000	96
2015	9 500	96
2016	9 000	88
2017	9 000	96
2018	9 000	93
2019	7 500	88
2020	7 000	97
SUM	77 000	94

5.1.2 Geografisk fordeling av innsendte grovfôrprøver

Resultatene (Figur 5.1) viser at det er klar sammenheng mellom antall innsendte grovfôrprøver og geografiske områder med høy husdyrtetthet av drøvtyggere. Innlandet, Trøndelag og Viken skiller seg ut med størst andel av innsendte prøver, fulgt av Møre & Romsdal. De øvrige fylkene utgjorde hver ca. 5 % av innsendte prøver over år. Andel grovfôrprøver fra Rogaland er høyst trolig undervurdert her, ettersom analyselaben til FKRA nok mottar en del prøver fra denne regionen. Utviklingen over år viser en klar økning i noen fylker, og en like klar nedgang i antall innsendte prøver i andre fylker.



Figur 5.1. Andel (%) av innsendte grovfôrprøver fra fylkene per år i perioden 2012 – 2020.

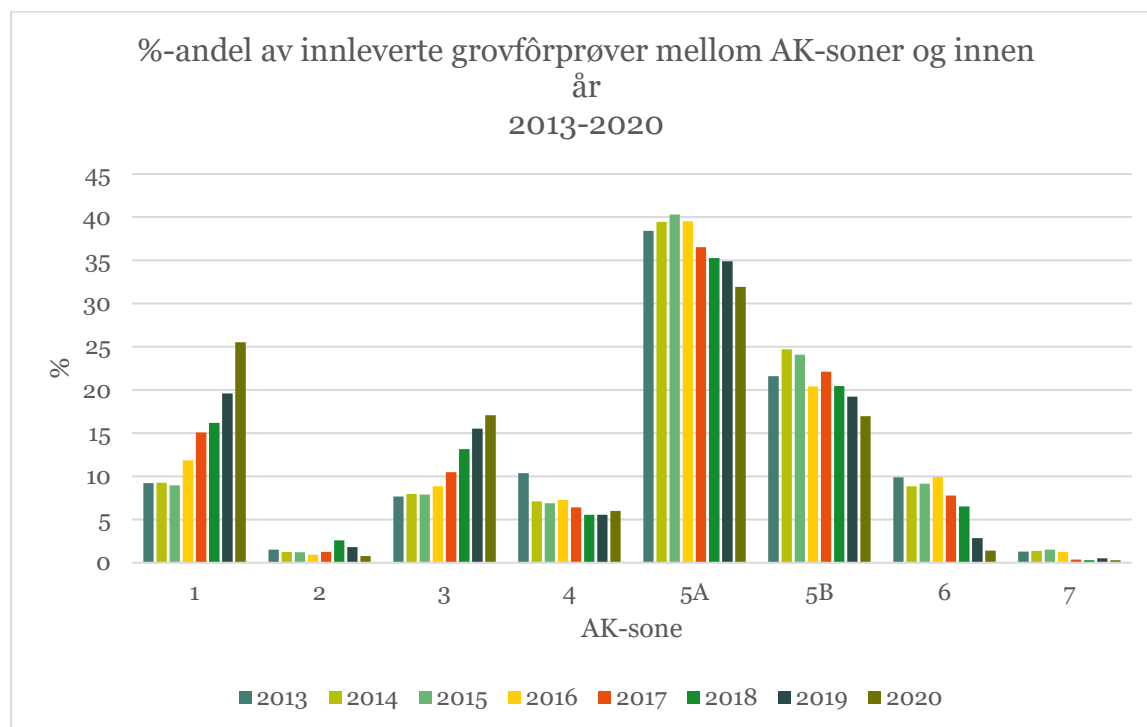
Beregnet fordeling av innsendte grovfôrprøver fordelt på kommuner viser det samme bildet som for fylker (Tabell 5.2). Av 366 kommuner i datamaterialet i perioden 2012-2020 ble det sendt inn prøver fra ca. 80 %. I Viken, Innlandet, Vestfold & Telemark og Trøndelag ble prøver sendt fra nesten alle kommuner, fulgt av kommunene i Rogaland og Agder.

Tabell 5.2. Andel av kommunene som sendte inn grovfôrprøver i % av totalt antall kommuner i datamaterialet i perioden 2012-2020

Fylkesnr	Antall kommuner i datamaterialet	Gj.snitt 2012-2020	
		% andel kommuner m/fôrprøver	
3	Oslo	1	
11	Rogaland	23	86
15	Møre & Romsdal	36	56
18	Nordland	41	66
30	Viken	51	90
34	Innlandet	46	99
38	Vestfold & Telemark	23	94
42	Agder	25	84
46	Vestland	43	77
50	Trøndelag	38	97
54	Troms & Finnmark	39	54

Andelen grovfôrprøver fordelt på soner for arealtilskudd (Figur 5.2) viser en klar økning for AK-soner 1 og 3, og en nedadgående trend for de øvrige AK-sonene i perioden 2013-2020. Utviklingen stemmer

godt overens med trendene i Figur 5.1, ettersom Viken, Innlandet og Vestfold & Telemark er dominerende fylker i disse to sonene.



Figur 5.2. Andel (%) av innsendte grovfôrprøver fra AK-sonene per år i perioden 2012 – 2020.

5.1.3 Hvilke produsenter sender grovfôrprøver til analyse?

For å undersøke nærmere hvilke produsenter/produksjoner som sender inn grovfôrprøver til analyse ble det benyttet data fra det offentlige registeret for søknad om produksjonstilskudd (PT-data) for årene 2017-2020. Det ble vurdert at dette var tilstrekkelig for å få nødvendig informasjon, ettersom PT-data fra tidligere år er mer tidkrevende å få tilgang til. Fra PT-data registeret ble org.nr. for alle produsenter med melkekyr, ammekyr, sau, geit og hest, samt grovfôrdyrking (fulldyrket eng), hentet ut for årene 2017-2020 og koblet sammen med dataene fra Eurofins. Kategoriseringen som vist i tabell 5.3 ble utført i statistikkpakken SAS gjennom gjentatte analyser ved å kun inkludere ønsket produksjon(er) og slette øvrige fra analysen.

Tabell 5.3 viser hvordan andeler av leverte grovfôrprøver fordeler seg på de ulike produksjonene for årene 2017 og 2018. Ettersom data fra både FKRA og Ofotlab mangler, blir tallene fra 2019-2020 (i denne sammenhengen) ikke representative og derfor utelatt i Tabell 5.3 og Tabell 5.4. Det er imidlertid ikke grunn til å tro at %-fordelingen endres vesentlig dersom data fra disse to mindre labene var inkludert i tillegg.

Tabell 5.3. Andel av leverte grovfôrprøver (%) levert til analyse i årene 2017-2018, fordelt på ulike næringer med grovfôrproduksjon

År	Antall fôr- prøver	Ant. unike org.nr.	Melk	Fulldyrket eng	Hest og eng	Ammeku og eng	Sau og eng	Geit og eng	Øvrige og eng	SUM
2017	8 900	3 100	70,6	11,9	4,3	3,7	3,6	1,3	4,6	100,0
2018	9 200	3 169	66,5	12,8	4,6	5,4	4,7	0,9	5,1	100,0

Tabellen viser at det i hovedsak er melkeprodusenter som sender inn grovfôrprøver til analyse. Disse utgjorde ca. 70 % av alle prøver i 2017 og 2018. Produsenter som kun produserte grovfôr for salg var nest største næring (ca. 13 %), og tallene her (og også for 2019-2020) viser tendens til at andelen er økende. De som også hadde hest i tillegg, utgjorde en liten andel av produsentene. Gårdbrukere med kun ammeku, sau eller geit i tillegg til fulldyrket eng utgjorde også en liten andel. Noen produsenter med småfe hadde sendt inn grovfôrprøver fra andre typer arealer (overflatedyrket/høstbart etc.).

Tabell 5.4. Andel melkeprodusenter (%) som sendte inn grovfôrprøver i 2017-2018 av totalt antall registrert i PT-registeret, og fordeling (%) av ant. prøver innsendt per produsent

MELKEPRODUSENTER									
ÅR	Ant. i PT-registeret	Leverte fôrprøver	Leverte fôrprøver (%)	Leverte fôrprøver (ant.)					
				1-2	3-4	5-10	10-20	20-30	>30
				Fordeling melkeprodusenter (%)					
2017	8193	2188	27	60,0	24,7	12,5	1,8	0,2	
2018	7927	2108	27	56,0	28,5	13,7	1,5	0,2	0,1
2019		Usikkert tallgrunnlag		52,0	31,0	13,8	3,0	0,2	0,3
2020		Usikkert tallgrunnlag		51,0	27,5	17,5	2,8	0,5	0,5

Det var ikke overraskende at landets melkeprodusenter utpekte seg som hyppigste brukere av tilbud om grovfôranalyser. Tabell 5.4 illustrerer at 27 % av disse sendte inn grovfôrprøver i årene 2017-2018. Tabell 5.4 viser at de fleste (60 %) sendte inn 1-2 prøver, men en stor andel (ca. 40 %) sendte opptil 10 prøver til analyse i løpet av året. Tallene viser også en tydelig tendens til at andelen melkebønder som sender inn flere enn 1-2 prøver til analyse er økende, noe som også bekreftes for 2019-2020, selv om tallene her ikke omfatter prøver sendt til Ofotlab eller FKRA. Basert på en spørreundersøkelse utført av Agri Analyse blant norske melkeprodusenter i 2017 (Thuen & Tufte, 2017), anslo forfatterne at ca. 40 % av melkeprodusentene sendte inn grovfôrprøver til analyse. Det ble påpekt at denne andelen kunne være overestimert, ettersom det ofte er de mest ivrige produsentene som svarer på spørreundersøkelser. Ettersom dataene her ikke inkluderer data fra FKRA eller Ofotlab, er resultatet her i relativt god overensstemmelse med anslaget i rapporten fra Agri Analyse.

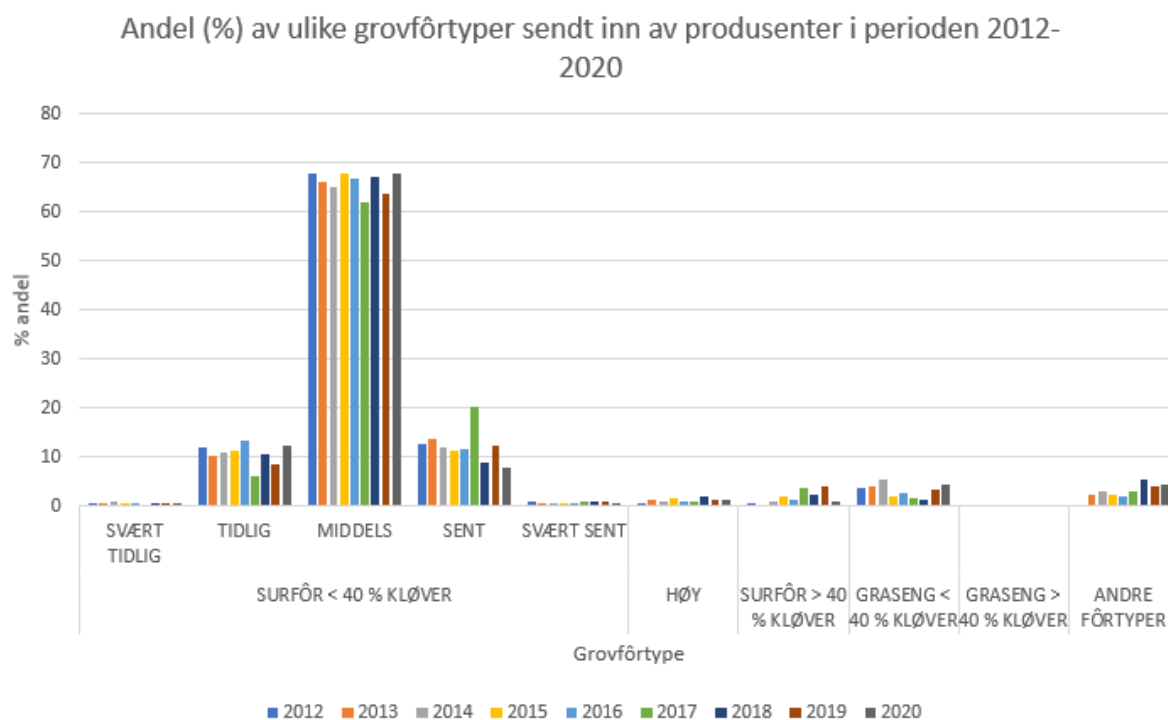
Norsk ammekuproduksjon har økt betydelig det siste tiåret, og står nå for ca. 35 % av norsk storfekjøttproduksjon. I motsetning til melkekyr har ammekyr ikke behov for svært god grovfôr kvalitet. Slik fôring fører til overfeite kyr, som igjen kan forårsake både dårlig fruktbarhet, kalvingsvansker og dødfødsler. Imidlertid har ungdyr som føses opp til livdyr eller slakt høye fôrkrav også i denne produksjonen. Grovfôr av god kvalitet til disse dyregruppene er derfor viktig for å optimalisere produksjonen. Imidlertid viser gjennomgangen her at av ca. 5 400 ammekuprodusenter registrert i PT-registeret (2017-2018), var det bare 2-3 % som hadde levert grovfôrprøver til analyse.

5.1.4 Grovfôrtyper og høstetidspunkt for innsendte grovfôrprøver til analyse

Bestillingsskjemaet til Eurofins Agri for innsending av grovfôrprøver inneholder ulike «fôrkoder» som kobler sammen type grovfôr og høstetidspunkt (Vedlegg nr 2) <https://cdnmedia.eurofins.com/european-east/media/2861339/bestill-droev.pdf>. Det foreligger f.eks. to kategorier fôrkoder for surfôr av graseng avhengig av % innhold av kløver (mer enn/mindre enn 40 %). Innenfor hver av disse to er det koder knyttet til fem ulike høstetidspunkt slik dette vurderes av den enkelte bonde (Svært tidlig, Tidlig, Middels, Sent og Svært sent høstet). Denne kategoriseringen av høstetidspunkt er dermed ikke knyttet til konkrete datoer, men i forhold til klimatiske forhold på lokaliteten innen hvert enkelt år, og dermed

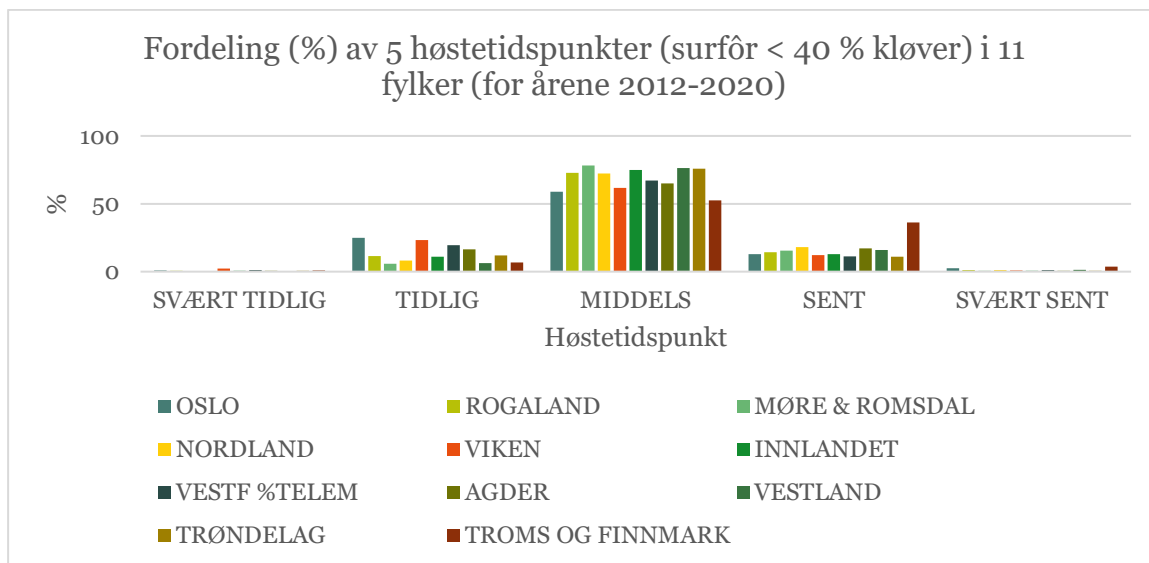
utviklingsstadium på grasset ved høsting. Skjemaet inneholder tilsvarende fôrkoder og høstetidspunkt for gras av graseng, høy, helsæd, maisensilasje, fôrblending, halm og annet fôr (bl.a. mask).

Basert på datamaterialet viser figur 5.3 at grovfôrtype «Surfôr av graseng med < 40 % kløver- middels høstetidspunkt» nærmest er enerådende blant fôrprøvene innsendt i perioden 2012 -2020.



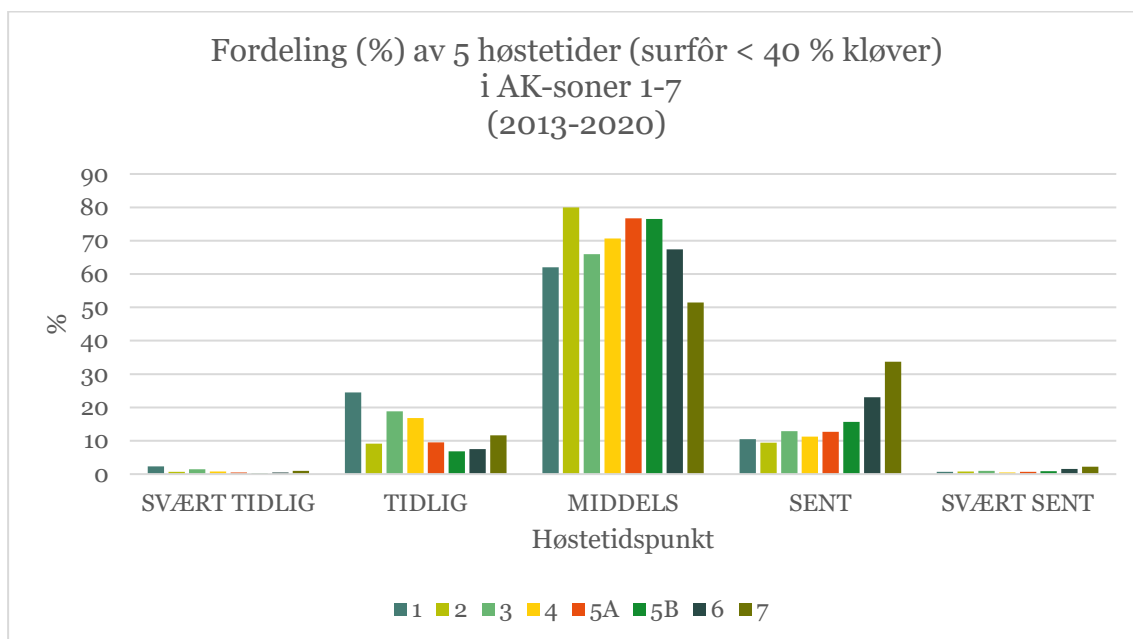
Figur 5.3. Andel (%) av ulike grovfôrtyper som ble sendt til analyse i årene 2012-2020.

Ettersom grovfôrtype «Surfôr av graseng med < 40 % kløver» var dominerende i innsendte grovfôrprøver, ble kun denne med i videre vurderinger. I Figur 4 er variasjonen i høstetidspunkt mellom fylker illustrert for denne grovfôrtypen. Viken, Vestfold & Telemark og Agder skiller seg ut med størst andel «tidlig» høsta prøver, sammen med (de få i antall) prøvene fra Oslo. Tilsvarende er det Møre og Romsdal, Innlandet, Vestland og Trøndelag som har størst andel «middels» høstetid. Ikke overraskende er det Troms & Finnmark som har lavest andel «middels» høstetid og klart størst andel «sent» høstetid.



Figur 5.4. Variasjon mellom de 11 fylkene (%) i høstetidspunkt for grovfôrtype «Surfôr av graseng med < 40 % kløver» som ble sendt til analyse i årene 2012-2020.

I Figur 5.5 er tilsvarende fordeling av høstetidspunkt vist for de åtte AK-sonene. Fordelingen viser i hovedsak det samme mønsteret som for fylkene. Geografiske områder med de klimamessig mest gunstige produksjonsforholdene har størst andel tidlig høstetidspunkt, bortsett fra AK-sone 2, der nærmer 80 % av prøvene er karakterisert som «middels» høstetid.



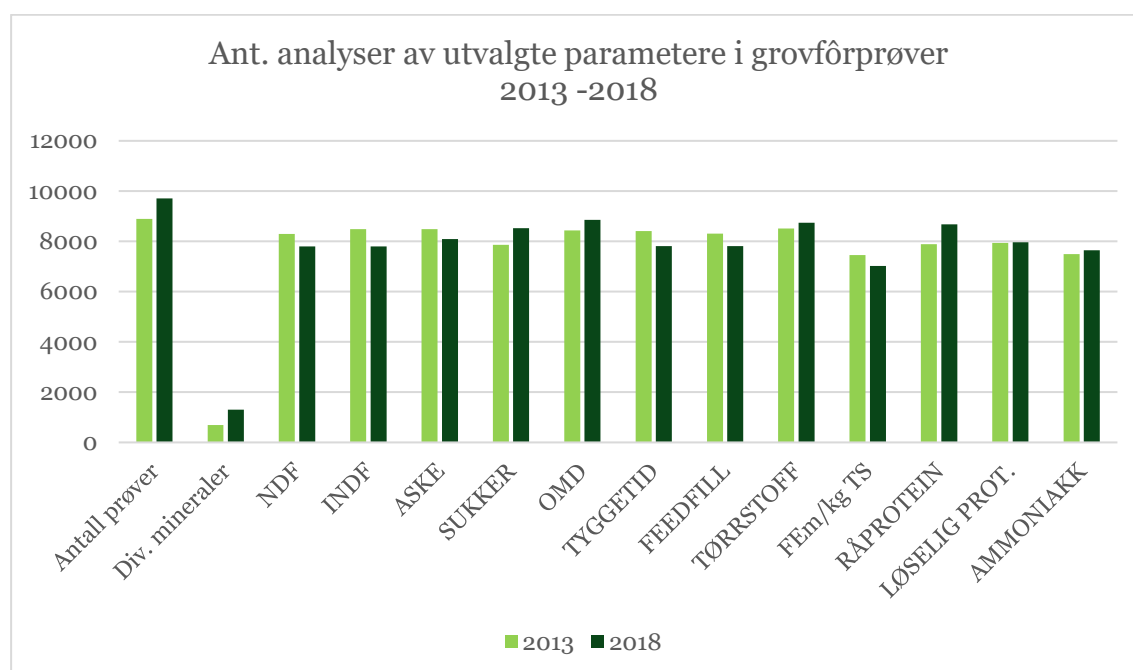
Figur 5.5. Variasjon mellom de 8 AK-sonene (%) i høstetidspunkt for grovfôrtype «Surfôr av graseng med < 40 % kløver» som ble sendt til analyse i årene 2012-2020.

5.1.5 Analyser av næringsinnhold i grovfôrprøver

Tabell 5.5. Analyser av næringsinnhold med tilhørende enheter i grovfôrprøver analysert i perioden 2012-2020

Næringsinnhold	Enhet	Næringsinnhold	Enhet
TS (ts)	%	Melkesyre	g/kg TS
OMD	%	Eddiksyre	g/kg TS
Kg fôr pr. FEm	Kg fôr/FEm	Sukker	g/kg TS
Fôrenhet	FEm/kg TS	Ammonium-N	g/kg N
AAT	g/kg TS	pH	
PBV	g/kg TS	AAT20	g/kg TS
Opptaksindeks	% av normal	Tyggetid	Min/kg TS
Aske	g/kg ts	Fylleverdi	FV/kg TS
Protein	g/kg TS	NEL20	MJ/kg TS
Løselig protein	g/kg protein	PBV20	g/kg TS
NDF	g/kg TS	Mineraler	g og mg/kg TS
INDF	g/kg NDF		

Grovfôranalysene tallfester en hel rekke egenskaper ved fôret. Ved Eurofins Agri finnes pr. nå ulike «analysepakker» å velge mellom, «Basis, Standard og Proff», med ulik analysekostnad. «Standard» inneholder i tillegg analyser av 12 mineraler, mens «Proff» i tillegg til mineraler også analyserer for fire mikromineraler. I datamaterialet her (2012-2020) var «Basis» dominerende, mens ca. 13 % av prøvene var «Standard». «Proff» analyser var kun sporadisk valgt. Produsentenes praksis når det gjelder valg av «analysepakke» har vært uendret i løpet av de årene datamaterialet omfatter (Figur 5.6).



Figur 5.6. Antall analyser av utvalgte parametere i innsendte grovfôrprøver i 2013 og 2018.

Det er vanlig at analyselaboratorier over år endrer analysemetoder som følge av ny teknologi og/eller tilbudet av analyser som tilbys. Det har også vært tilfelle i perioden 2012-2020 som omfatter dataene i denne rapporten. Pr. i dag er derfor tilbudet av analyser, slik det tilbys på Eurofins' nettsider, noe avvikende fra det som er presentert i Tabell 5.2. Alle relevante parametere av næringsstoffer er likevel

med her. En sjekk av analysetilbudet til Ofotlab (<https://ofotlab.no/tjenester/ruminants.html>) tyder på tilsvarende analysetilbud på grovfôranalyser som hos Eurofins.

5.1.6 Analyser av datamaterialet

a) Årsvariasjon i grovfôr kvalitet nasjonalt og regionalt

Nasjonalt

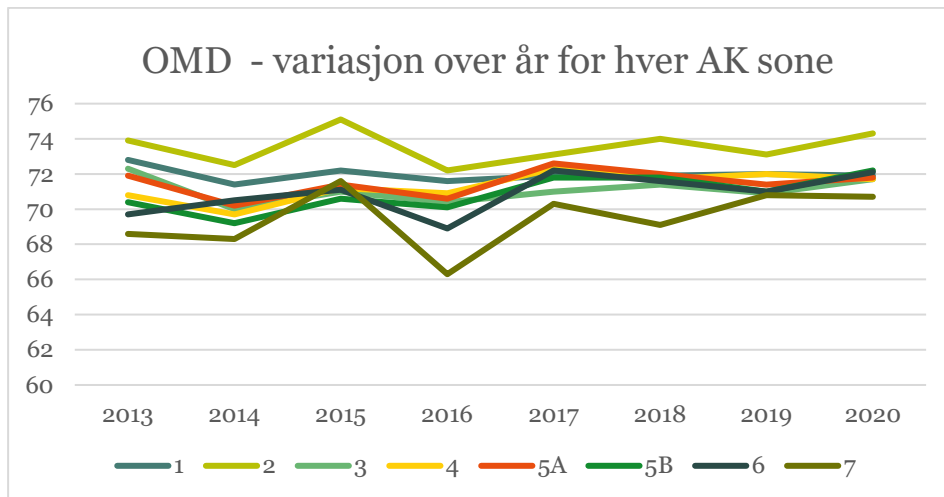
Fordøyeligheten av organisk stoff (OMD) og fiberinnhold i grovfôret (NDF, INDF) er de enkeltfaktorene som har størst betydning for mengde CH₄ produsert i vomma hos drøvtyggere. Innholdet av nettoenergi i fôret (FEm) har nær sammenheng med OMD (se også Tabell 5.9). Variasjonen i disse kvalitetsegenskapene for hele landet i perioden 2013-2020 er vist i Tabell 5.6. Høsting av gras vil stort sett følge de samme arbeidsrutinene fra år til år uavhengig av hvor man er i landet, men selve tidspunktet for høsting er avhengig av de lokale klimatiske forholdene (nedbør og temperatur) fra år til år. For å få et godt bilde av grovfôr kvaliteten på nasjonalt nivå vil derfor et fast gjennomsnittstall for hele landet som ikke tar hensyn til årsvariasjon ha begrenset verdi. Betydningen av å benytte regional informasjon er særlig viktig for Norge som har så stor variasjon i produksjonsforhold.

Tabell 5.6. Årsvariasjon (gj.snitt) i fordøyelighet av organisk stoff (OMD), fiberinnhold (NDF), ufordøyelig fiber (INDF) og nettoenergi (FEm) i grovfôrprøver for hele landet (2013-2020)

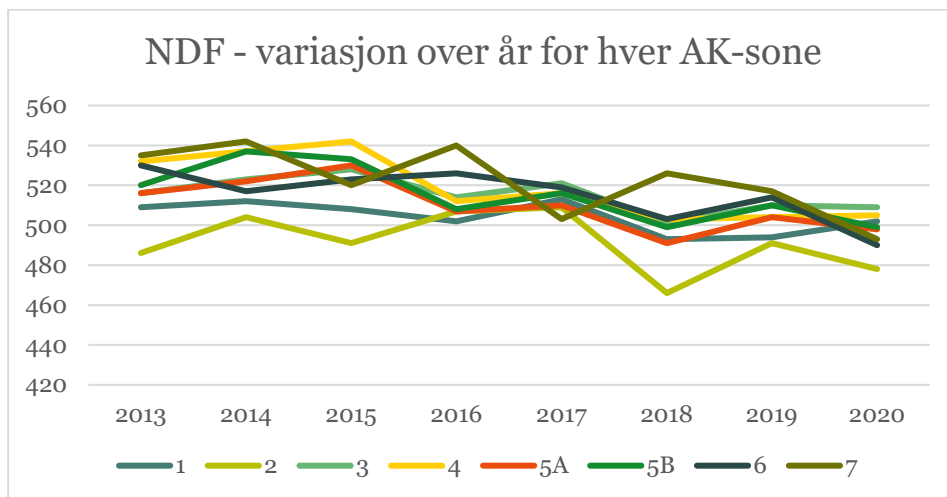
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
OMD (%)	71,4	70,0	71,3	70,3	71,9	72,0	71,4	72,1
NDF (g/kg TS)	518	525	528	509	515	493	504	498
INDF (g/kg NDF)	156	180	182	197	174	185	187	183
FEm/kg ts	0,84	0,82	0,84	0,82	0,84	0,84	0,83	0,84

Regionalt

For å se på variasjon i næringsinnhold over år på regional basis er det valgt å se på fôrdata over år i sonene for produksjonstilskudd (AK-soner) framfor fylker. Dette fordi fylkene (bortsett fra noen få) ikke gjenspeiler forskjeller i klimatiske og driftsmessige forhold slik som AK-sonene. Det gjør det også mulig å sammenlikne forskjeller i grovfôr kvalitet mellom sonene. I sammenstillingen her er det valgt å bruke grovfôrprøver fra «Middels» høstetidspunkt (forkode 60462). Her er alle sonene representert med et tilstrekkelig antall grovfôrprøver (Fig. 5.5) som er nødvendig for å få en best mulig sammenlikning.



Figur 5.7. Årsvariasjon i fordøyelighet i organisk stoff av grovfôr (OMD) innen og mellom AK-soner i årene 2013-2020.



Figur 5.8. Årsvariasjon i fiberinnhold (NDF) i grovfôret innen og mellom AK-soner i årene 2013-2020.

Figurene 5.7 og 5.8 illustrerer årsvariasjonen i næringsinnhold i grovfôret for to av de samme egenskapene (OMD og NDF) i de ulike AK-sonene. Figurer av årsvariasjon for innhold av hhv. INDF og FEm/kg ts finnes i Vedlegg 1. Variasjonen mellom år er åpenbar, men det er klare forskjeller mellom sonene. Sone 2 (en del kommuner i Rogaland), og sone 7 (kun kommuner i Finnmark) har betydelig variasjon i fordøyelighet av organisk stoff (OMD) og fiber (NDF) mellom år, fulgt av sone 6 (hele Nordland og noen kommuner i Troms). I de øvrige sonene ser produksjonsforholdene for grovfôrdyrking ut til å være langt mer stabile over år. Kurvene illustrerer også forskjeller i grovfôr kvalitet mellom AK-soner, der sone 2 og sone 7 skiller seg ut som ytterpunkter over år.

b) Høstetidspunkt (forkode, slått nr) registrert av produsentene ved innsendte grovfôrprøver

Har registreringene av høstetidspunkt, utført av bonden selv, en reell verdi ved fastsettelse av grovfôr kvalitet?

Tabell 5.7. Utvikling i gjennomsnittlig næringsinnhold i «Surfor < 40 % kløver» for hele landet ved fem ulike høstetider, slik de ble definert av produsentene bak innsendte grovfôrprøver 2012-2020

HØSTETID	SVÆRT TIDLIG	TIDLIG	MIDDELS	SENT	SVÆRT SENT
Fôrkode	60460	60461	60462	60463	60464
Ant. analyser	490	7 600	46 700	9 000	600
TS -Tørrstoff (ts i %)	37	35	33	34	37
OMD (% av ts)	74,8	73,5	71,2	69,2	67,3
NDF (g/kg ts)	479	494	515	528	529
INDF (g/kg NDF)	142	156	178	196	217
Sukker (g/kg ts)	58	53	49	51	61
FEm/kg ts	0,88	0,87	0,84	0,81	0,78
Aske (g/kg ts)	77,2	74,2	69,1	65,0	63,4
Tyggetid (min/kg ts)	66,6	69,4	73,6	76,3	77,4
Fylleverdi lakt./kg ts	0,49	0,50	0,52	0,54	0,54
Opptaksindeks (%)	96,7	95,7	94,1	92,6	91,0
Protein (g/kg ts)	161	157	150	140	128
Løselig prot. (g/kg protein)	574	593	584	570	541
AAT (g/kg ts)	75	74	74	73	73
PBV (g/kg ts)	34	31	23	12	-0,34
NH3N (g/kg N)	68,7	74,8	77,1	76,8	75,1

Som omtalt i kap. 5.1.5 registreres det koder knyttet til fem ulike høstetidspunkt (Svært tidlig, Tidlig, Middels, Sent og Svært sent høstet) når grovfôrprøver sendes inn til analyse. Dette er en vurdering som gjøres av den enkelte bonde. Utviklingen i analysert næringsinnhold for «Surfor < 40 % kløver» basert på denne egenvurderingen av høstetidspunkt er vist i Tabell 5.7. Antall analyser av svært tidlig/svært sein høsting var få i forhold til de tre vanligste kategoriene. For de fleste analyseparameterne ser man likevel en tydelig endring i redusert grovfôr kvalitet ved å gå fra svært tidlig høsta til svært seint høsta grovfôr. Endringene var som forventet for disse. Tallene tyder på at produsentenes kategorisering av egne grovfôrprøver for høstetid på egen gård samsvarer nokså bra med analysert grovfôr kvalitet.

Produsentenes registrering av «slått nr» tilhørende grovfôrprøvene (Tabell 5.8) samsvarer ikke like godt som deres vurdering av høstetidspunkt (Tabell 5.7). For de fleste analyseresultatene var det ikke forventet sammenheng mellom grovfôr kvalitet og antall slåtter. Dette skyldes nok både usikkerhet og/eller feilregistreringer ved fastsettelse av slått nr. En annen årsak kan være at fôrkodene (Tabell 5.7) trolig relaterer seg i større grad til høsting av fôret relativt til morfologisk utviklingstrinn på gras enn slått nr. Slått nr 1 kan eksempelvis være i mai i sone 1 og i august i sone 7, og er dermed et mer kronologisk «mål» knyttet til grasets utviklingstrinn enn et biologisk. Tabellen illustrerer også at mange kun sender inn prøver fra 1. slått (særlig i sone 6 og 7), mens prøver fra 2. slått utgjør likevel ca. 30-40 % i de øvrige sonene.

Tabell 5.8. Utvikling i gjennomsnittlig næringsinnhold i «Surfor < 40 % kløver», målt som «slått nr 1-3» i AK-sonene, slik dette ble definert av produsentene bak innsendte grovfôrprøver 2012-2020

AK-soner	1	1	1	2	2	3	3	4	4	5A	5A	5A	5B	5B	6	6	7
Slått nr	1	2	3	1	2	1	2	1	2	1	2	3	1	2	1	2	1
Antall prøver	4000	2500	900	346	200	3200	2000	2000	1500	13600	8500	700	7500	4700	4000	1000	500
TS (%)	50,4	46,7	36,3	45,6	39,5	50,3	45,8	36,8	35,1	37,1	33,8	30,3	31,5	28,5	31,7	28,9	36,1
OMD (/ % av ts)	70,0	70,7	74,0	71,7	71,8	69,9	70,1	70,7	70,5	71,1	71,2	74,5	70,3	70,4	69,4	72,4	67,2
NDF (g/kg ts)	539	503	452	532	497	542	507	534	512	524	498	452	533	505	533	486	542
INDF (g/kg ts)	170	181	157	156	175	175	187	177	188	179	185	147	184	192	189	170	209
Fem/kg ts	0,85	0,83	0,86	0,87	0,84	0,84	0,82	0,84	0,82	0,84	0,83	0,87	0,82	0,82	0,82	0,85	0,79
Råprotein (g/kg ts)	127	138	157	135	149	130	136	137	142	146	150	165	145	155	145	151	136
Løselig protein (g/kg protein)	577	524	553	619	578	579	531	607	555	596	562	590	602	558	588	572	565

c) Tallfesting av sammenhenger mellom kvalitetsegenskapene ved grovfôret

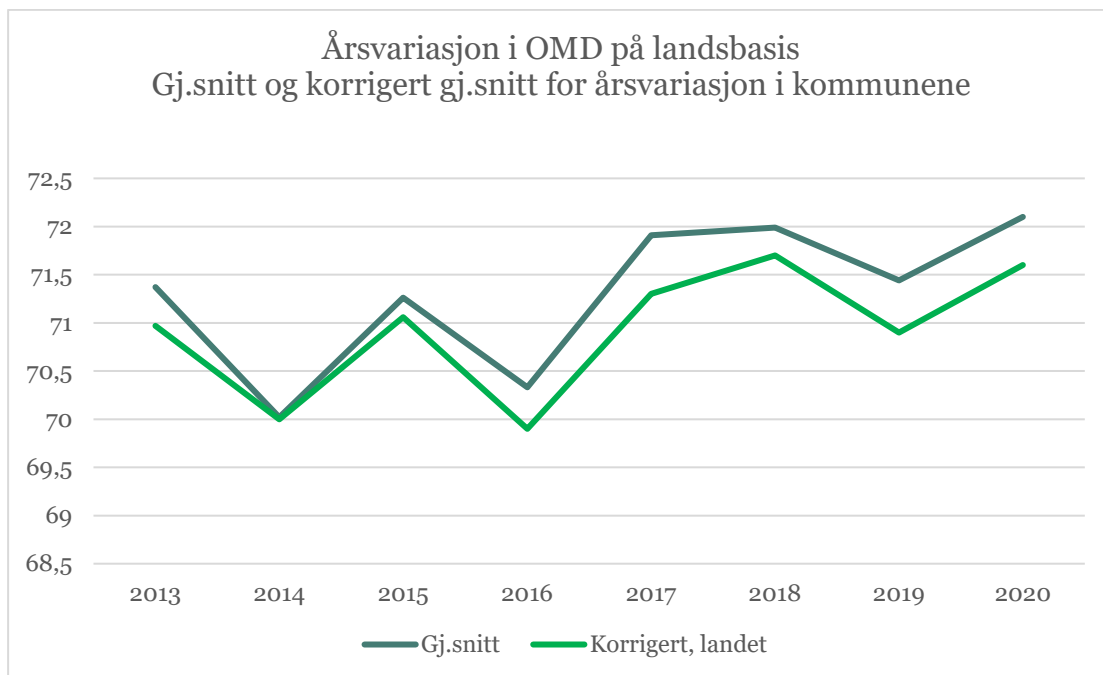
Tabell 5.9. Samsvariasjon (korrelasjoner; rp) mellom kvalitetsegenskaper i grovfôret fra innsendte fôrprøver 2012-2020

	Tørrstoff	Sukker	Aske	Råprotein	Løselig protein	NDF	INDF	Fem /kg ts	NH3N	AAT	PBV
OMD	0,01	0,23	0,18	0,29	0,32	-0,64	-0,78	0,96	0,02	0,92	0,28
Tørrstoff		0,62	-0,18	-0,23	-0,27	-0,04	0,05	0,007	-0,42	0,01	-0,23
Sukker			-0,17	-0,3	-0,12	-0,32	-0,05	0,2	-0,32	0,19	-0,29
Aske				0,36	0,04	-0,41	-0,17	-0,04	0,13	-0,01	0,34
Råprotein					0,12	-0,27	-0,28	0,39	0,008	0,39	0,99
Løselig protein						-0,11	-0,28	0,32	0,53	0,3	0,12
NDF							0,3	-0,55	-0,04	-0,53	-0,25
INDF								-0,76	0,06	-0,73	-0,29
FEm/kg ts									-0,009	0,97	0,38
NH3N										-0,02	0,01
AAT											0,38

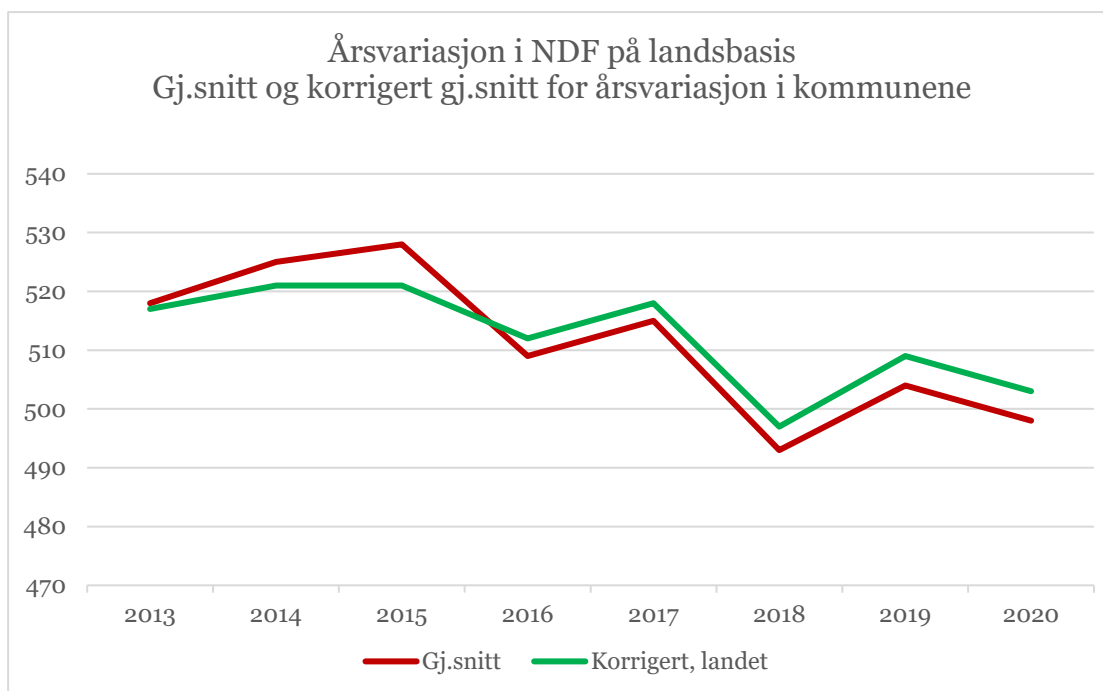
Korrelasjonene viser få sammenhenger mellom de ulike næringsstoffene/parameterne. Noen av egenskapene viser tydelige sammenhenger ettersom de inngår i de samme likningene som ligger bak analyseresultatene. Tørrstoffet i grasnet består av organisk stoff og mineraler (aske). Fordøyeligheten av organisk stoff (OMD) er andelen av organisk stoff som bidrar med energi og protein til dyret. Disse sammenhengene er illustrert i Tabell 5.9 med høye innbyrdes korrelasjoner mellom OMD og NDF/INDF, FEm og AAT.

d) Statistisk korreksjon av årsvariasjon i grovfôr kvalitet

Dersom grovfôranalyser skal benyttes i nasjonal rapportering er det avgjørende å ha representative tall for hvert år. Grovfôr kvaliteten påvirkes, som vist tidligere, av årsvariasjon som blant annet skyldes klimatiske forhold. Dette varierer mellom landsdeler og kommuner. Innad i en kommune vil man ha nokså like klimatiske forhold som påvirker grovfôret, til en viss grad også jordsmonn og topografi. Ved oppskalering av grovfôr kvalitet til nasjonalt nivå, dvs. «finne ett tall for landet hvert år», må det korrigeres for denne variasjonen i produksjonsforhold mellom kommuner. Resultatet man da får er et slags «middel-gjennomsnitt» for hele landet. Under gir Figurene 5.9 og 5.10 eksempler på betydningen av å gjøre slike korreksjoner for OMD og NDF. Figurer for korreksjon av hhv INDF og FEm kan finnes i Vedlegg 1. Korreksjonene er utført ved bruk av en vanlig variansanalyse («Minste kvadraters metode»). Analysene viste at en korreksjon basert på årsvariasjonen i grovfôr kvalitet innad i kommunene (80 % av landets kommuner inkludert) gav best resultat i forhold til en korreksjon basert på årsvariasjon i fylker eller AK-soner. Sagt med andre ord, man må ned på kommunenivået for å få en best mulig korrigerings av variasjonen i grovfôr kvalitet på landsbasis for å oppnå «ett» tall per år som er representativt for hele landet i det aktuelle året.



Figur 5.9. Årsvariasjon i fordøyelighet av organisk stoff (OMD) basert på ordinært gj.snitt og gj.snitt korrigert for årsvariasjon i OMD i kommunene.



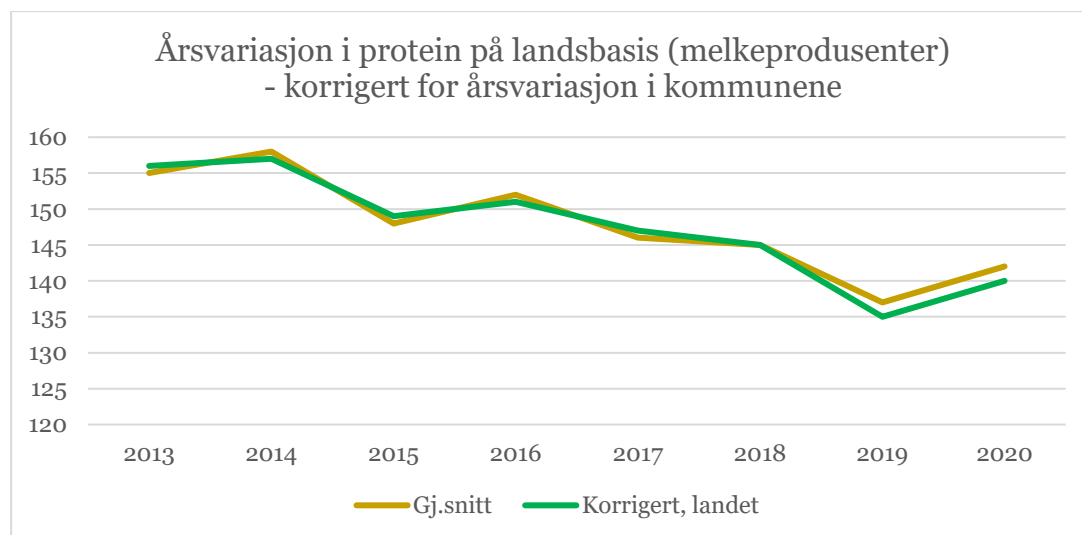
Figur 5.10. Årsvariasjon i fiberinnhold i grovfôret (NDF) basert på ordinært gj.snitt og gj.snitt korrigert for årsvariasjon i NDF i kommunene.

Figurene viser at det også er fullt mulig å interpolere dataene tilbake i tid og få ut korrigerte tall for kvalitetsegenskapene på årlig basis, så langt tilbake det er data tilgjengelig for statistisk analyse. Som omtalt i kap. 5.1.2 er det ikke mulig å få ta i data lenger tilbake enn 2008 slik det ser ut nå.

e) Vurdering av utviklingen i innhold av protein i norskprodusert grovfôr over år

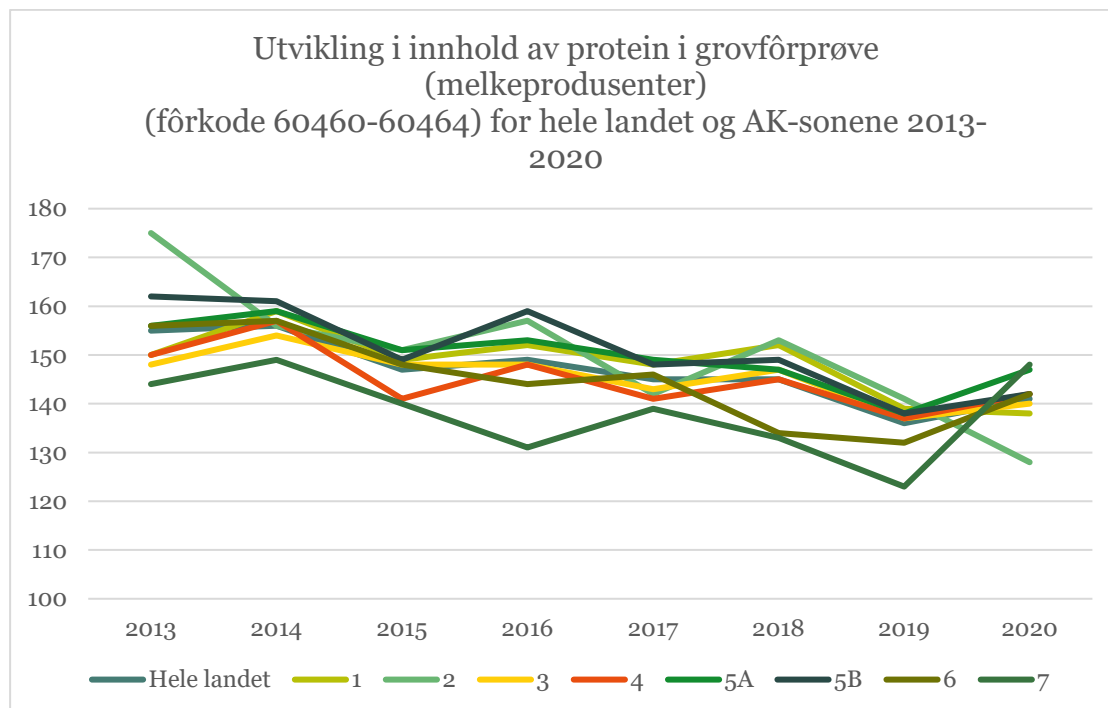
Utviklingen i innhold av råprotein i norsk grovfôr er behandlet separat i denne delen. I sammenheng med spørsmålet om grovfôrdataene kan være til nytte i nasjonal rapportering (NIR) er innholdet av protein i grovfôret av spesiell interesse. Dette fordi Innhold av råprotein i grovfôr inngår i to likninger i NIR: VS (Volatile solids; beregning av metan fra gjødsellagring) og NEx (lystgass fra gjødsellagring og spredning) i beregningene av utslipp fra melkeku (Karlengen et al., 2012). Med andre ord, innholdet av råprotein i grovfôret påvirker beregningen av både metan- og lystgassutslipp fra gjødsel fra melkeku. Per nå benyttes en fast faktor på 150 gr. råprotein pr. kg tørrstoff i hver årlig nasjonal rapportering (NIR) basert på anbefalinger fra Karlengen et al (2012).

Grovfôranalysene i denne rapporten gir mulighet for å vurdere om denne faktoren fortsatt er gyldig eller om den bør oppdateres. Ettersom det det var kun en dominerende grovfôrtype i datamaterialet (Surfor med < 40 % kløver»; fôrkode 60460-60464) er det utført en tilsvarende statistisk analyse her som i 5.1.7 d, men som kun inkluderte prøver innsendt av produsenter med melkeproduksjon. Figur 5.11 viser utviklingen innhold av råprotein i disse prøvene, innsendt over år i perioden 2013-2020. Det var ingen signifikant forskjell mellom proteinnivået i 2013 og 2014, men tydelig statistisk forskjell mellom disse to årene og de påfølgende årene. Sagt med andre ord, dette kan tyde på at det har skjedd «noe» med innholdet av råprotein fra 2015 og fram til 2020.



Figur 5.11. Innhold av råprotein i grovfôrprøver på landsbasis innsendt av produsenter med melkeproduksjon, vist som ordinært gj.snitt og gj.snitt korrigert for årsvariasjon innad i landets kommuner.

I figur 5.12 er tilsvarende utvikling i innhold av råprotein gjennom den samme tidsperioden vist for hele landet sett under ett og for hver av de åtte AK-sonene. Utvikling i innhold av råprotein i grovfôrprøvene gjennom perioden 2013-2020 viser tilsvarende bilde som for hele landet i perioden, men med stor forskjell mellom AK-soner.



Figur 5.12. Innhold av råprotein i grovfôrprøver på landsbasis innsendt av produsenter med melkeproduksjon, vist som gj.snitt korrigert for årsvariasjon innen AK-soner.

Det er nylig utgitt en rapport utarbeidet av Harald Volden for Miljødirektoratet (Report M-2205), der behovet for oppdatering av likningene for utslipp av nitrogen (Nex) og organisk stoff (VS) i gjødsel fra melkekyr og ungdyr er evaluert. Her anbefales å beholde likningene for N-utskillelse for melkekyr og ungdyr (Karlengen et al., 2012) i nasjonalt utslippsregnskap. I rapportens M-2205 Figure 4 vises den samme tendensen til nedgang i råprotein fra 2014/15 og videre, men dette er ikke diskutert eller analysert statistisk. Det påpekes imidlertid stor variasjon mellom år i innhold av råprotein i grovfôret, og Volden tilrår at mellomårsvariasjoner slik de kommer fram i NorFor FAS databasen tas hensyn til i de årlige utslippsrapporteringene.

Tendensen til en nedadgående trend kan ha flere årsaker, der endringer i dyrkingspraksis (sterkere fortørring, endrede ensileringsmidler eller gjødselpraksis) er noen mulige forklaringer. Drift i analyseresultater som skyldes mulige endringer i analysemetode er diskutert nøye med Eurofins og avklart som lite aktuelt for å forklare denne tendensen til nedgang i innhold av råprotein. Det kan være nyttig å følge opp resultatene med data fra de årlige grovfôranalysene framover, for å avklare om nedgangen er reell og konsistent over en lengre tidsperiode enn årene 2014-2020. Dette krever et utvalg av analyserte grovfôrprøver som er mer balansert og som representerer geografi og høstesystem/slått nummer bedre enn det som er tilfelle per i dag (se også Kap. 5.1.7 Konklusjon).

5.1.7 Konklusjon

Dataregistrene for innsendte grovfôrprøver til analyselaboratoriet Eurofins inneholder tilgjengelige data tilbake til ca. 2010, for Ofotlab mindre datamengder tilbake til 2018. Det er ikke kartlagt hvor store datamengder FKRA har tilgjengelig. Det er mulig at TINE har slike data lagret lengre tilbake enn 2010. Basert på resultatene i dette kapitlet vurderes disse analysene i seg selv å ha så god kvalitet at de kan fungere som aktivitetsdata til en indikator «Grovfôr kvalitet», for å følge opp utviklingen i denne viktige delen av planteproduksjonen i jordbruket. Det betyr også at denne datakilden kan benyttes som en indikator for å forklare endringer i det nasjonale utslippsregnskapet. Dette forutsetter imidlertid at

dataene må bli mer representative for å gjenspeile den variasjonen som foreligger i grovfôrdyrkingen over hele landet og for de drøvtyggerproduksjonene dette er av betydning for.

Pr. nå er det for mange store mangler knyttet til informasjonen som ligger i disse datakildene. Denne vurderingen gjelder til tross for at data lagret hos Ofotlab og FKRA ikke er inkludert i denne utredningen. Dersom disse analysene skal ha en verdi utover det den har for den enkelte bonde må datainnsamlingen settes i system. En mer systematisk innsamling av grovfôrprøver må omfatte økt omfang av prøvetaking, som må gjennomføres mer balansert med tanke på geografisk fordeling og antall slåtter innenfor geografiske områder. Alle analyselaboratorier må inkluderes. Det må sikres å få representativitet i dataene knyttet til omfang og betydning av produksjoner der økt grovfôr kvalitet er viktig. I første rekke er dette de to storfeproduksjonene.

Selv om disse tre databasene (Eurofins Agro, Ofotlab og FKRA) for analyser av grovfôr kvalitet vil bli en god indikator for å følge utviklingen i grovfôr kvalitet (under forutsetning av forbedret datagrunnlag), er det ikke grunnlag for å konkludere med at økt grovfôr kvalitet vil være et viktig tiltak for å redusere utslipp av enterisk metan under alle omstendigheter. I saueproduksjonen er det lite aktuelt å benytte høsta grovfôr med svært god kvalitet. Det samme gjelder føring av voksne ammekyr. For melkekyr vil økt grovfôr kvalitet bidra til redusert utslipp av enterisk metan (ved samme ytelse) også på årsbasis med gitte forutsetninger (bl.a. Volden & Prestløkken m.fl., 2022; Tabell 3). Økt grovfôr kvalitet i oppdrett av ungdyr til påsett og slakt kan være et viktig tiltak for redusert metanutslipp i begge storfeproduksjoner. Dette fordi man kan oppnå lavere innkalvingsalder for kviger og lavere slaktealder ved samme vekt for okser, når føring av disse gruppene er suboptimal. Som vist i Kapittel 7 vil slike endringer i grovfôr kvalitet imidlertid ha effekt på dyrkningspraksis knyttet til planteproduksjonen. Dette gjelder for eksempel endringer i arealbruk, N-gjødsling, transport og energibruk. Totalregnskapet for utslipp kan dermed ende opp i begge retninger avhengig av dette.

Resultatene her viser at det er betydelig større årsvariasjon i grovfôr kvalitet mellom og innen AK-soner (Figur 5.7/5.8) enn i gjennomsnitt for landet over år (Tabell 5.6). Størst variasjon mellom år er det i både sør (sone 2) og nord (sone 6 og 7), som også representerer ytterpunkter når det gjelder hhv. «best» og «dårligst» grovfôr kvalitet over år. Økt grovfôr kvalitet er neppe realistisk å oppnå i alle deler av landet, men kan ha en større betydning dersom man setter økt fokus på dette i de mest husdyrtette AK-sonene, og der grovfôr kvaliteten er mindre variabel mellom år som følge av mer stabile værforhold (Figur 5.7).

5.2 Endringer i grovfôr kvalitet dokumentert med en tidlighetsindeks basert på informasjon om høstedataer og varmesummer

Det er nær sammenheng mellom fordøyelighet og fiberinnhold i avling av gras og kløver og hvor tidlig og ofte enga er høsta.

Endringer i tidspunkt for og antall høstinger per sesong over en tidsperiode kan dermed i seg sjøl sannsynliggjøre at det har vært endringer i grovfôr kvalitet i samme perioden.

Det er temperaturen som er den viktigste driveren for endringene i plantenes sammensetning og fordøyelighet, og denne varierer mye mellom steder og mellom og innen vekstsesonger på samme sted.

Kalenderdato for høsting uten justering for forutgående værforhold, gir derfor mindre informasjon om plantestatus enn det akkumulert varmesum vil gjøre.

Varmesum for en periode, for eksempel fra vekststart om våren til førsteslått, vil være summen av middeltemperaturen for alle enkeltdøgn i perioden. Varmesummen som tilordnes seinere slåtter, vil være for alle enkeltdøgnmiddel mellom forutgående og gjeldende slått.

I dette kapitlet har vi først foreslått og drøfta metoder for å bestemme høstetatoer i eng med å bruke satellittdata, og videre hvordan kunnskap om datoer kan bruke til å regne ut varmesummer for enkeltslåtter innenfor en vekstsesong.

Siden det er mulige trender i fôrqualität for hele årsavlinga en må dokumentere, er det behov for å samle og fortolke opplysninger om enkeltslåtter i én indikator for årets totale grovfôravling. Dette har vi et forslag til hvordan kan gjøres.

Et mål eller en indikator som for eksempel bare fanger opp om det har skjedd noe med førsteslåttenes fordøyelighet over en tidsperiode, har liten eller ingen verdi. Dess tidligere førsteslåtten blir tatt, dess mindre andel vil den utgjøre av årsavlinga, og dersom gjenvekst etter tidlig slått ikke følges opp med hyppige slåtter utover sommeren, kan fordøyeligheten av total avling gå ned.

Etter vår mening, er det indikatorer som kan brukes til å dokumentere endringer i alt eller en betydelig andel grovfôret som brukes til drøvtyggerne, en må ha mål om å utvikle.

5.2.1 Bruk av Sentinel-2 tidsserier for identifisering av høstetatoer

Sentinel-2 er et satellittprogram til jordobservasjon, målrettet mot land-, natur- og miljøovervåking. Nyttelasten består av et multispektralt kamera med 13 spektralbånd i synlig og nærinfrarødt lys med en høy romlig oppløsning på mellom 10 og 60 meter.

Sentinel-2-satellittene er en del av Copernicus-programmet finansiert av EU, og data er fritt tilgjengelig for vitenskapelig bruk. Siden det er mulig å identifisere endringer i den overjordiske biomasse visuelt (se figur 5.13), og også gjennom enkle vegetasjonsindekser, har vi utviklet og automatisert en algoritme for å bestemme høstetatoer på skiftenivå, basert på tidsserier av Sentinel-2 satellittbilder.



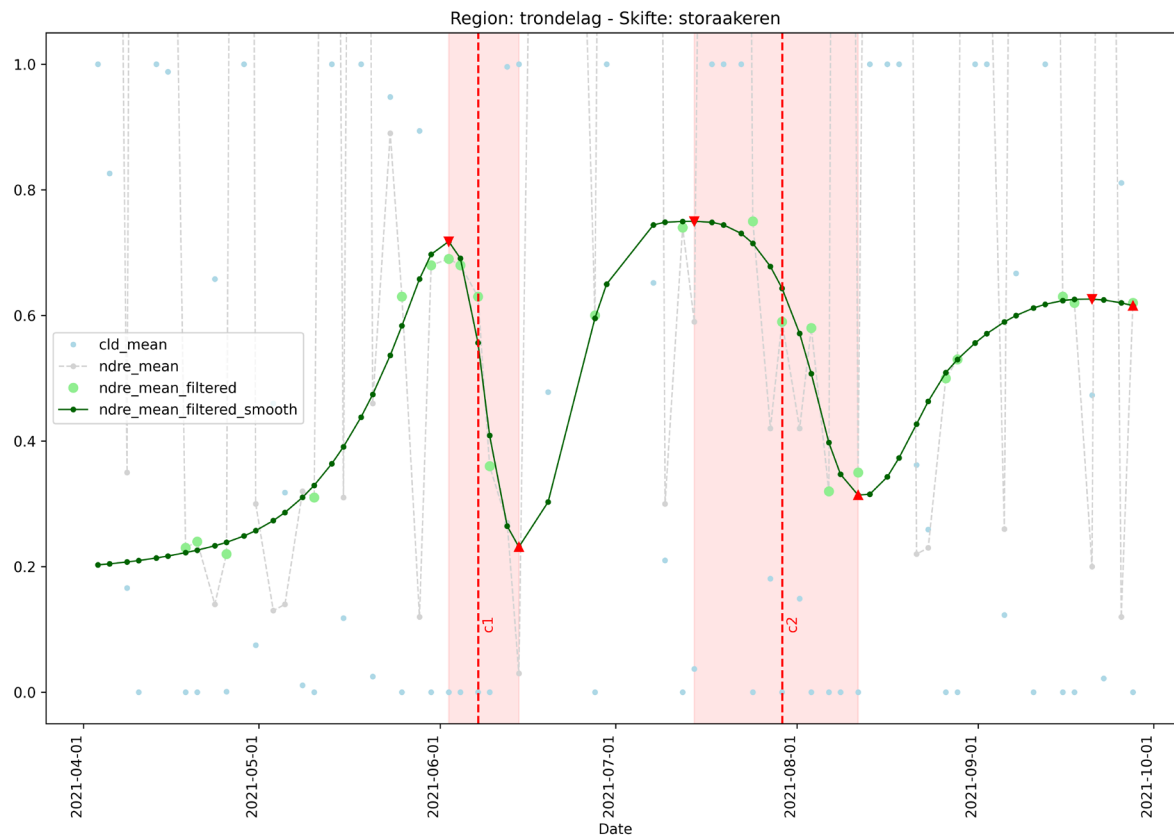
Figur 5.13. Skiftegrenser av skifte «storåkeren» i Trøndelag i rødt. Til venstre viser figuren bakgrunnen fra Norge i bilder tidlig på året i 2019. I midten og til høyre viser figuren Sentinel-2 satellittbilder tre dager før og to dager etter høstetidspunktet 07.06.2021.

Algoritmen deles hovedsakelig i fem steg (se figur 5.14): (i) innhenting av satellittdata og skiftegrenser, (ii) beregning av tidsserier med NDRE (normalized difference red-edge) vegetasjonsindeksen og skysannsynlighet for hver skifte (minimum, maksimum, gjennomsnitt, median, standardavvik), (iii) utsortering av usannsynlige NDRE-verdier i tidsserien (f.eks. pga. av skydekning), (iv) utjevning av den filtrerte NDRE-tidsserien gjennom en B-spline tilnærming og interpolering av utsorterte/ulogiske NDRE-verdier, og (v) bestemmelse av mulige høstetatoer gjennom identifisering av lokale minima med forutgående lokale maksima i den interpolerte og utjevnete NDRE-tidsserien som viser en stor nedgang i NDRE.



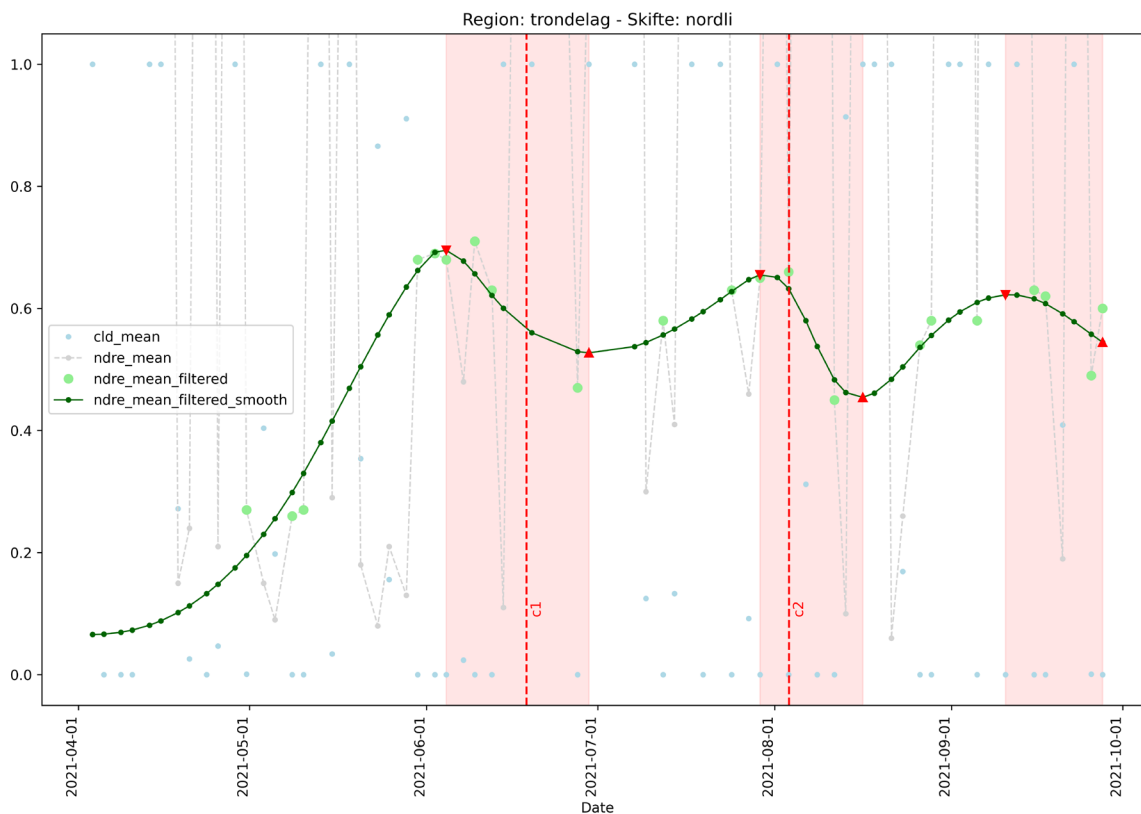
Figur 5.14. De fem stegene av algoritmen som brukes for å identifisere mulige høstetatoer.

Vi har testet algoritmen med Sentinel-2 satellittbilder fra 2021 på 12 skifter i Trøndelag (se f.eks. figur 5.15). Til sammen var det 27 høstedataer på 9 skifter med 2-slått-system og 3 skifter med 3-slått-system.



Figur 5.15. Identifisering av mulige høsteperioder (lyserøde) på skiftet «Storåkeren». De faktiske høstedataene vises som røde stiplede linjer.

Algoritmen bestemte 29 høstedataer, hvorav alle de 27 faktiske datoene var identifisert korrekt (true positive) med et gjennomsnittlig avvik på +/- 3 dager. To høstedataer var identifisert feil (false positive), som kan ha sammenheng med at den naturlige nedgangen i NDRE seint i sesongen ble identifisert som nedgang pga. slått (se figur 5.16).



Figur 5.16. Identifisering av mulige høstperioder (lyserøde) på skiftet «Nordli». De faktiske høstedatoene vises som røde stiplede linjer. Det ble identifisert en høstperiode sist i vekstsesongen hvor det ikke ble tatt noen slått og hvor nedgangen i NDRE sannsynligvis skyldtes avtakende produksjon og medfølgende fargeendringer i enga.

Valideringen viste at algoritmen fungerte svært bra, selv om mange av satellittbildene som tas gjennom sesongen inneholder skyer og/eller skyggedekning. Skal algoritmen brukes i praksis, må en trolig tilpasse den på en måte som gjør den i stand til å skille bedre mellom ekte høstedatoer og en naturlig nedgang i NDRE seint i vekstsesongen.

Det er også behov for uttesting av å skille mellom høsting og beiting. Beiting blir vanskeligere fordi det oftest starter når grasets høyde er lågere og det er mindre plantemasse sammenlignet med slått. Videre, så skjer nedgangen i NDRE seinere ved beiting. Dyra vil ta ut biomassen over flere dager. Samtidig kan et slikt forløp nettopp sannsynliggjøre at det har blitt beita og ikke slått.

5.2.2 Forslag til og test av varmesumbasert fordøyelighetsindikator

I demonstrasjonen og testen gjort rede for nedenfor, er vekststart om våren definert til å være den dagen etter 1. mars som det har vært tre påfølgende femdøgnsmiddel på eller over 5°C. Jordtemperaturen ved 10 cm må samtidig ha vært på 1 °C eller høyere.

Varmesummer er beregnet med basistemperatur 0°C, og består av summerte døgnsmiddeltemperaturer for den perioden som summen skal tilordnes.

Hver slått innen sesong får sin sum, og for førsteslåtter beregnes den fra dato for vekststart til og med dato for førsteslåt. For gjenvekster etter første-, andre- og tredjeslåtter, beregnes summen for perioden fra og med første dato etter forrige slått og til og med høstedato for gjeldende slått.

Hver varmesum summeres så til en totalsum for alle slåtter i vekstsesongen, og vi foreslår å vekte enkeltslåttenes sum ulikt. Dette ut fra at de utgjør ulike andeler av årsavlinga og at fallet i fordøyelighet med økende varmesum ikke er det samme på vår og ettersommer.

Første- og andreslåt blitt vekta med hhv. 0,6 og 0,4 i toslåttsystem. I treslåttsystem har første-, andre- og tredjeslåt blitt vekta med 0,5, 0,3 og 0,2.

Den vekta totalsummen er så delt på 1000 for å komme fram til skår på «**tidlighetsindeksen**». Det er delt på 1000 for å få en indeksverdier mellom 0- 1.

For å demonstrere hvordan indeksen blir regna ut og vise at samme høstedataer og -frekvens på steder med forskjellig klima gir ulik skår på indeksen, er fire regimer brukt på temperaturdata for NIBIO-enhetene Apelsvoll (Østre Toten) og Løken (Øystre Slidre) i 2021 (Tabell 5.10).

Tabell 5.10. Varmesummer (døgngader, d°) for enkeltslåtter som er vekta og summert for å gi grunnlag for en indeks (vekta totalsum/1000). Vekststart på Apelsvoll var beregna til å være 19. april og 15. mai på Løken

Høstedataer	Apelsvoll				Løken			
	Vsum 1	Vsum 2	Vsum 3	Indeks	Vsum 1	Vsum 2	Vsum 3	Indeks
A. 14.06, 27.07, 10.09	570 x 0,5	754 x 0,3	670 x 0,2	0,65	363 x 0,5	685 x 0,3	588 x 0,2	0,50
B. 05.06, 20.07, 15.09	419 x 0,5	780 x 0,3	859 x 0,2	0,62	236 x 0,5	695 x 0,3	764 x 0,2	0,48
C. 25.06, 20.08	737 x 0,6	940 x 0,4		0,82	511 x 0,6	851 x 0,4		0,65
D. 15.06, 25.08	584 x 0,6	1158 x 0,4		0,81	373 x 0,6	1045 x 0,4		0,64

Om indeksen gir mening og speiler det som den er laga for å speile, skulle regime B gjennomført på Løken gi den årsavlinga som hadde høyest fordøyelighet (lågast skår på indeksen), mens regime C gjennomført på Apelsvoll ville gi for med den totalt lågaste fordøyeligheten (Tabell 5.10). Dette stemmer med forventning og erfaring, men vi har ingen målinger som kan brukes til å sjekke om dette er korrekt.

For å teste indeksen mot målte tall for fordøyelighet av avling, har vi tatt fram resultater fra noen av høsteregimene som ble gjennomført over flere år i blandingseng med timotei, engsvingel og rødkløver på NIBIO-enhetene Kvithamar, Løken og Særheim (Bakken et al. 2009). Vi har for alle steder brukt resultatene for ruter der det ble gjødsla med 24 kg N/daa. Varmesummer for slåttenes og indeks (Tabell 2) er beregna som forklart over. Vektinga av enkeltslåttenes er gjort etter foreslått standard for to- og treslåttsystem og ikke etter målt avling.

Tabell 5.11. Varmesum for ulike slåtter og utregna varmesumindeks («tidlighetsindeks») for årsavlinga i to høsteregimer på hver av tre lokaliteter (Kvithamar, Løken og Særheim) i to år

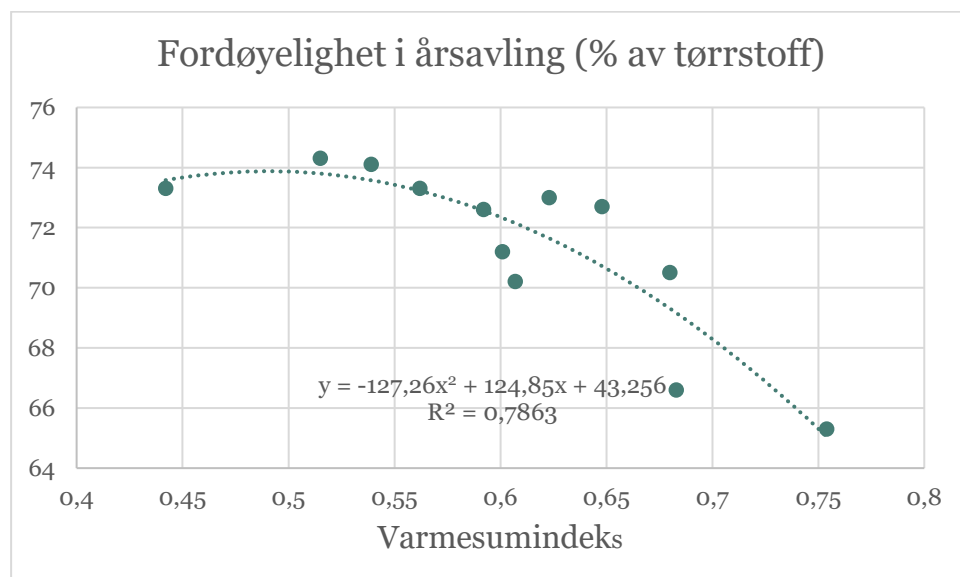
Regime	2004				2005			
	1.sl	2.sl	3.sl	Indeks	1.sl	2.sl	3.sl	Indeks
K2	485	495	857	0,56	441	476	880	0,54
K5	566	705	566	0,61	546	686	565	0,59
L5	508	485	579	0,52	382	420	628	0,44
L8	626	946	-	0,75	557	873	-	0,68
S3	514	607	1047	0,65	482	592	914	0,60
S5	620	606	942	0,68	547	613	826	0,62

Tabell 5.12. Avlinger (kg tørrstoff/daa) tatt i ulike slåtter i to høsteregimer på hver av tre lokaliteter (Kvithamar, Løken og Særheim) i to år

Regime	2004			2005		
	1.slått	2.slått	3.slått	1.slått	2.slått	3.slått
K2	550	476	466	496	322	483
K5	712	736	201	656	507	187
L5	534	341	221	546	119	245
L8	792	724	-	1002	426	-
S3	541	586	362	479	567	383
S5	811	441	303	686	459	321

Tabell 5.13. Fordøyelighet av avlinga (% av tørrstoff) tatt i ulike slåtter i to høsteregimer på hver av tre lokaliteter (Kvithamar, Løken og Særheim) i to år, samt i årsavlinga der enkeltslåttens fordøyelighet er vekta etter hvor stor del de utgjorde av årsavlinga

Regime	2004				2005			
	1.sl	2.sl	3.sl	Årsavling	1.sl	2.sl	3.sl	Årsavling
K2	76	73	71	73	79	75	69	74
K5	72	67	75	70	73	72	75	73
L5	73	75	77	74	72	75	75	73
L8	66	65	-	65	64	73	-	67
S3	74	73	71	73	73	69	72	71
S5	71	70	70	70	75	69	74	73



Figur 5.17. Fordøyelighet av årsavling (gjennomsnitt for enkeltslåtter etter deres andel av totalen) mot årsavlingas varmesumindeks.

Ut fra denne begrensede testen, kan det se ut som det er en god sammenheng mellom skår på den foreslåtte varmesumindeksen og fordøyelighet av årsavlinga (Figur 5.17) i ei blandingseng av gras og kløver.

Dette gir en indikasjon på at informasjon om høstedataer for alle slåtter innen en sesong sammen med temperaturdata kan utvikles videre til noe som gir sikkert nok uttrykk for grovfôr kvalitet til at det kan

brukes i praksis. Før en går i gang med videre utvikling og mer omfattende testing mot større datasett for målt kvalitet, må en diskutere på hvilken skala det er mulig å skåre indeksen. Videre må det være mulig å skalere eller summere opp fra enkeltenhet til store nok populasjoner av skifter og gårdsbruk dersom en skal kunne si noe om trender i førkvalitet for regioner eller landet over tid.

Samtidig er det heller ikke utenkelig at det blir interessant for enkeltbrukere eller myndigheter som bestyrer tilskuddsordninger for klimatiltak, å dokumentere høstpraksis og tiltak for førkvalitetsendringer over tid.

5.2.3 Automatisk innhenting av værdata og beregning av stedsspesifikke varmesummer

Det finnes et programmeringsgrensesnitt i tjenesten YR som kan brukes til å etablere rutiner for automatisk innhenting av værdata (<https://developer.yr.no/>). En kan bestemme stedskoordinater for hvert skifte som en har bestemt høstedataer for, ut fra skiftegrensene (f.eks. tyngdepunkt av skiftepolygonen) og forespørre yr-serveren gjennom API-en om værhistorie for de aktuelle stedene. Etterpå beregnes varmesummen for de enkelte slåttene fra historien og fra de estimerte høstedataene.

5.2.4 Muligheter, begrensninger og utfordringer.

Det er behov for en del avklaringer før en går videre med metodeutvikling:

1. Tillatelser og egeninteresse for overvåking av bønders eiendom og aktiviteter, herunder eierskap og brukstillatelser til data.
2. I stedet for å lage et system for overvåking fra satellitter eller droner bør en utvikle et sjørrapporteringssystem, der bønder rapporterer inn høstedataer til et automatisk beregningssystem for varmesummer? En mulighet her er at eksisterende verktøy – kalkulator for beregning av varmesummer, bl.a. gjennom LMT/VIPS videreutvikles til bruk for sjørrapportering.
3. Hva som blir svaret på spørsmål 2, har nær sammenheng med hva tidlighetsindeksen skal brukes til. Ser en for seg et tilskudds- eller rapporteringssystem med bruksenheter som basis der målet for eksempel er å dokumentere oppfølging av gårdens klimaplan, eller er det viktigere å utvikle et datagrunnlag som kan brukes til å justere eller dokumentere tallene i NIR (National inventory report) på hvor store metanutslipp som kommer fra norske drøvtyggere.
4. Grunnenhet for indeksering. Det beste er enkeltskifter siden det ikke er variasjon i høstedata innen skifte. Innen bruksenhet (gårds- og bruksnummer) vil det være variasjon både i type høsteregime og høstedataer. Kan en se for seg faste, helst større skifter, til overvåking og tidsserieanalyse over år? En må da enkelt kunne luke ut år da det er andre vekster enn eng (gjelder også gjenleggsår) på gjeldende skifter. Noen skifter vil også ha kombinerte beite- og slåtteregimer. Grunnenhet og oppskalering henger sjølsagt også sammen med bruksområdet for indeksen.
5. Vil «tidlig høsting» bestå som et viktig tiltak for å få ned klimagassutslippene fra norske drøvtyggerproduksjoner? Om nei, er det ingen grunn til å prioritere videre utviklingsarbeid på en tidlighetsindeks. Om ja, så må en både vurdere om den foreslåtte indeksen først blir interessant dersom en kan oversette skår på den direkte til fiberinnhold og/eller fordøyelighet, og om en også må problematisere andre sidevirkninger av tidlig og ofte høsting på utslippsregnskapet.
6. Vil gårdbrukerne kunne jo bruke indeks for «tidlig høsting» som en slags sjølevaluering over tid? Det kunne være aktuelt dersom en for eksempel har som mål å produsere et mer

fordøyelig grovfôr og vil dokumentere utviklingen. I egen fôrplanlegging kan en ha mer bruk for analyser for slåttene hver for seg, eventuelt av varmesummer for slåttene hver for seg.

5.3 Samlet vurdering av de to metoder

Dersom det kreves dokumentasjon med eksakte tall for oppnådd fôrkvalitet ute i praksis for at de skal telle i et slags skyggeregnskap, er det bare grovfôr analyser som kan gi slik dokumentasjon. Basert på resultatene i Kap. 5.1 vurderes disse analysene i seg selv å ha så god kvalitet at de kan fungere som aktivitetsdata til en indikator kalt «Grovfôr-kvalitet». Dette forutsetter imidlertid at dataene må bli mer representative for å kunne gjenspeile den variasjonen som foreligger i grovfôrdyrkingen over hele landet og for de aktuelle drøvtyggerproduksjonene. Gjennomgangen i 5.1 viser at de analysene en så langt har tilgang til, ikke på noen måte dekker alt grovfôr som blir produsert i Norge, men det er mulig at representativiteten er god nok for mjølkeprodusentene, der ca 1/3 av alle hadde levert prøver til analyse. Dersom andelen innsendte grovfôrprøver skal styrkes bør melke- og ammekuproduksjonene prioriteres, ettersom god grovfôr-kvalitet er viktig for ungdyr til påsett/slakt i ammekuproduksjonen, og til alle dyregrupper i melkeproduksjonen.

«Tidlighetsindeksen» for grovfôr-kvalitet basert på høstedataer og beregning av varmesum er trolig aktuell å bruke dersom en indikator for atferd og eventuelle atferdsendringer hos bøndene er godt nok til dette formålet. Sjøl om videre testing vil vise at det gjennomgående er god sammenheng mellom skår på indeksen og fiberinnhold og/eller fordøyelighet, er det et stykke igjen før en kan bruke den som direkte innputt i beregninger for metanutslipp fra norske drøvtyggere. Det er utfordringer med å skaffe representative data for høstedataer, både ved metodikk for egen registrering eller bruk av satellittdata. Dersom en tenker lenger fram (5-10 år), er det større sjanse for at satellittdata kan brukes til mer enn å bestemme høstedataer som beskrevet i 5.2. Både stående avlinger og fôr-kvalitet straks før påvist høstedata kan la seg bestemme. Både for bruk av indeks og fjernmålingsbestemt kvalitet og avling (og for så vidt for fôr-kvalitet bestemt gjennom analyser av prøver), gjelder utfordringene med å skalere opp eller finne gjennomsnitt gyldige for hele landet (jfr. punkt 4 i 5.2.4).

5.4 Andre mulige indikatorer i husdyrproduksjonene

Dersom et datamateriale skal fungere som en god indikator, må dataene som inngår tilfredsstillende en del kriterier/krav. Mange fenomener er målbare, men det er ikke dermed gitt at de er nyttige for generelle formål. Bayr m.fl. (2020) satt opp en rekke generelle kriterier for indikatorer for landbruk til et annet formål, men som likevel er relevante; indikatorer må være målbare, enkle å tolke og beregne, relevante for formålet, repeterbare, spesifikke (kan defineres) og de må være objektive/faktabaserte.

Norsk husdyrproduksjon har en rekke databaser med detaljert informasjon om et stort antall målbare størrelser som beskriver nåtid og utvikling i produksjonene over år. Databasene som omfatter husdyrkontrollene er omfattende og unike også i internasjonal sammenheng. Dette skyldes den store oppslutningen blant norske bønder rundt samvirkeorganisasjonen over lang tid og at norsk jordbruk er velorganisert både næringsmessig og politisk. Dette er fortrinn som de fleste andre land ikke har, der jordbrukets virksomheter i stor grad er eid av privateide internasjonale selskaper og der bare deler av husdyrproduksjonene inkluderes i databaser og avlsarbeid.

Databasene for norske husdyr baseres på kontinuerlige oppdateringer av data som hentes inn fra produsentene, enten gjennom deres egne registreringer om driften på gården eller innsamlet i forbindelse med leveranse av råvarer (levende dyr, melk, egg, slakt) til foredlingsindustrien. De offentlige registrene (f.eks. Husdyrregisteret, SSB) baserer seg på de samme datakildene.

Datainnsamlingene driftes i hovedsak av samvirkeforetak i jordbruket og/eller Animalia. I tillegg benyttes husdyrkontrollene av avlsorganisasjonene til beregninger av avlsverdier og avlsmessig framgang for egenskaper som er inkludert i avlsmålene for de ulike husdyrartene. Valg av egenskaper som inngår i avlsmålene er i hovedsak knyttet til de som har betydning for bondens økonomi, direkte eller indirekte. I «Klimakalkulatoren», der alle Holos-gårdsmodellene inngår som et ledd i jordbrukets arbeid med å redusere utslipp og oppfylle forpliktelsene i klimaavtalen med Staten, samles og sammenstilles informasjon fra disse databasene.

Dersom Klimakalkulatoren får bred oppslutning fra alle produksjoner framover, har den stort potensial for å bli et viktig dokumentasjonsverktøy for jordbrukets klimatiltak over tid på aggregert nivå. Datastrømmen til kalkulatoren er sentralt organisert, og beregningene vil være transparente og etterprøvbare. Bondens økonomi, optimalisering av drifta og klimagassutslipp hører ofte nøye sammen.

Samlet gir disse omfattende datamengdene, i tillegg til å beskrive en nåtidssituasjon, store muligheter for å beskrive utviklingen i husdyrproduksjonene både retrospektivt og prospektivt. For mange formål er nettopp dette en av hovedhensiktene med databasene. For produsentene er husdyrkontrollene viktige for egen produksjonsstyring og som databidrag inn i det felles avlsarbeidet.

Databasene er tilrettelagt for å registrere relativt detaljert informasjon om husdyrene våre helt ned på individnivå. En stor del av datamaterialet er i seg selv typiske aktivitetsdata, fordi de registreres år etter år og med samme måleenhet/metodikk. Det betyr at de også har potensiale til å fungere som indikatorer på endringer som skjer i de ulike husdyrproduksjonene, og som også har (miljø) effekter utenfor produksjonene. Data som foreligger på detaljnivå (f.eks. data på enkeltindivider) må i mange tilfeller kombineres med andre før de kan fungere som indikator(er). Generelt vil mange av disse indikatorene etter vår oppfatning oppfylle generelle krav til indikatorer som beskrevet innledningsvis.

En oversikt over de viktigste databasene og deres funksjon er beskrevet i Tabell 5.13. Tabellen viser en oversikt over hvem som eier og/eller drifter databasene på vegne av eierne av dataene (bøndene). Videre gir tabellen en oversikt over produsentenes oppslutning rundt bruk av medlemsskap i databasene (husdyrkontrollene er i hovedsak frivillige) og på hvilket nivå dataene foreligger (individnivå eller gruppenivå). Tabellen viser også en grov oversikt over hvilke grupper av egenskaper som inngår i registreringene, men ikke i detalj, og heller ikke i hvor stor grad det er dekning av registreringer for hver enkelt egenskap. Til tross for generelt god oppslutning om medlemsskap i en husdyrkontroll, er det stor variasjon i dekningsgrad på frivillig registrering av de ulike egenskapene der produsentene selv legger inn data. Klare svar på dette vil kreve en tilsvarende gjennomgang av disse databasene som for arbeidet som er utført for grovfôranalysene. Det vil derfor føre for langt i omfanget for denne rapporten å beskrive databasene på detaljnivå og gå nærmere inn på i hvilken grad de ulike registreringene samlet eller hver for seg vil kunne ha en funksjon som indikatorer.

Enhver endring i egenskaper hos husdyr som bidrar til å optimalisere produksjonen kan i utgangspunktet bidra til å redusere utslipp av klimagasser fra jordbruket, enten direkte ved å redusere antall produksjonsdyr, eller ved å redusere utslipp per produsert enhet. Endringene kan imidlertid også påvirke endringer andre steder i produksjonssystemet, for eksempel på arealbruk. Eksempler på egenskaper på individnivå som registreres i husdyrkontrollene, og som kan ha nytte som indikatorer, enten alene eller i kombinasjon med andre data, er illustrert i praksis i Kapittel 6 for svinproduksjonen, og i Kapittel 7 for storfeproduksjonen (melkeytelse og slakteproduksjon på okser). Dette er gode eksempler på indikatorer som registreres i husdyrproduksjonene, og det finnes flere andre. Dette omtales derfor ikke mer i detalj i dette kapitlet.

Tabell 5.13. Oversikt over viktige databaser og deres funksjon

Database	Driftes av/eies av	Oppslutning/ registreringsandel	Data fra	Egenskaper
Husdyrkontroller				
Kukontrollen	TINE/Mimiro	98	Individ	Helse, fôring, produksjon, kvalitet melk og slakt
Geitekontrollen	TINE/Mimiro	93		
Storfekjøttkontrollen	Animalia, TYR, slakteriene	70	Individ	Produksjon, slakt, helse
Sauekontrollen	Animalia, NSG	40		
InGris	Animalia, NORSVIN	100 (avlstdyr)	Individ/gruppe nivå	Produksjon, slakt, fôrforbruk, helse
Slaktekylling	KLF, Nortura, Norsk kylling	100	Innsettnivå	Produksjon, slakt, fôrforbruk, helse
Egg	KLF og Nortura			
Andre				
Slaktestatistikker	Animalia	100	Individ	Alder, vekt, rase, kjønn m.m.
Dyrehelseportalen	Animalia, TINE, Geno	90	Individ/gruppenivå	Helseregistreringer
Avlsorganisasjoner:				
Geno			Avlsverdier/genetikk Semin/parings data Avlsmessig framgang	
Tyr				
Norsvin				
NSG				
Klimakalkulatoren	Landbrukets klimaselskap SA Landbrukets dataflyt SA	I startfase	Husdyrkontrollene Animalia Regnskapskontorer Kraftfôrleverandører Offentlige registre	

6 Tiltak og indikatorer for reduksjon av klimagassutslipp i svineproduksjonen

6.1 Bakgrunn

Tiltak som svinenæringen kan gjennomføre på eget initiativ, klimaavtalens del A, er blant andre: avlsarbeid, bedre gjødselhåndtering og overgang til fossilfri oppvarming og energibruk. Endringer i svineproduksjon som er direkte konsekvens av endring i etterspørsel etter mat produsert i Norge, faller inn under del B i klimaavtalen hvor tilhørende tiltak er regjeringens ansvar. Avtalen presiserer at selv om effekten av tiltak i del A og del B sammen skal bidra til det totale utslippskuttet, skal tiltak i del A utgjøre en vesentlig del. Tiltak i del B, forbruksendringer, vil omfatte endring i etterspurt mengde mat som indirekte vil medføre reduksjoner i klimagassutslipp fra jordbruket (se Prestvik mfl., 2022).

Av kjøttslagene er svinekjøtt det mest foretrukne i Norge med et forbruk på 20,2 kg (2020) per innbygger og år (animalia.no). Selv om norskprodusert svinekjøtt er blant de animalske matvarer med lavest utslipp per kg spiselig vare (Bonesmo & Enger, 2021), er det i ett av alternativene i Klimakur 2030 gjort beregninger av en reduksjon i konsumet av svinekjøtt på 40 % innen 2030 (Klimakur2030, Mittenzwei mfl., 2020). Bakgrunnen for dette kan henge sammen med at svinekjøtt er kategorisert som rødt kjøtt i Helsedirektoratets kostråd (Helsedirektoratet, 2016). Kostrådet for rødt kjøtt gjelder samlet for de tre kjøttslagene, men utslippene av klimagasser pr kg produsert mengde er ulike for de tre kjøttslagene. Utslppsreduksjonen per person ved å bytte ut svinekjøtt med fisk, fjørfe eller vegetabiliske matvarer vil antagelig være liten sammenlignet med reduksjon av de andre kjøttslagene. Det er likevel slik at det på grunn av svineproduksjonens størrelse vil være verdt å arbeide for reduserte utslipp i produksjonen. Siden svinekjøtt i stor grad produseres på norske ressurser, vil arbeidet med utslppsreduksjoner i svineproduksjonen for å oppfylle klimaavtalens del A ikke medføre eksport av utslipp fra landet.

I dette kapittel presenteres indikatorer for tiltak i svineproduksjonen som kan redusere klimagassutslipp (klimaplanens del A). Indikatorene er gruppert i:

- Indikatorer for tiltak som bør kunne reflekteres direkte i klimagassregnskapet. Dette er effektiviseringstiltak som medfører færre dyr for å oppnå samme mengde produsert svinekjøtt
- Indikatorer for tiltak som medfører reduserte utslipp i andre produksjoner eller i andre land
- Indikatorer for tiltak som avhenger av spesifisering av effekt gjennom utslippsfaktorer

6.2 Indikatorer for effektiviseringstiltak

Framgang i produktivitet er et viktig tiltak for lavere utslipp fra svineproduksjonen. Klimagassutslipp per kg svineslakt produsert i Norge i 2019 er beregnet til 2,34 kg CO₂ ekv. per kg slakt fra slaktegris, og 2,47 kg CO₂ ekv. per kg slakt fra purker (Bonesmo & Enger, 2021). Beregningen er basert på tall fra Ingris-statistikken for 632 besetninger. Klimagassutslippene er beregnet for hele dyrets levetid. Utslippene som følger dyret fra smågrisperioden, som også inkluderer utslipp fra purker, er for 2019 beregnet til 51,9 kg CO₂ eq. per 30 kg smågris. Det ble beregnet en markert årlig nedgang fra 2014 til 2019 i klimagassutslipp beregnet per kg slakt fra slaktegris, med 6,0 % lavere utslipp i 2019 enn i 2014

(Tabell 6.1). Beregnede utslipp per 30 kg smågris, viste det samme mønsteret over tidsperioden, med 11,1 % lavere utslipp i 2019 enn i 2014. Beregnede klimagassutslipp per kg slakt fra purker indikerer tilsvarende effekt av produktivetsframgang også i rekruttpurkeperioden, ettersom alle år etter 2014 hadde lavere beregnede utslipp per kg slakt fra purker. For inndelingen av 2019 data i prestasjonsgrupper, er utslippene per kg slakt fra slaktegriser for den lavest presterende tredjedelen 7,8 % høyere en utslippene fra den middels tredjedelsgruppen, mens den beste tredjedelsgruppen hadde 7,7 % lavere utslipp enn den midterste gruppen.

Tabell 6.1. Beregnet klimagassutslipp per produserte enhet i norsk svineproduksjon i kg CO₂ ekv. per kg slaktevekt (SL) for slaktegris og purker, og i kg CO₂ ekv. per kg levende 30 kg smågris (LV), fra og med 2014 til og med 2019, og for de tredjedels laveste, medium og beste besetninger i 2019, basert på data fra Ingris

Dyre-Kategori	Enhet	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Laveste 1/3	Middels 1/3	Beste 1/3
Slaktegris	kg CO ₂ ekv. (kg SL) ⁻¹	2,49	2,45	2,41	2,37	2,35	2,34	2,56	2,36	2,16
Purker	kg CO ₂ ekv. (kg SL) ⁻¹	2,53	2,38	2,41	2,4	2,36	2,47	2,39	2,48	2,5
Smågris	kg CO ₂ ekv. 30 (kg LV) ⁻¹	58,5	56,9	56,1	53,2	53,1	51,9	57,5	53	49,1

Bonesmo & Enger (2021) undersøkte hvilke produksjonskarakteristikker som bidro mest til produktivetsframgangen og dermed lavere klimagassutslipp per produsert enhet. Endring i fôrutnytting, “feed conversion ratio”, FCR, er den avlskarakteristikken som har størst effekt på endring i klimagassutslipp per produktenhet i norsk svineproduksjon. Også i undersøkelser i andre land er det funnet tilsvarende sammenheng mellom forbedring i FCR og nedgang i klimagassutslipp per produsert enhet (e.g. Reckmann & Krieter, 2013; McAuliffe mfl., 2017). I norsk svineproduksjon har forbedring i FCR vært vektlagt i mer enn 60 år (Martinsen, mfl. 2016), bakgrunnen for dette er antagelig høye fôrkostnader. For norske svinebesetninger i Ingris-systemet synes FCR å være bedre enn i andre vesteuropeiske land (Devers, 2012; Reckmann & Krieter, 2013; MacLeod mfl., 2013; McAuliffe mfl., 2017; Hoste, 2020). Selv etter mange år med vektlegging av FCR i avlsarbeidet har det vært forbedring i FCR også de seneste år (Tabell 6.2), noe som skyldes forbedringer i avlsteknikken ved innføring av genomisk seleksjon.

Tabell 6.2. Utvikling i fôrutnytting, “feed conversion ratio”, FCR, i MJ nettoenergi per kg levendetilvekst (LV) for slaktegris og smågris, fra og med 2014 til og med 2019, og for de tredjedels laveste, medium, og beste besetninger i 2019, basert på data fra Ingris

Dyre-Kategori	Enhet	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Laveste 1/3	Middels 1/3	Beste 1/3
Slaktegris	MJ NE (kg LV) ⁻¹	24,1	23,9	23,6	23,6	23,3	23,3	24,9	23,3	21,6
Smågris	MJ NE (kg LV) ⁻¹	16,5	15,9	15,7	15	15	15,2	15,8	15,8	14,6

Tabell 6.3. Utvikling i antall levende avvendte smågris per purke og år, fra og med 2014 til og med 2019, og for de tredjedels laveste, medium og beste besetninger i 2019, basert på data fra Ingris

Dyre-Kategori	Enhet	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Laveste 1/3	Middels 1/3	Beste 1/3
Smågris	Antall	24,3	25,2	25,9	26,9	27,1	27,9	23,6	27,5	30,4

Antall avvente grisunger per purke er den produksjonskarakteristikk som nest etter FCR har størst sammenheng med klimagassutslipp (Bonesmo & Enger, 2021). Fra 2014 til 2019 var det en økning på 15 % i antall avvente grisunger per purke og år i norsk svineproduksjon (Tabell 6.3). Framgangen i

antall avvente grisunger per purke og år har sin bakgrunn i hovedsak tre faktorer: (1) bruk av ny Yorkshire-breed som hybridpurke, (2) generell genetisk framgang gjennom avlsprogrammet, og (3) forbedringer i driftsmessige forhold, inkludert dyrevelferd, på gården. Tilsvarende fant Reckmann & Krieter (2013) i en undersøkelse av svineproduksjon i Tyskland hvor det ble påvist sterk sammenheng mellom antall levende avvendte grisunger per kull og klimagassutslipp per produsert enhet svineslakt. Gjennomsnittlig antall levende avvendte per kull i norsk svineproduksjon var i perioden 2014, 13,2, og i 2019, 14,5. Et høyt antall avvente grisunger per purke og år fører til at purkas fôrforbruk kan fordeles på et større antall slaktegriser og på den måten redusere det totale fôrforbruket i produksjonen. En sammenligning av norske svineproduksjonstall med tall fra seks europeiske land fra 2018, viste at norsk svineproduksjon ville vært mellom nummer fire og fem, med 27,1 slaktegriser per purke og år (Hoste, 2020).

Fra 2016 har det vært en målsetting at innen 2024 skal alle foredlingsbesetninger, som et første steg mot forbedring i hele svineproduksjonen, ha gått over til såkalt spesifikk patogenfri produksjon (SPF). Oversikt over SPF-besetninger helsetjenesten for gris. Hovedforskjellen mellom SPF-besetninger og ikke-SPF-besetninger er fraværet av APP bakterien i SPF-besetninger, noe som er et resultat av høyere krav til hygiene og andre biosikkerhetstiltak. Dette får effekter både i smågris- og slaktegrisproduksjonen ved bedre FCR, høyere tilvekst og lavere dødelighet. Når motivasjonen for endring til SPF gjerne er problemer med MSRA eller andre sykdommer, indikerer dette at effekten av SPF kan tillegges systemet *per se* og ikke særskilt kompetanse hos driverne av SPF-besetninger. For besetninger i Ingris-statistikken i 2019 er det beregnet lavere klimagassutslipp per kg slakt for SPF-besetninger enn andre besetninger (Bonesmo & Enger, 2021). Klimagassutslippene per kg slaktevekt ble beregnet til 5,7 % lavere for slaktegris, og 7,1 % lavere fra purker. For smågris med 30 kg levende vekt ble det beregnet 9,6% lavere klimagassutslipp.

Et annet mulig produktivitetstiltak for å redusere klimagassutslipp fra norsk svineproduksjon er ikke-kasteringen av råner. Kastrering er vanlig praksis i Norge og blir gjennomført for å unngå rånemark hos kjøttet. Det er en betydelig bedre FCR, høyere vekstrate, og også lavere fettandel, hos ikke-kastrerte hanngriser i forhold til kastrerte hanngriser, og internasjonalt er produksjonen av ikke-kastrert gris økende. Om hanngrisslakt med rånemark kunne bli selektert vekk på slaktelinjen, kunne ikke-kasting være et produktivitetstiltak for lavere klimagassutslipp dersom andelen av ukastrert hanngris med rånemark er tilstrekkelig lav. Beregning av klimagassutslipp for slakt fra råner fra råneteststasjonen, uten ut-selektering, tyder på at det kan være omkring 10 % lavere klimagassutslipp per produsert enhet slakt fra ikke-kastrerte råner enn sammenlignet med slakt fra kastrater og hunngris.

Det nasjonale klimagassregnskapet (NIR) beregner årlige tall for utslipp. For beregningen av utslipp fra husdyrproduksjonene brukes utslippsfaktorer som gjelder for dyr som lever gjennom hele året, i.e. årsdyr. Som input til NIR, aktivitetsdata, beregnes antall årsdyr for ulike kategorier av husdyr hvor det finnes tilhørende utslippsfaktorer. For gris beregnes det i gjeldende metodikk årsdyr for kategoriene avlspurke, slaktegris, smågris og råne. Utgangspunktet for årsdyrberegning for avlspurke og avlsråne er produksjonstilskuddsdata (PT), mens slaktestatistikk brukes for årsdyrberegning for slaktegris. Fra PT beregnes antall årspurker og årsråner som et gjennomsnitt av antall dyr i kategoriene ved de to telledatoene, 1. mars og 1. oktober. Siden purker og råner lever lenger enn ett år, vil beregningen basert på PT kunne gi rimelige estimat for kategoriene, men det er likevel en svakhet at metoden ikke reflekterer ulike utskiftningsrater for avlsdyr mellom besetninger, og at det av ulike årsaker kan være et annet dyretall ved telledatoer enn gjennom resten av året. Slaktestatistikken som ligger til grunn for beregning av antall årsdyr i kategoriene slaktegris og smågris framskaffer tall for alle slaktegriser levert slakteriene gjennom hele året, og gir dermed et svært godt utgangspunkt for årsdyrberegning. Metodikken i dag bygger imidlertid på faste faktorer for sammenhengen mellom antall slaktede dyr og årsdyr i kategoriene slik at effekter på beregnet klimagassutslipp som følge av forbedringer i fôrutnytting og antall avvente smågris per purke ikke vil bli fanget opp i tilstrekkelig grad. For å sikre

at effektivitetsendringer i svineproduksjonen, slik de er beskrevet i dette delkapitlet, reflekteres i NIR har derfor Miljødirektoratet bedt om at det i 2022 utarbeides forslag til en mer dynamisk metodikk for beregning av årsdyr i svineproduksjonen (Bonesmo & Enger, 2022).

Oppsummering

Avlsmessig framgang i produksjonskarakteristikker, hvor de viktigste er fôrutnytting og antall levende avvendte grisunger per purke, og driftsmessige tiltak som SPF-produksjonssystem (spesifikk patogenfri) og ikke-kastrering av råner er effektiviseringstiltak som vil øke produksjonen uten at dyretallet øker. Disse effektiviseringstiltakene innen både avl og drift vil også medføre lavere klimagassutslipp. Dagens metodikk for beregning av aktivitetsdata for gris (i.e. årsdyr) til NIR er imidlertid for statisk til å fange opp effekten av disse tiltakene. Videre fanger gjeldende metodikk i NIR ikke opp nedgang i utslipp av enterisk metan som følge av endring i sammensetningen av svinepopulasjonen. Miljødirektoratet har derfor bedt om at det i 2022 utarbeides forslag til en mer dynamisk metodikk for beregning av årsdyr i svineproduksjonen, og også forslag til metodikk for beregning av enterisk metan som skiller mellom de ulike kategorier av gris.

6.3 Indikatorer for redusering av utslipp i andre produksjoner eller andre land

I det nasjonale klimagassregnskapet er klimagassutslipp fra husdyrgjødsel i bygninger, lager og bruk, samt enterisk metan fra grisen de utslipp som knyttes direkte til svineproduksjonen. Ved beregning av klimagassutslipp per produsert enhet er imidlertid utslipp knyttet til fôr den største kilde for gris (Bonesmo & Enger, 2021). En bærekraftig effektivisering av svineproduksjonen ved implementering av tiltakene beskrevet i foregående kapittel innebærer et lavere fôrbehov per produsert enhet, og vil dermed også bidra til lavere klimagassutslipp fra planteproduksjon både i Norge og i andre land til fôrråvarer for svineproduksjonen.

Den største gevinsten i klimagassgassreduksjon knyttet til svineproduksjonen kan likevel oppnås gjennom tiltak knyttet til fôret *per se*. Klimagassutslipp fra svinefôr varierer mellom verdensdeler avhengig av tilgjengelige råvarer, og det er særlig utslipp fra endringer i arealbruk (Land Use Change, (LUC) som følge av soyadyrking som skaper variasjonen (MacLeaod mfl., 2013). For å unngå at det skapes klimagassutslipp i andre land, «eksport av klimagassutslipp», samtidig som det bidras til landets matsikkerhet, er høy andel av norskprodusert fôr en målsetting for norsk svineproduksjon. Grisen utnytter fôr laget av bygg bedre enn fjørfe og fisk, slik at importandelen i fôr til gris vil kunne være vesentlig lavere enn for fôr til andre ikke drøvtyggende dyreslag; typiske verdier for norskandel i fôr til gris, fjørfe, og fisk er henholdsvis 70%, 40%, og 10% (Animalia, 2020). Høyere norskandel i fôret vil være en god indikator for lavere risiko for «eksport av klimagassutslipp».

Byggbasert kraftfôr utgjør den største andelen av svinefôret i Norge; 4414,8 mill MJ nettoenergi (Landbruksdirektoratet, 2019), men fôr basert på ulike biprodukter utgjør også en vesentlig andel. Fôr basert på resirkulering av mat, for det meste brødprodukter, bidrar med minst 232,2 mill MJ nettoenergi, og fôr basert på biprodukter fra meierindustrien, myse og overskuddsmelk, bidrar med minst 264,0 mill MJ nettoenergi (Bonesmo & Enger, 2021). Et konservativt estimat blir derfor at fôr basert på disse biproduktene utgjør 10 % av det totale fôret til svineproduksjonen i Norge. Kostnaden for biproduktene til fôrproduksjon er neglisjerbare, og dersom klimagassutslipp allokeres (fordeles) etter økonomisk verdi, blir derfor utslipp for svinefôr basert på biprodukter veldig lavt, og kan i praksis settes til null (Landquist mfl., 2020). Bruk av biprodukter fra brøddvarer og meierivarer bidrar derfor til lavere utslipp både per enhet svineslakt, og også ved redusert behov for planteproduksjon i

Norge og andre land. Endring av bruk av disse biproduktene vil være en indikator for endring i klimagassutslipp fra norsk svineproduksjon.

Når norsk-kornandel utgjør 70% av kraftfôret til gris, og biprodukter fra brøddvarer og meierivarer 10%, er den totale norske andelen i svinefôret 80%, slik at norsk andel av svinefôr er på tilsvarende nivå som for melkekyr (Animalia, 2020). En tilnærmet 100% norsk andel er mulig for svinefôr dersom kjøttbeinmel fra fjørfe blir brukt som proteinråvare. I 2001 innførte EU forbud mot bruk av kjøttbeinmel til alle husdyrslag etter at det siden 1990 og 1994 hadde vært forbud mot bruk av kjøttbeinmel i drøvtyggerfôr i henholdsvis Norge og EU. Bakgrunnen for forbudene var risikoen for kugalskap, en sykdom i gruppen TSE (transmissible spongiform encephalopati). Det var spesielt frykten for videre smitte til mennesker av den uhelbredelige hjernesykdommen «new variant-Creutzfeldt Jacobs Disease» (nv-CJD) som var drivkraften bak disse inngripende forbudene mot bruk av en spesifikk råvare til dyrefôr. Forbudene medførte en sterk økning i import av soya fra USA og Sør-Amerika til husdyrproduksjon i Norge og Europa slik at kraftfôr kunne produseres uten kjøttbeinmel (Sanson m.fl 2021).

Kjøttbeinmel har høyere proteinprosent enn soya og bruk av kjøttbeinmel i kraftfôrproduksjonen åpner derfor for høyere andel norsk korn i fôrreseptene. For eksempel vil 10 000 tonn soyamel kunne erstattes med 8500 tonn kjøttbeinmel og 1500 tonn norskprodusert korn. Dagens norske husdyrproduksjon vil kanskje kunne gi en mengde av omkring 50 000 tonn kjøttbeinmel per år. Dette volumet er likeverdig med nær 60 000 tonn soyamel per år omregnet på proteinbasis. Med bakgrunn i ønske og bærekraftige løsninger i næringslivet, inkludert næringsstoffsirkulasjon, har det vært diskutert lettelse i regelverket lenge, og fra og med september 2021 ble det både i Norge og EU lovlig å benytte kjøttbeinmel fra fjørfe til gris og motsatt. Forutsetningene er fullstendig separate transport- og produksjonslinjer for råvarer og fôr fra gris og fjørfe. Denne separasjonen gjelder altså helt fra ulike slaktelinjer til ferdig fôrprodukt blir konsumert.

Det har vært vanlig å allokere (fordele) alle klimagassutslipp fra svine- og fjørfekjøttproduksjonen til spiselig produkt. Utgangspunktet for beinmelproduksjon av slakteribiprodukter fra fjørfe vil med dette ikke være tillagt klimagassutslipp. Klimagassutslipp for fôr produsert med fjørfebeinmel vil derfor bare omfatte utslipp skapt i prosesseringen av slakteribiproduktene til fôr. Dersom soya i svinefôr erstattes med fjørfebeinmel vil klimagassutslipp fra produksjon, transport og prosessering av soya, samt utslipp knyttet til LULUCF av soyaproduksjonen erstattes med de betydelig lavere utslipp fra prosessering av slakteribiprodukter. Også ved en eventuell bruk av faktorer som allokterer (fordeler) noe utslipp knyttet til produksjonen av fjørfe til slakteribiproduktene, vil den beregnede gevinsten i utslippsreduksjon for bruk av fjørfebeinmel i svinefôret være høy (Campos mfl., 2020).

Mengder av bruk av biprodukter fra bakerier og meierier, samt gjenopptakelse av tidligere praksis med bruk av kjøttbeinmel fra fjørfe til fôr for gris vil være indikatorer for lavere klimagassutslipp i andre næringer og andre land. Bruk av biprodukter vil også medføre lavere utslipp per produsert enhet, men graden av reduksjon i beregnet klimagassutslipp per produktenhet vil avhenge av hvilken allokeringsfaktortilnærming som velges. For beregnede utslipp som knyttes til svineproduksjonen i NIR vil imidlertid disse effektene ha mindre betydning siden effekten av disse tiltakene i hovedsak medfører utslippsreduksjoner i andre produksjoner eller i andre land.

Oppsummering:

En bærekraftig effektivisering av svineproduksjonen ved implementering av tiltak som innebærer et lavere fôrbehov per produsert enhet, vil bidra til lavere klimagassutslipp fra planteproduksjon både i Norge og andre land til fôrråvarer for svineproduksjonen. Den største gevinsten i klimagassgassreduksjon gjennom tiltak i svineproduksjonen kan likevel oppnås gjennom endringer i fôret *per se*. Bruk av biprodukter fra bakerier og meierier vil redusere utslipp både fra planteproduksjon i Norge og andre land. Det foreligger ingen statistikk for bruk av slike biprodukter i svineproduksjonen, men i henhold til anslag for 2020 utgjør slike biprodukter 10 % av det totale fôret

til svineproduksjonen i Norge. Fra og med september 2021 ble det lovlig å benytte kjøttbeinmel fra fjørfe til gris, og gjenopptagelse av praksisen med bruk av kjøttbeinmel fra fjørfe i svinefôret vil kunne øke den allerede høye norsk-andelen i svinefôret til tilnærmet 100%. Kjøttbeinmel fra fjørfe vil kunne erstatte bruk av importert proteinråvare, og dermed føre til lavere utslipp i slike produksjoner i andre land.

6.4 Indikatorer for tiltak som avhenger av spesifisering av effekt gjennom utslippsfaktorer

Lagringsmåte for husdyrgjødsel har innvirkning på utslipp av ammoniakk (NH_3), lystgass (N_2O) og metan (CH_4), og tak over gjødsellager har blitt foreslått som klimagassutslippsreducerende tiltak også for gjødsellager for grisejødsel (Klimakur 2030) Imidlertid beregnet Rivedal mfl. (2022), etter gjeldene metodikk i NIR, at det ved å legge tett dekke på alle utendørs lager for bløt grisejødsel i 2020 ble en økning lystgassutslipp på totalt 1,8 tonn N_2O per år. I metanmodellen for husdyrgjødsel som blir brukt i det norske utslippsregnskapet, er MCF (metan conversion factor) for åpne utendørs lager 0,15, mens den er 0,09 for lager med for alle husdyrgjødseltyper og alle typer dekke (NIR 2021), med unntak av for grisejødsel hvor kun gjødselkum med annet flytende dekke gir reduksjonen fra 0,15 til 0,09 MCF. Unntak for grisejødsel skyldes at det ikke blir dannet skorpe på grisejødsel selv om nedbøren holdes vekk. For at metan i grisejødsel skal bli oksidert til CO_2 må det legges et porøst dekke av for eksempel halm eller lecauler. Rivedal mfl. (2022) beregnet at effekten av å legge på et porøst dekke på all grisejødsel, som i 2020 var lagret i åpne lager, utgjorde omkring 280 tonn CH_4 , tilsvarende 7000 tonn CO_2 -ekvivalentar. Imidlertid øker faktoren for direkte lystgassutslipp fra åpne lager med grisejødsel til lager med annet flytende dekke fra 0 til 0,00025 kg $\text{N}_2\text{O-N/kg}$ Nex. I tillegg til denne kompleksiteten i gjeldende metodikk for beregning av utslipp fra lagring av svinejødsel, kommer usikkerheten i utslippsfaktorene. I et utredningsoppdrag fra Miljødirektoratet anbefalte Morken mfl. (2013) en MCF for svinejødsel på 0,035 for bruk i det norske klimagassregnskapet. Dersom 0,035 er en riktigere verdi for MCF enn 0,15, vil effekten av tiltak ment å redusere metanutslipp fra svinejødsel, inkludert biogassproduksjon, gi en betydelig lavere gevinst enn det som beregnes ved gjeldene metodikk. Det er derfor vanskelig å peke på indikatorer knyttet til lagring av svinejødsel for reduserte klimagassutslipp før beregningsmetodikken underbygges av målinger utført under norske forhold.

Oppsummering:

Lagringsmåte for husdyrgjødsel har innvirkning på utslipp av ammoniakk (NH_3), lystgass (N_2O) og metan (CH_4). Det er imidlertid knyttet stor usikkerhet til størrelsen av disse utslippene under norske forhold, og det er derfor vanskelig å peke på indikatorer knyttet til lagring av svinejødsel for reduserte klimagassutslipp før beregningsmetodikken underbygges av målinger.

7 Sammenhenger mellom fôr- og husdyrproduksjoner

7.1 Innledning

I det nasjonale klimagassregnskapet for jordbrukssektoren blir klimagassutslipp fra husdyr- og planteproduksjon beregnet og vurdert separat. I praksis er produksjonene integrerte systemer der tiltak for reduserte klimagassutslipp i husdyrproduksjonen kan påvirke arealbehovet og bruken av innsatsfaktorer til gras- og kornproduksjonen, og vice versa. Dette vil igjen påvirke de totale klimagassutslippene fra begge produksjoner. En omlegging til hyppigere høstinger innen sesong i grovfôrproduksjonen vil kunne øke fordøyeligheten av grovfôret. For eksempel kan slike endringer i grovfôr kvalitet da gi redusert kraftfôrbehov, som igjen kan bidra til et redusert arealbehov for norsk korn og dermed reduserte klimagassutslipp. På den andre siden kan endringene gi plass for mer norsk korn i kraftfôret. Økt grovfôr kvalitet (tidligere slått) betyr vanligvis lavere avlinger per dekar og dermed økt behov for engareal. Økt N-gjødsling av enga, eller innføring av andre agronomiske tiltak, kan muligens kompensere helt eller delvis for nedgangen i avlingsmengde. Økt N-gjødsling kan på sin side resultere i økte lystgassutslipp. Et grovfôr med høy fordøyelighet (lite fiber) kan redusere metanproduksjonen fra vomma på drøvtyggere (enterisk metan). Ytelsesnivået per ku kan også påvirke arealbruken på flere måter: ved fast kvote vil økt melkeytelse per ku redusere behovet for melkekyr og dermed behovet for grovfôrareal. I tillegg er kraftfôrnivået avhengig av grovfôr kvaliteten.

Hvordan alle disse effektene på enkeltkilder slår ut på de totale klimagassutslippene fra jordbruket og arealbruk er ikke uten videre enkelt å forutsi. Bruk av gårdsmodeller er en aktuell metodikk for å belyse sammenhenger mellom plante- og husdyrproduksjon på klimagassutslipp og arealbruk. Det er metodisk utfordrende å gjøre dette, men i denne utredningen vil vi belyse koblinger og effekter som ikke blir fanget opp om produksjonene vurderes separat. Vi har valgt å bruke kombinert melk- og storfekjøttproduksjon som et eksempel for å belyse sammenhengene mellom husdyr- og planteproduksjon.

Resultatene vil være avhengig av forutsetninger og beregningsmetodikk. Forutsetningene er valgt for å vise variasjon i input, og resultatene presentert her må ses på som en demonstrasjon av sammenhenger og ikke nødvendigvis et forsøk på å gi et mest mulig realistisk eller riktig bilde av forventet avlingsmengde, mineralgjødselforbruk og ytelsesnivå i husdyrproduksjonen. Resultatene vi presenterer er basert på en rekke av enkeltstående forutsetninger som ikke nødvendigvis er representative eller realistiske for alle reelle norske gårdsbruk. Resultatene presentert i denne delrapporten er derfor kun ment for å illustrere hvilke sammenhenger som finnes mellom husdyr- og planteproduksjon, og konkrete tall må ikke brukes til andre formål enn definert her. Systemgrensen settes til norsk territorium, det vil si at arealbruk fra importerte fôrråvarer, eksempelvis soya, ikke er inkludert.

7.2 Valgte problemstillinger i plante- og husdyrproduksjonen

Kombinert melk- og storfekjøtt ble valgt som et eksempel for å undersøke sammenhengene mellom husdyr- og planteproduksjon på klimagassutslipp og arealbruk, både på gårdsnivå og oppskalert til nasjonalt nivå. Konkrete problemstillinger som er vurdert og forutsetninger beskrives under.

7.2.1 Slåttesystem (to vs. tre slåtter)

To regioner ble valgt som et utgangspunkt for å få variasjon i avlingsnivå: Østlandet flatbygder (AK-sone 1 og 3) og Østlandet andre bygder (AK-sone 5A). To slåttesystem ble vurdert, et toslått- og et treslåttssystem. Et system med tre slåtter tilsier at graset høstes ved et tidligere utviklingsstadium, og vil ha et høyere energiinnhold. Den forutsatte grovførkvaliteten i de to slåttesystemene var henholdsvis 0,8 og 0,9 FEm/kg TS. For toslåttssystemet ble det forutsatt et sjuårig rotasjonssystem med eng, mens for treslåttssystemet ble det forutsatt fireårig rotasjon. Rotasjon med korn som atlegg ble ikke vurdert. I atleggsåret ble det forutsatt noe lågere avling enn i engårene. Et gjennomsnitt over alle år, inkludert atleggsår, ble brukt som avlingsnivå i beregningene. I treslåttssystemet ble det forutsatt økt bruk av N-gjødsel per dekar, basert på gjødselnormer. I tillegg ble det vurdert et alternativ hvor avlingsmengden økes 20 % for treslåttssystemet, forutsatt samme botaniske sammensetning, uten økt bruk av mineralgjødsel. Dette kunne oppnås ved implementering av ulike agronomiske tiltak, som eksempelvis presisjonsgjødsling, drenering og kalking (Bardalen et al., 2018). Tabell 7.1 viser forutsatt brutto grovfôravling og N-gjødsling for de to slåttesystemene. Alle oppgitte avlinger her er brutto, det vil si stående avling over stubbehøyde ved høstetidspunkt. I beregningene ble det derfor i tillegg forutsatt 10 % svinn til og med fôrbrettet. Tiltak for å redusere svinnet kunne også bidra til større utbytte enn i utgangssituasjonen uten å øke bruken av N-gjødsel eller andre innsatsfaktorer.

7.2.2 Botanisk sammensetning (kløverinnslag)

De to slåttesystemene (2 eller 3 slåtter) ble kombinert med to nivåer av kløverinnslag lite og mye kløver. Ved et høyt innslag av kløver kan grovførkvalitet og avling oppnås med lavere bruk av N-gjødsel enn ved lavt kløverinnslag. Det ble forutsatt mer N-gjødsel i toslåttssystemet enn i treslåttssystemet med mye kløverinnslag (Tabell 7.1). Dette er fordi i et toslåttssystem med langvarig eng (her 7 år med atleggsåret inkludert) vil det etter hvert bli mindre kløver i enga.

Tabell 7.1. Brutto grovfôravling*, N-gjødsling for to slåttesystem og nivåer av kløverinnslag i to jordbruksregioner

Jordbruksregion	Østlandet flatbygder					Østlandet andre bygder				
	Toslåttssystem (0,8 FEm/kg TS)		Treslåttssystem (0,9 FEm/kg TS)		Økt avling ^a	Toslåttssystem (0,8 FEm/kg TS)		Treslåttssystem (0,9 FEm/kg TS)		Økt avling ^a
	Lite kløver	Mye kløver	Lite kløver	Mye kløver		Lite kløver	Mye kløver	Lite kløver	Mye kløver	
Grovfôravling, kg TS/daa	757	714	688	826	688	650	607	538	646	538
N-gjødsling, kg N/daa	22	18	24	24	16	21	18	24	24	16

*stående avling over stubbehøyde ved høstetidspunkt; ^a forutsatt 20% økt avling i forhold til snittet med lite kløverinnslag

7.2.3 Effekt av ytelsesnivået per ku

Effekten av en omlegging fra et toslått- til et treslåttssystem, og dermed økt grovførkvalitet, kan tas ut på to ulike måter i melkeproduksjonen: holde melkeytelsen per ku konstant med lavere kraftforbruk, eller økt melkeytelse per ku med konstant kraftfôrnivå. Ved fast kvote vil en økning i melkeytelsen per ku redusere behovet for antall melkekyr. Både en reduksjon i kraftfôrforbruket og en reduksjon i behovet for melkekyr vil igjen påvirke arealbruken. Effekt av økt melkeytelse per ku ble kun vurdert for jordbruksregion Østlandet flatbygder.

Ytelsesnivået per ku og kraftfôrnivået for grovfôrkvalitet på 0,8 FEm per kg TS og lite kløverinnslag ble basert på resultater fra Driftsgranskningene i hver region (NIBIO, 2021) og TINE (2022). Endring i melkeytelse per ku og kraftfôrnivå som følge av økt grovfôrkvalitet ble basert på Volden (2021).

På samme måte som i melkeproduksjon kan også økt grovfôrkvalitet tas ut på to måter i slakteproduksjonen; økt tilvekst eller redusert kraftfôrnivå med samme tilvekst. I beregningene ble det forutsatt samme tilvekst i alle alternativer, og dermed redusert kraftfôrnivå ved økt grovfôrkvalitet. Slakteveker og slaktealder ble basert på Animalia (2022), mens kraftfôrbehovet ble beregnet basert på fôrnormer og forventet grovfôropptak fra Berg og Matre (2001).

Tabell 7.2. Melkeytelse og kraftforforbruk i melk- og slakteproduksjon for to slåttesystem

	Toslåttsystem (0,8 FEm/kg TS)		Treslåttsystem (0,9 FEm/kg TS)	
			Konstant melkeytelse	Økt melkeytelse
Melkeproduksjon				
melkeytelse per ku og år, liter	7886	7886	7886	8454
kraftfôrforbruk, FEm per ku og år	2750	2750	2750	2081
Slakteproduksjon, ungokser				
kraftfôrforbruk	1961	1688	1688	1688

7.3 Beregning av klimagassutslipp

7.3.1 HoloNor

Klimagassutslipp per kg produkt (kg CO₂-ekvivalenter per kg melk, ku- og kvigeslakt og ungokseslakt) ble beregnet med gårdsmodellen HoloNor, som er tilpasset norsk kombinert melk- og storfekjøttproduksjon (Bonesmo et al., 2013). De direkte og indirekte utslippene av de viktigste klimagassene karbondioksid (CO₂), metan (CH₄) og lystgass (N₂O) beregnes fra vomgjæring, lagring og bruk av husdyrgjødsel og innkjøpt energi, fôr og kunstgjødsel. I tillegg beregnes endring av karboninnhold i jord (nettotap eller lagring av karbon). HoloNor er en kompleks modell, og baserer seg på detaljerte forutsetninger om areal, jordsmonn, klima, forbruk av egne og innkjøpte driftsmidler (for eksempel kunstgjødsel, kraftfôr, strøm og plantevernmidler) og produksjonsresultater i både plante- og husdyrproduksjonen. Utslippene beregnes hovedsakelig ved å bruke utslippsfaktorer fra FNs klimapanel, tilpasset til norske forhold hvor mulig. Modellen krever mange detaljerte input variable, beskrevet under.

7.3.2 Input til HoloNor

En rekke input må legges inn i HoloNor-modellen, i tillegg til avling for eng, kraftfôrforbruk og ytelsesnivå per ku som oppsummert i Tabell 7.1 og 7.2. Antall melkekyr og rekrutteringskviger, samt antall liter melk levert ble basert på data fra Driftsgranskningene for de to inkluderte regionene (NIBIO, 2021). Antall leverte liter melk ble holdt konstant i alle undersøkte alternativ, det vil si at antallet melkekyr ble tilsvarende redusert ved økt melkeytelse per ku. Protein- og fett % for begge jordbruksregioner ble basert på landssnittet i Kukontrollen, hhv. 3,56 og 4,28 % (TINE, 2022). Antall kg ku- og kvigeslakt ble beregnet ut fra på produksjonsinntekt fra kukjøtt og pris per kg kukjøtt uten tilskudd (NIBIO, 2021). Antall kg ungokseslakt ble estimert på tilsvarende måte ved å bruke produksjonsinntekt annet storfekjøtt og pris per kg annet storfekjøtt uten tilskudd. Antall slakta ungokser ble videre beregnet ut fra antall kg ungokseslakt og gjennomsnittlig slaktevekt for NRF

ungokser (Animalia, 2022). Levendevekta på kyr ble satt til 581 kg, beregnet ut fra et vektet snitt av slaktevekter for ku og ung ku og en slakteprosent på 48.

Engareal ble basert på NIBIO (2021) for toslåttsystemet med lite kløver og justert for de andre alternativene i henhold til beregnet behov for surfôr (beregnes i HoloNor basert på antall dyr i besetningen, ytelsesnivåer og kraftfôrforbruk) og avlingsnivå per dekar (Tabell 7.1). Bruk av mineralgjødning i de ulike kombinasjoner av slåttsystem, kløverinnslag og avlingsmengde ble basert på totalbehovet for N per dekar fra Tabell 1, korrigert for N i spredt husdyrgjødning. N i husdyrgjødning beregnes i HoloNor ut fra totalt inntak av råprotein korrigert for proteinet som avleires i ulike produkt (melk, egen tilvekst og foster). Totalforbruk av drivstoff ble justert for antall slåtter og engareal. I analysene ble det valgt å ikke inkludere karbonbalansen i jord fordi det er utfordrende å finne representative tall for en region. Tabell 7.3 viser input til HoloNor for ulike kombinasjoner av slåttsystem, botanisk sammensetning (kløverinnslag) og ytelsesnivåer per melkeku i de to inkluderte regionene.

7.3.3 Totale klimagassutslipp

Totale klimagassutslipp fra kombinert melk- og storfekjøttproduksjon ble beregnet ut fra et produksjonsmål på 1500 millioner liter. Behovet for antall melkekyr nasjonalt for å dekke dette produksjonsmålet ble beregnet ut fra gjennomsnittlig melkeytelse for Østlandet flatbygder i Tabell 1 og leveringsprosent på 93,5 (TINE, 2022). Total storfekjøttproduksjon fra kombibruk ble beregnet ut fra beregnet behov for antall melkekyr og en forutsatt slakteproduksjon per ku og år av okse- og kukvigeslakt på henholdsvis 169 og 135 kg per ku og år, beregnet ut fra gjennomsnittlige slaktevekter, levealder på ku, innkalvingsalder, kalvingsintervall og kalvetap.

Økt melkeytelse per ku vil redusere den totale storfekjøttproduksjonen fra kombibrukene. For å få frem dette holdes storfekjøttproduksjonen konstant, og det forutsettes at underskuddet av storfekjøtt dekkes av ammekuproduksjon. Klimagassutslippet per kg slakt fra ammeku ble forutsatt til 30,6 kg CO₂-ekvivalenter basert på Samsonstuen et al. (2019).

7.4 Arealbehov og mineralgjødning bruk

Beregning av engareal er beskrevet over. Behovet for areal til korn til kraftfôr beregnes i HoloNor ut fra totalt kraftfôrforbruk, og en enkel fôroptimering hvor det beregnes det hvor mye norske produsert korn (og soya) som må til for å dekke behov for energi og protein i det innkjøpte kraftfôret bruket på gården. Arealet til korn beregnes så ut fra antall FEm korn i kraftfôret og et avlingsnivå for korn på 453 FEm per daa (Bonesmo et al., 2013). Både eng/beite- og kornareal ble uttrykt per melkeku for å kunne skalere opp til nasjonalt nivå, forutsatt antall melkekyr beregnet som beskrevet over. Det totale behovet for mineralgjødning i grovfôrproduksjonen ble beregnet ut fra totalbehovet for N per dekar fra Tabell 7.1, korrigert for N i spredt husdyrgjødning og avlinger oppgitt i Tabell 7.3. For kornproduksjon ble det forutsatt 12 kg mineralgjødning per daa, basert på gjødselnormer.

Tabell 7.3. Input til HolosNor for to regioner, slåttssystemer, botanisk sammensetning og ytelsesnivåer

Input	Østlandet flatbygder						Østlandet andre bygder									
	Toslåttssystem (0,8 FEm/kg TS)		Treslåttssystem (0,9FEm/TS)				Toslåttssystem (0,8 FEm/kg TS)		Treslåttssystem (0,9FEm/TS)							
Melkeproduksjon																
meierileveranse, liter							270615						215271			
melkeytelse per ku, liter	7886		7886				8454		7777							
	Lite kløver	Mye kløver	Lite kløver	Mye kløver	Lite kløver	Mye kløver	Lite kløver	Mye kløver	Lite kløver	Mye kløver	Lite kløver	Mye kløver	Lite kløver	Mye kløver		
			Økt avling ^a		Økt avling ^a						Økt avling ^a					
Areal og avling																
engavling, kg TS/daa*	757	714	688	826	688	688	826	688	650	607	538	646	538			
engareal, daa	491	520	521	435	521	468	391	468	508	543	591	493	596			
Mineralgjødning, kg/daa	10	7	15	13	4	14	12	4	11	11	15	14	8			
Dyretall og produksjon																
melkekyr, antall							39		36						31	
Kviger, antall							56		52						48	
Ungokser, antall							12		11						15	
Ku og kvigeslakt, kg							4834		4509						3948	
Innsatsfaktorer																
kraftfôr melkeku, FEm/år	99973		80951				93258		77825		62996					
kraftfôr ungoxer, kg/år	23119		19901				18564		29997		25821					
drivstoff, kroner	61965	65694	98806	77456	86297	88862	74052	83605	61861	65587	107980	90018	88152			
ensileringsmidler, kroner	12243	12243	11828	11828	109281	10638	10638	10639	15348	16410	17860	14889	18023			
plantevernmidler, kr/daa	8639	9159	9184	7653	8527	8259	6883	8261	4498	4810	5325	4364	5282			

*det forutsettes 10% tap til og med fôrbrettet i tillegg; ^aforutsatt 20% økt avling i forhold til snittet med lite kløverinnslag

Tabell 7.4. Utslipp per kg produserte enhet (kg CO₂-ekv./kg produkt) for fett- og proteinkorrigert melk, ku- og kvigeslakt og ungokseslakt for kombinasjoner av slåttesystemer, botanisk sammensetning og ytelsesnivåer i to regioner

	Østlandet flatbygder						Østlandet andre bygder						
	Toslått-system (0,8 FEm/kg TS)			Treslåttssystem (0,9FEm/TS)			Toslått-system (0,8 FEm/kg TS)			Treslåttssystem (0,9FEm/TS)			
Melkeytelse, liter per ku	7886			7886			8454			7777			
Kløverinnslag og avling	Lite kløver	Mye kløver	Lite kløver	Økt avling	Mye kløver	Lite kløver	Økt avling	Mye kløver	Lite kløver	Mye kløver	Lite kløver	Økt avling	Mye kløver
CO₂-ekv/kg produkt													
Melk	1,06	1,05	1,04	0,99	0,95	1,02	0,97	0,94	1,11	1,09	1,12	1,07	1,02
Kvige- og kusalakt	36,91	36,27	32,37	30,66	29,62	31,85	30,37	29,38	40,59	39,57	36,65	35,16	34,14
Ungokseslakt	26,74	26,10	26,56	24,68	23,57	26,23	24,53	23,44	22,54	22,11	22,46	21,50	20,51

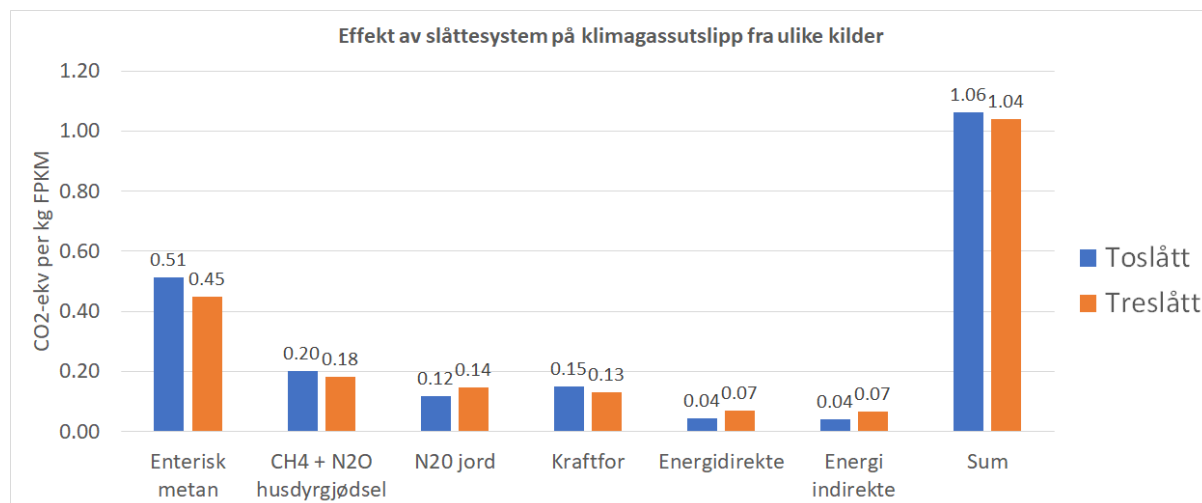
7.5 Resultater og diskusjon

7.5.1 Klimagassutslipp

Utslipp per kg produserte enhet av fett- og proteinkorrigert melk, ku- og kvigeslakt og ungoxeslakt var lavest for treslåttsystemet med høyt kløverinnslag og økt melkeytelse per ku, mens det var høyest for toslåttsystemet med lite innslag av kløver (Tabell 7.4). Forskjellene mellom de ulike grovfôrproduksjonsstrategiene var imidlertid små.

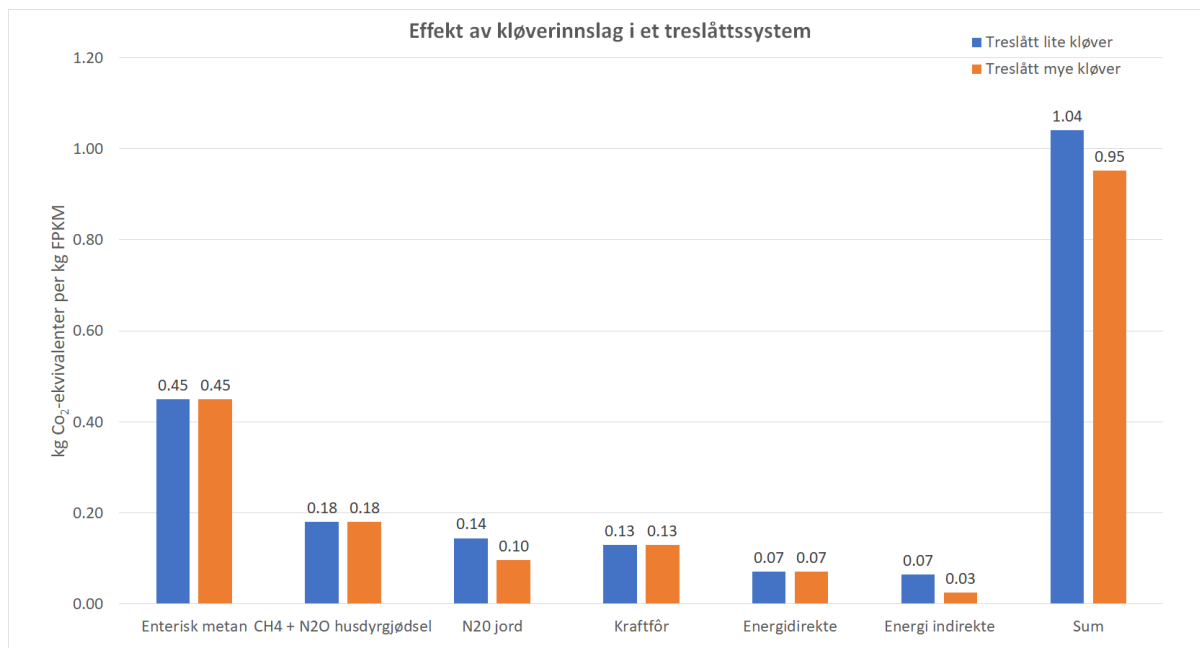
Klimagassutslippene per kg melk var høyere for Østlandet andre bygder, sammenliknet med Østlandet flatbygder, mens det var motsatt per kg okseslakt (Tabell 7.4). Dette var på grunn av flere ungoxeslakt per melkeku i Østlandet andre bygder (Tabell 7.3).

Et toslåttsystem førte til noe høyere utslipp per kg produserte enhet enn treslåttsystemet, beregnet ved konstant melkeytelse per ku og kløverinnslag. Treslåttsystemet, med resulterende høyere grovfôr kvalitet, hadde lavere klimagassutslipp per kg produkt fra enterisk metan, metan og lystgass fra husdyrgjødsel og kraftfôr. På den andre siden var klimagassutslippene fra lystgass fra jord og direkte og indirekte energi høyere (Figur 7.1). Dette var relatert til høyere bruk av N-gjødsling og lavere avlingsnivå per dekar, som førte til et økt behov for engareal og dermed høyere totalforbruk av mineralgjødsel og drivstoff (Tabell 7.3).



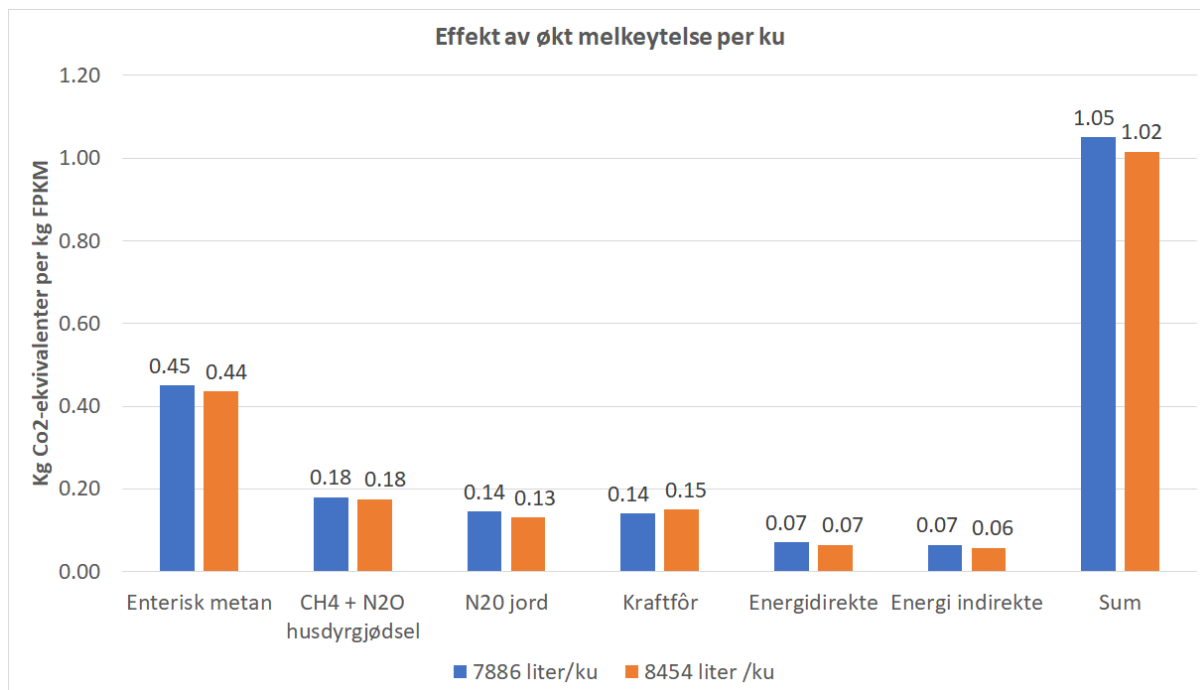
Figur 7.1. Utslipp per kg produserte enhet (kg CO₂-ekv-/kg produkt) fett- og proteinkorrigert melk (FPKM) for ulike utslippskilder, for to slåttesystemer, vurdert ved konstant melkeytelse per ku og kløverinnslag.

Økt innslag av kløver i eng reduserte klimagassutslippene for begge slåttesystemer, men effekten var størst for treslåttsystemet. Dette var relatert til forutsetningen om at toslåttsystemet hadde høyere N-gjødsling per dekar for å ta hensyn til gradvis nedgang av kløverinnslaget ved langvarig rotasjon. I tillegg ble det forutsatt en nedgang i avling per dekar for toslåttsystemet ved økt bruk av kløver, mens avlingsmengden for treslåttsystemet var forutsatt uendret (Tabell 7.2). Nedgangen i utslippsintensitet med økt innslag av kløver for treslåttsystemet var på grunn av redusert N-gjødsling, som gir lavere lystgassutslipp fra jord og lavere utslipp fra indirekte energi fra produksjonen av mineralgjødsel (Figur 7.2).



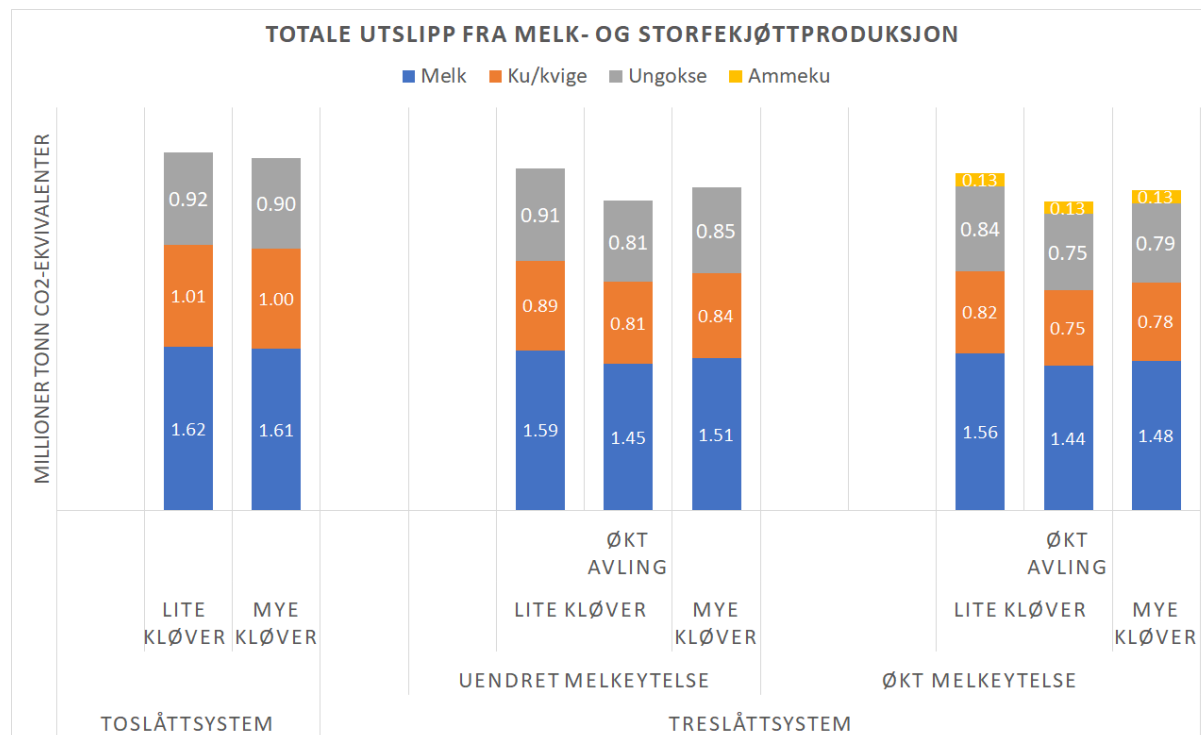
Figur 7.2. Utslipp per kg produserte enhet fett- og proteinkorrigert melk (FPKM) for ulike utslippskilder, for to nivåer av kløverinnslag, vurdert for et treslåtssystem ved konstant melkeytelse per ku.

En forutsatt økning i melkeytelsen per ku reduserte utslippet per kg produserte enhet (Tabell 7.4), dette var grunnet reduserte utslipp av enterisk metan og klimagassutslipp fra lagring og spredning av husdyrgjødsel, lystgassutslipp fra jord og CO₂- utslipp fra bruk av energi. Dette er igjen et resultat av at det trengs færre melkekyr, og dermed også mindre engareal for å produsere samme mengde melk (Figur 7.3). På den andre siden førte høyere melkeytelse til et høyere kraftfôrforbruk og en noe høyere utslipp fra denne innsatsfaktoren (Tabell 7.3).



Figur 7.3. Utslipp per kg produserte enhet fett- og proteinkorrigert melk (FPKM) for ulike utslippskilder, for to ytelsesnivåer per melkeku, vurdert for et treslåtssystem med lavt innslag av kløver.

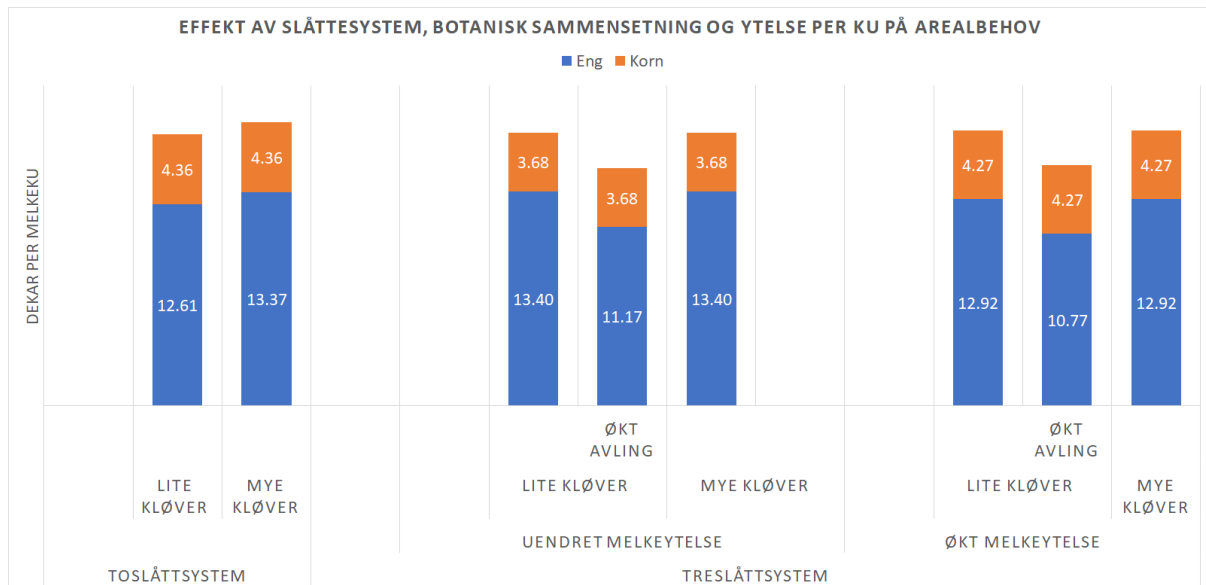
Oppskalerte totale nasjonale klimagassutslipp fra kombinert melk- og storfekjøttproduksjon, gitt konstante produksjonsmål for alle alternative er gitt i Figur 7.4. Toslåttsystemet med lite kløverinnslag resulterte i de høyeste totale klimagassutslippene (3,55 millioner tonn CO₂-ekvivalenter), mens treslåttsystemet med økt avling og melkeytelse per ku hadde lavest klimagassutslipp (3,18 millioner tonn CO₂-ekvivalenter). Overgang til treslåttsystem reduserte klimautslippene, det samme med økt kløverinnblanding og økt avlingsnivå. Økning av melkeytelsen per ku resulterte i en liten nedgang i de totale klimagassutslippene, når man inkluderer klimagassutslippene fra de 4155 tonnene med storfeslakt som må produseres med ammeku for å kompensere for redusert storfekjøttproduksjon fra kombibrukene (melk- og storfekjøttproduksjon).



Figur 7.4. Totale klimagassutslipp fra melk- og storfekjøttproduksjon for kombinasjoner av slåttsystem, botanisk sammensetning (kløver innslag) og melkeytelse per ku, beregnet for konstante produksjonsmål for melk og storfekjøtt.

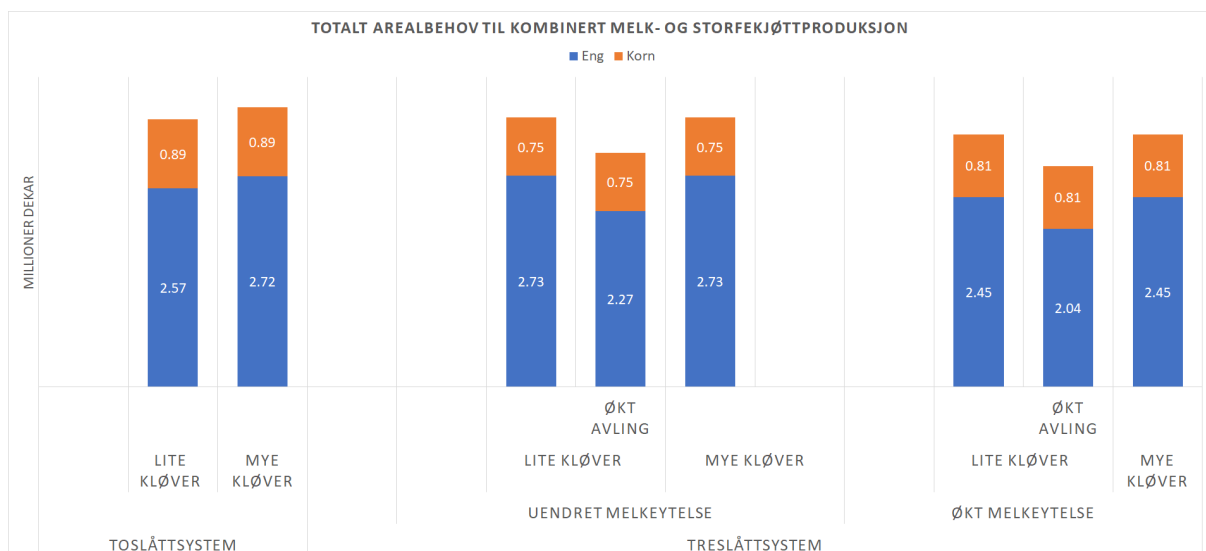
7.5.2 Arealbehov

Beregnet behov for eng- og kornareal per ku for regionen Østlandet flatbygder er vist i Figur 7.5. Det totale arealbehovet per melkeku varierte fra 14,85 (treslåttsystem, uendret melkeytelse og økt engavling) til 17,73 (toslåttsystem, mye kløver) dekar per melkeku. En omlegging fra et toslåttsystem til et treslåttsystem kombinert med lite kløver og konstant melkeytelse økte det totale arealbehovet per melkeku lite, men fordelingen mellom eng- og kornarealet endret seg mot lavere andel kornareal. Økt engavling reduserte behovet for engareal med 2,2 dekar per ku. Økt melkeytelse per ku økte behovet for kornareal (0,6 dekar per melkeku) sammenliknet med konstant melkeytelse, mens behovet for engareal var lavere.



Figur 7.5. Behovet for eng/beite- og kornareal per melkeku for kombinasjoner av slåttesystem, botanisk sammensetning (kløverinnslag) og melkeytelse per ku.

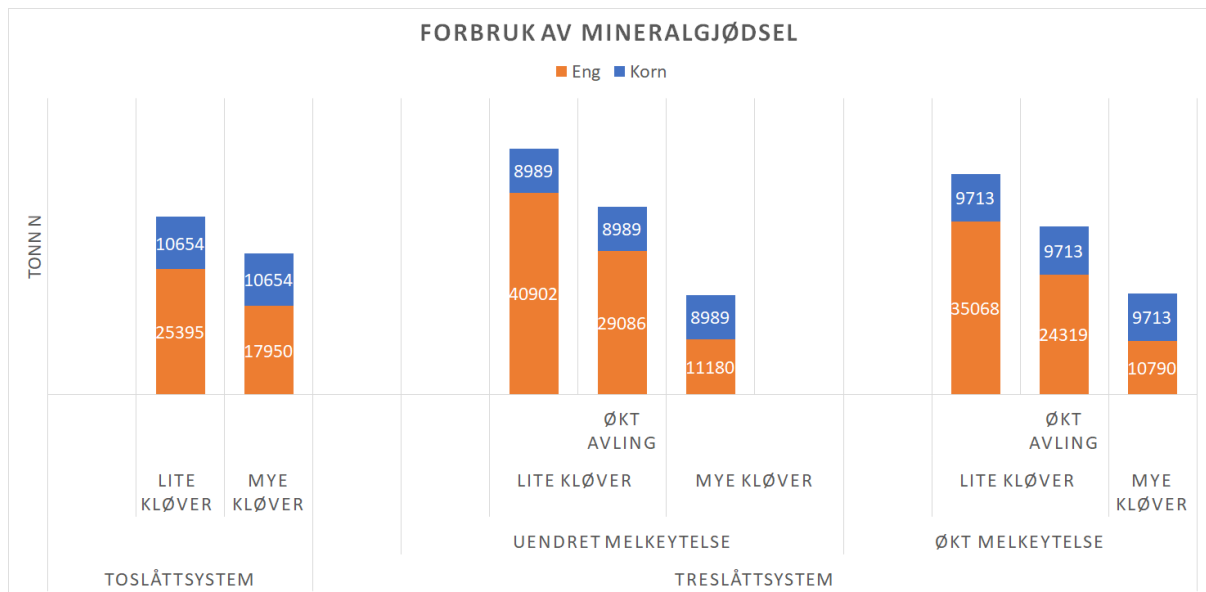
Det totale arealbeslaget for kombinert melk- og storfekjøttproduksjon varierte fra 3,61 (toslåttsystem med mye kløver) til 2,85 (treslåttsystem, økt melkeytelse per ku og økt avling) millioner dekar (Figur 7.6). Toslåttsystemet krevde mest kornareal av alle de vurderte alternativene. Behovet for engareal var høyest for toslåttsystemet med mye kløver og treslåttsystemet kombinert med begge nivået av kløverinnslag og uendret melkeytelse. Disse tre alternativene hadde samme forutsatte avlingsmengde (Tabell 7.3). En omlegging fra to- til treslåttsystem, kombinert med uendret melkeytelse, reduserte behovet for kornareal med om lag 140 000 dekar. Økt melkeytelse per ku reduserte behovet for eng- og beiteareal, men økte behovet for kornareal med 60 000 dekar.



Figur 7.6. Totalt arealbehov for kombinert melk - og storfekjøttproduksjon med ulike kombinasjoner av slåttesystem, botanisk sammensetning (kløverinnslag), avlingsnivå og ytelsesnivå per ku.

7.5.3 Behov for mineralgjødning

Figur 7.7 viser hvordan behovet for mineralgjødning varierte med slåttesystem, botanisk sammensetning (kløverinnslag) og ytelsesnivå per melkeku. En omlegging fra to til tre slåtter, uten økt kløverinnslag, økte mineralgjødningbruken med 38%. Økt kløverinnslag reduserte behovet for mineralgjødning i begge slåttesystemene, men effekten var størst i treslåttssystemet, hvor reduksjonen var på 47%, sammenliknet med toslåttssystemet med lite kløverinnslag.



Figur 7.7. Behov for mineralgjødning ved ulike kombinasjoner av slåttesystem, botanisk sammensetning, avlingsnivå og ytelsesnivå per ku.

7.6 Oppsummering

Denne analysen demonstrerer tydelig at plante- og husdyrproduksjonen er integrerte systemer hvor endringer i ett system vil gi endringer i det andre. Slåttssystem, botanisk sammensetning, avlingsmengde og ytelsesnivået per ku vil påvirke klimagassutslipp, både per kg produkt og totalt, arealbehov til eng og korn og forbruk av mineralgjødning. Dette viser at begge produksjoner må vurderes samlet.

Under er en punktvis oppsummering av de mest sentrale sammenhengene i husdyr- og planteproduksjonen med de forutsetningene som er gjort for kalkulasjonene presentert i denne rapporten:

- omlegging fra toslått til treslåttssystem
 - øker energiinnholdet i grovfôret → redusert kraftfôrforbruk eller økt melkeytelse per ku
 - redusert grovfôravling per dekar → økt arealbehov til eng
 - økt behov for mineralgjødning og drivstoff
 - reduserte klimagassutslipp per kg produserte enhet (melk og slakt) og totalt fra kombinert melk- og storfekjøttproduksjon
- endret botanisk sammensetning (økt kløverinnslag)
 - tilnærmet uendret behov for engareal ved samme melkeytelse
 - redusert behov for mineralgjødning, per dekar og totalt
 - reduserte klimagassutslipp per produserte enhet (melk og slakt) og totalt
- økt melkeytelse per ku

- reduksjon i antall melkekyr, reduksjon i storfekjøttproduksjon (ved konstant melkekvote)
- redusert behov for engareal
- økt behov for kornareal
- reduserte klimagassutslipp per produserte enhet (melk og slakt), liten effekt på totale utslipp grunnet økt behov for ammeku for å kompensere for redusert storfekjøttproduksjon

7.7 Overordnet diskusjon og vurderinger

Denne analysen viser tydelig hvor integrert husdyr- og planteproduksjon i Norge i realiteten er, og forskjeller i forutsatt slåttesystem/grovfôr kvalitet, avlingsmengde, botanisk sammensetning og melkeytelse per ku ble brukt som eksempler for å vise hvordan dette påvirker areal- og mineralgjødselbruk og klimagassutslipp. Utslippene per kg produkt er i denne rapporten beregnet med HolosNor-modellen, og denne kan være et utgangspunkt for å beregne indikatorer, for eksempel utslipp per kg produsert enhet eller behov for eng- og kornareal per melkeku. HolosNor-modellen krever imidlertid mange input fra mange kilder og forutsetninger, noe som begrenser brukervennligheten i praksis.

Økt behov for engareal på gårdsnivå på grunn av en reduksjon i avlingsnivået som resultat av omlegging til et treslåttsystem kan tilsi økt areal med leiejord. Det er flere utfordringer knyttet til økt bruk av leiejord, for eksempel tilgjengelighet, samt at leiejord kan være dårligere vedlikeholdt og dermed ha lavere avlingspotensiale. Ifølge Landbruksdirektoratet (2015) er det et stort etterslep knyttet til dårlig drenert jord, og at eid jord sannsynligvis vil prioriteres fremfor leid jord. Det er dermed vanskelig å si hva gjennomsnittlig avlingsnivå vil være i en situasjon med økt andel leiejord frem mot 2030. Beregninger i Grovfor 2020-prosjektet viste at det for mange grovfôrprodusenter vil være bedre økonomi i å øke avlingsnivået rundt gården enn å kjøre flere kilometer for å komme til leiejord. Det er også mer arbeidseffektivt å hente stor avling på et lite areal enn mindre avling på et større areal. Økt bruk av leiejord vil også øke forbruket av drivstoff og dermed CO₂-utslipp grunnet lengre kjøreavstander fra gården. Resultatene fra denne delrapporten viste reduserte klimagassutslipp (Figur 4) og redusert behov for engareal (Figur 7.5) ved økt avling per dekar.

En omlegging fra et to- til et treslåttsystem gjør at man trolig må fornye enga oftere. Dette gir et betydelig merarbeid og kan i tillegg ha konsekvenser for karbonlagring i eng, som ikke er hensyntatt i her. Seksårig vekstskifte lagrer mer karbon enn to- eller treåring eng i vekstskifte ifølge en litteraturgjennomgang av Rasse et al. (2019), men estimatene er usikre. Tre slåtter kan ha negative effekter på avling av 1.slått og timoteiinnhold påfølgende år. Tre slåtter kan også resultere i høyere totale fôrkostnader enn ved to slåtter (Steinshamn et al., 2020).

Økt kløverinnslag viste positive effekter på klimagassutslipp grunnet lavere forbruk av mineralgjødsel (Tabell 7.3, Figur 7.2). Dette vil slå ut i det nasjonale regnskapet med reduserte direkte og indirekte utslipp av lystgass (Bardalen et al., 2018). Forsøk har imidlertid vist større lystgassutslipp fra kløverrik eng enn fra grasseng utenfor vekstsesongen. Økte lystgassutslipp fra kløver er særlig relevant i et klima med lang vinter, slik som i Norge (Bøe et al., 2020). Ustabile vintre, med gjentatt frysing og tining kan føre til økte lystgassutslipp (Sturite et al., 2021). Jordpakking kan i tillegg øke lystgassutslippene i en kløverrik eng ytterligere (Rivedal og Øpstad, 2020). Økte lystgassutslipp gjennom vinteren er ikke inkludert i våre beregninger, og dermed kan den positive effekten på klimagassutslipp fra økt kløverinnslag (Figur 7.2) være overestimert. På den andre siden kan det tyde på at kløver er viktig for karbonlagring i jord, grunnet at kløver bidrar til balanse mellom karbon og nitrogen. Denne balansen må være til stede for at karbonet skal lagres (Hansen et al., 2020). Kløver har også lavere NDF-innhold, som kan påvirke passasjehastighet i vom. Kløver inneholder saponiner og tanniner, som kan være et tiltak for å redusere produksjon av enterisk metan (Min et al., 2020). Et høyere proteininnhold i kløver kan også redusere proteininnholdet i kraftfôr, og dermed gi økt rom for norsk korn.

Systemgrensen for beregningene ble satt på nasjonalt territorium og inkluderer således ikke bruk av utenlandske arealer til produksjon av fôrråvarer. Økt grovfôr kvalitet, med økt energi- og proteininnhold på grunn av tidligere slått (treslåttssystemet), kan gi rom for lavere kraftfôrforbruk og mer norsk korn i kraftfôret, og dermed også mindre behov for importerte proteinråvarer. Karbontap fra jord med ensidig korndyrking i Norge er heller ikke tatt med i beregningene, heller ikke tiltak for økte avlinger i kornproduksjon.

8 Sammendrag og vurderinger

Prosjektet har utredet metodikk og bruk av indikatorer som kan dokumentere gjennomføring og effekt av tiltak som er aktuelle for jordbrukets klimaavtale, og som en enten ikke har etablert metodikk for eller som en ønsker å måle og framstille på alternative måter. Regnskapsgruppa for oppfølging av Klimaavtalen har ønsket at det prioriteres tiltak med mulig stor effekt og tidlig dokumentasjon av oppslutning om tiltak som en enda ikke har godkjent beregningsmetodikk for. Det var også ønskelig å vurdere om noen tilgjengelige databaser kunne nyttes inn mot tiltaksrapportering,

Rapporten gjør rede for systemer og systemgrenser som går videre enn det nasjonale klimagassregnskapet. Dette kan være til nytte ved vurdering av hvordan tiltak og utvikling i 'en produksjon kan forplante seg til andre produksjoner (husdyr og planteproduksjon). Dette kan være til nytte for vurderinger av effekter av endret import eller økt satsing på norsk produksjon og tilhørende bruk av innsatsfaktorer. Det kan også være aktuelt for utvikling av analyser og analyseverktøy som kan forklare endringer og supplere beregningene som gjøres i NIR i dag.

Begrepet reduserte utslipp pr produsert enhet er omhandlet både for plante- og husdyrproduksjon og det er vurdert faktorer som påvirker effektivitet, indikatorer og muligheter for å kunne dokumentere endringer. For planteproduksjon er arealeffektivitet og nitrogeneffektivitet forklart og drøftet, mens det for husdyrproduksjon er bl.a. fôreffektivitet og forbedringer i svineproduksjonen som er drøftet. Effektiviseringstiltak kan ha effekter som ikke synliggjøres i klimagassregnskapet, kan bl.a. spare areal fra oppdyrking, redusere behov for innsatsfaktorer (både gjødsel og fôr), samt påvirke nasjonal produksjon og importbehov. Rapporten drøfter hvordan slike sammenhenger kan dokumenteres.

8.1 Sammendrag

Tiltak i planteproduksjonen

En rekke agronomiske tiltak kan påvirke utbyttet i planteproduksjonen skalert mot innsatsfaktorene areal og nitrogengjødsel. Det beregnes klimagassutslipp for bruken av begge disse. I klimagassregnskapet (NIR) angis sumeffekten i absolutte nivå av endringer i innsatsfaktorer. Agronomiske forbedringer og driftsmessige endringer kan påvirke både avlingsnivå (arealeffektivitet) og nitrogeneffektivitet. Klimagassregnskapet kan ikke dokumentere om bruken av innsatsmidler blir mer effektiv eller at en har spart areal fra oppdyrking eller redusert import og det gir behov for annen regnskapsførsel eller dokumentasjon i tillegg.

Det er vanskelig å finne gode indikatorer og tilhørende aktivitetsdata på nasjonalt nivå som kan dokumentere at tiltak i planteproduksjon gjennomføres og /eller hvilken virkning de har på klimagassutslipp fra jordbruk- og arealsektoren. Faktorer som gjødselbruk, lagring og spredningsmetoder for husdyrgjødsel registreres i utslippsregnskapet, men ikke de enkelte agronomiske tiltak som påvirker avlingsnivå og N-effektivitet. Rapporten gir oversikt slike tiltak og forslag til mulige indikatorer på nasjonalt nivå. Det er i hovedsak foreslått å bruke statistikk for innvilgete søknader og tildelinger av tilskudd, samt salgsstatistikk for innsatsmidler som kan brukes for å ta ut en større del av vekstenes avlingspotensial og/eller forebygge tap av nitrogen og karbon fra produksjonssystemet.

For nitrogeneffektivitet er det illustrert hvordan ulike nivå på avling og nitrogentilførsel kan påvirke nitrogeneffektiviteten og slå ut i utslippsregnskapet. Dokumentasjon av endringer i nitrogeneffektivitet er også aktuelt på gårdsnivå og ved tilgang på slike data ville en lettere kunne dokumenter endringer. Det kreves imidlertid stor grad av oppslutning om slike data skal kunne nyttes for nasjonalt nivå.

Drenering som tiltak er inkludert både i Klimaplanen og omtalt i TBU fra 2019. Bedre drenering kan gi økte avlinger, bedre utnyttelse av næringsstoffer og redusert risiko for nitrogentap. Data fra

innvilgete søknader om tilskudd til ny drenering av tidligere drenert areal kan være mulig indikator for aktivitetsdata over areal med forbedret drenering. Det er imidlertid mangelfulle data om hvordan gjødslingspraksis er blitt endret på arealer som er drenert på nytt og dermed også for beregnet effekt på lystgassutslipp.

Tiltak i husdyrproduksjoner

En rekke tiltak er aktuelle for å redusere klimagasser fra husdyrproduksjon. I denne rapporten er det gjort vurderinger av metodikk for å dokumentere endringer i grovfôr kvalitet, forbedringer i svinproduksjonen og hvordan tiltak i husdyr- og planteproduksjoner er integrerte systemer og gjensidig påvirker hverandre.

Økt grovfôr kvalitet

Bedre grovfôr kvalitet er angitt som et aktuelt tiltak i TBU (2019). I denne utredningen er det vurdert datakilder og metoder som kan brukes til å dokumentere endringer i kvalitet, men også for å tidlig kunne fange opp endringer i adferd.

Det er vurdert to ulike indikatorer for grovfôr kvalitet og endringer i denne som igjen kan brukes til å justere estimatene for metanutslipp fra drøvtyggere i klimagassregnskapet.

Det er gjort en analyse av bruken av datamaterialet fra laboratorieprøver av grovfôr innsendt av bønder til Eurofins for bestemmelse av fôrverdi. Det er vurdert at disse analysene har så god kvalitet at de kan fungere som aktivitetsdata til en indikator kalt «Grovfôr kvalitet». Dette forutsetter imidlertid at dataene (fremtidig bruk av laboratorieprøver) må bli mer representative for å kunne gjenspeile den variasjonen som foreligger i grovfôrdyrkingen over hele landet og for de aktuelle drøvtyggerproduksjonene. Det er mulig at representativiteten er god nok for mjølkeprodusentene, der ca 1/3 av alle produsentene hadde levert prøver til analyse. Dersom andelen innsendte grovfôrprøver til laboratorieanalyser skal styrkes bør melke- og ammekuproduksjonene prioriteres, ettersom god grovfôr kvalitet er viktig for ungdyr til påsett/slakt i ammekuproduksjonen, og til alle dyregrupper i melkeproduksjonen.

Den andre indikatoren for høsta grovfôr kvalitet som er vurdert, bygger på den kjente sammenhengen mellom engvekstenes fordøyelighet og fiberinnhold på den ene sida og høstetidspunkt på den andre. Det er testet om satellittdata for tilbakelagt sesong kan brukes til å fastslå høstedataer, og om disse datoene kan være grunnlag for å beregne skår på en tidlighetsindeks for hele årsavlinga på et skifte eller en større enhet med samme høsteregime det enkelte året. Høstedataer kunne bestemmes ganske treffsikkert med de nyutviklede algoritmene for bildetolking, og indeksens skår hadde sammenheng med målt fordøyelighet for et utvalgt prøvesett. Om en etter videre testing får bekreftet at indeksen gir et presist uttrykk for faktisk fôr kvalitet, kan den egne seg for å dokumentere atferd og eventuelle atferdsendringer hos bøndene. Det kan også brukes på basis av et system for egenrapportering av høstedataer og være uavhengig av satellittdata. Det er lengre fram og mer usikkert om den kan brukes som direkte innputt i beregninger for metanutslipp fra norske drøvtyggere. Innenfor en tidshorisont på 5-10 år kan en forvente at omveien om indeksen ikke er nødvendig å ta siden satellittdata eller andre sensordata kan brukes til å bestemme både avling og fôr kvalitet (ved slått, før ensilering) direkte.

Både for bruk av indeks og fjernmålingsbestemt kvalitet og avling, og for så vidt for fôr kvalitet bestemt gjennom analyser av prøver, gjelder utfordringene med å skalere opp eller finne gjennomsnittsdata representative for hele landet.

Forbedringer i svineproduksjonen

Datamateriale fra Ingris-databasen fra Norsvin er brukt for å vurdere mulige indikatorer for å dokumentere effekter av forbedringer i svineproduksjonen. Det er vurdert:

Indikatorer for effektiviseringstiltak: Avlsmessig framgang i produksjonskarakteristikker, hvor de viktigste er fôrutnytting, antall levende avvendte grisunger per purke, og driftsmessige tiltak som SPF-produksjonssystem (spesifikk patogenfri) og ikke-kastrering av råner er effektiviseringstiltak som vil øke produksjonen uten at dyretallet øker. Disse effektiviseringstiltakene innen både avl og drift vil også medføre lavere klimagassutslipp.

Dagens metodikk for beregning av aktivitetsdata for gris (i.e. årsdyr) til NIR er imidlertid for statisk til å fange opp effekten av disse tiltakene. Videre fanger gjeldende metodikk i NIR ikke opp nedgang i utslipp av enterisk metan som følge av endring i sammensetningen av svinepopulasjonen.

Miljødirektoratet har derfor – som en oppfølging- initiert at det i 2022 utarbeides forslag til en mer dynamisk metodikk for beregning av årsdyr i svineproduksjonen, og også forslag til metodikk for beregning av enterisk metan som skiller mellom de ulike kategorier av gris.

Indikatorer for reduisering av utslipp i andre produksjoner eller andre land: En bærekraftig effektivisering av svineproduksjonen ved implementering av tiltak som innebærer et lavere fôrbehov per produsert enhet, vil bidra til lavere klimagassutslipp fra planteproduksjon til fôrråvarer for svineproduksjonen både i Norge og andre land. Den største gevinsten i klimagassgassreduksjon gjennom tiltak i svineproduksjonen kan likevel oppnås gjennom endringer i fôret *per se*. Bruk av biprodukter fra bakerier og meierier vil redusere utslipp både fra planteproduksjon i Norge og andre land. Det foreligger ingen statistikk for bruk av slike biprodukter i svineproduksjonen, men i henhold til anslag for 2020 utgjør slike biprodukter 10 % av det totale fôret til svineproduksjonen i Norge. Fra og med september 2021 ble det lovlig å benytte kjøttbeinmel fra fjørfe til gris, og gjenopptagelse av praksisen med bruk av kjøttbeinmel fra fjørfe i svinefôret vil kunne øke den allerede høye norsk-andelen i svinefôret til tilnærmet 100%. Kjøttbeinmel fra fjørfe vil kunne erstatte bruk av importert proteinråvare, og dermed føre til lavere utslipp i slike produksjoner i andre land.

Indikatorer for tiltak som avhenger av spesifikasjon av effekt gjennom utslippsfaktorer: Lagringsmåte for husdyrgjødsel har innvirkning på utslipp av ammoniakk (NH₃), lystgass (N₂O) og metan (CH₄). Det er imidlertid knyttet stor usikkerhet til størrelsen av disse utslippene under norske forhold, og det er derfor vanskelig å peke på indikatorer knyttet til lagring av svinegjødsel for reduserte klimagassutslipp før beregningsmetodikken underbygges av målinger. Dette er også omhandlet i en annen utredning for Regnskapsgruppa (Rivedal m. fl 2022).

Sammenheng plante- og husdyrproduksjon

I det nasjonale klimagassregnskapet for jordbrukssektoren blir ikke klimagassutslipp fra husdyr- og planteproduksjon sett i sammenheng. Rapporten demonstrerer tydelig at plante- og husdyrproduksjonene er integrerte systemer hvor endringer i ett system vil gi endringer i det andre, og at tiltak som foreslås bør evalueres innenfor ei totalramme.

Ved bruk av gårdsmodellen HoloNor ble tiltakene «økt fordøyelighet på grovfôret gjennom hyppigere høsting» og «høyere fôreffektivitet ved høyere avdrått» analysert på eksempelbruk med kombinert melk- og storfekjøttproduksjon. Ulike valg for avlingsnivå, innslag av kløver i enga, fornyingsfrekvens på enga og nitrogen gjødslingsnivå ble testa i modellen.

Forutsetningene og valgene som ble gjort påvirket i stor grad de estimerte utslippene av klimagasser per kg kjøtt og melk og de totale, nasjonale utslippene fra denne produksjonen. En fikk også belyst hvordan ulike strategier for grovfôrproduksjonen på gården kan påvirke behovet for grovfôrareal

lokalt og kornareal nasjonalt. Det blir ytterligere komplisert å vurdere effekten av tiltakene dersom utslippene knyttet til produksjonen av importerte fôrråvarer skal tas med i vurderingene.

Databaser fra husdyrkontrollene

Det er gitt en skjematisk oversikt over databasene fra husdyrkontrollene med data som på ulike måter kan fortelle om utviklingen i husdyrproduksjonene. Det gjelder f.eks hvordan frekvens av kalvedødelighet endres over år, ant. avkom pr mordyr, kg tilvekst/dag osv. Innenfor rammen av dette prosjektet har det ikke vært mulig å vurdere disse databasene inngående for bruk knyttet til utslippsregnskapet. Disse databaser er utviklet for andre formål og det er behov for en egen vurdering, i likhet med slik det ble gjort for grovfôranalysene, som det heller ikke var god kunnskap om i forkant. Analysen av forbedringer i svineproduksjonen er et godt eksempel på hvordan data fra husdyrkontrollene kan bidra til å illustrere og dokumentere endringer som skjer i husdyrproduksjonene og utvikle indikatorer for dette.

Databaser planteproduksjon

Det er gitt en kort skjematisk oversikt over noen aktuelle databaser som kan være aktuelle for å følge utvikling og endringer i planteproduksjonen med betydning for bla. avling og effektivitet (nitrogeneffektivitet). Dersom en hadde registreringer på gårdsnivå (agronomiske forbedringer og driftsmessige endringer), ville en kunne følge endringer og ha bedre dokumentasjon for vurdering av gjennomføring av tiltak og tiltakseffekter. Det krever imidlertid en stor grad av oppslutning dersom dataene skal være aktuelle og til nytte for nasjonalt nivå. Databaser som er listet inkluderer både salgsstatistikker over innsatsfaktorer og data fra søknadsregistre.

8.2 Vurderinger til videre oppfølging

Planteproduksjon

For planteproduksjon er det gjennomgått agronomiske forbedringer og driftsmessige endringer som kan påvirke både avlingsnivå (arealeffektivitet) og nitrogeneffektivitet. Det er listet noen forslag til dokumentasjon og muligheter for bruk av indikatorer for nasjonalt nivå. Det er aktuelt med gjennomgang og vurdering av ulike søknadsdata, databaser og datakilder fra salgsstatistikker på nasjonalt nivå. I rapporten er slike opplistet, men ikke analysert. På lenger sikt er registreringer på gårdsnivå aktuelt, det gjelder spesielt agronomiske forbedringer, men det krever et visst omfang av oppslutning om det skal ha nasjonal betydning. Registreringer på gårdsnivå kan være aktuelt om en ønsker tidlig oversikt over endringer som er pågår og om oppslutning om spesielle tiltak. Det kan også gjelde for forklaring til utslipp som registreres i klimagassregnskapet som gjødsling og kalking.

Drenering av dårlig drenert jord forventes å øke avling og forbedre nitrogeneffektivitet. Det er behov for å dokumentere hvordan avling og gjødslingspraksis er endret etter ny drenering. Aktivitetstall for gjennomføring av ny drenering kan skaffes fra søknader om tilskudd, men det foreligger ikke dokumentasjon av endring i gjødselpraksis.

Husdyrproduksjon

Grovfôrkvalitet

Det er vurdert at laboratorieanalyser har slik kvalitet at de kan fungere som aktivitetsdata til en indikator kalt «Grovfôr kvalitet». Dersom en ønsker dokumentasjon av endringer i grovfôr kvalitet basert på laboratorieanalyser, må en stimulere til at det blir sendt inn flere og mer representative prøver slik at datamaterialet gjenspeiler den store variasjonen en har i høstesystem og dyrkingspraksis i norsk grovfôrproduksjon. Det økte prøveantallet bør i hovedsak komme fra bruk med melke- og ammekuproduksjon.

Den foreslåtte indeksen for grovfôr kvalitet som baseres på høstedataer og varmesumberegninger, kan enkelt testes videre før en konkluderer endelig om den er presis nok til å bli tatt i bruk som indikator for atferdsendring og/eller faktisk kvalitet på produsert fôr. Det trengs ikke store, nye program for prøveinnsamling og -analyse. Det må vurderes- også av næringa sjøl- om en ønsker et system for egenrapportering av høstedataer på enkeltbruk eller et system for overvåking av utvalgte geografiske områder fra satellitter, eventuelt droner. Det ligger et stort potensial i å bruke satellittdata. Sjøl om den algoritmen som ble utviklet innenfor prosjektet, fungerte bra, kreves en del mer testing og utviklingsarbeid før et overvåkingssystem med indeksberegninger er operativt.

Svineproduksjon

Miljødirektoratet har allerede gjennomført en oppfølging av metodikk for å skaffe bedre aktivitetstall med ulike svine kategorier og årsdyr (Bonesmo, 2022).

Indikatorene som er foreslått for dokumentasjon av effektivitetsforbedringer – effekt av avl, helse og driftsmessige forhold - kan brukes som grunnlag i videre arbeid med dokumentasjon av tiltak.

Det kan være aktuelt å vurdere en lignende gjennomgang også for andre husdyrproduksjoner av databaser, tilgjengelighet av data og utvikling av indikatorer /avl, dyrehelse, driftsmessige forhold).

Der er behov for å følge opp bruk av biprodukter, eks fra bakerier, meierier, kjøttbeinmel - som kan påvirke førsammensetning og har påvirkning på fôrproduksjon (arealbruk, gjødsling) og andel importert fôr.

Før en kan anbefale indikatorer for lagring av svinegjødsel (avhengig av utslippsfaktorer) er det behov for målinger av klimagassutslipp fra gjødsellager svin- som også anbefalt i Rivedal m.fl (2022).

Sammenheng plante og husdyrproduksjoner

En tilrår at Regnskapsgruppa går gjennom de tiltakene som inngår i avtalen og vurderer om noen eller alle av dem ved tilråding og seinere regnskapsføring bør evalueres med utvidet systemperspektiv. Det bør videre sjekkes ut hvilke gårds- og produksjonssystemmodeller som finnes og eventuelt bør utvikles til dette formålet.

Databaser

Både for husdyr- og planteproduksjoner er det behov for gjennomgang av ulike tilgjengelige databaser (nevnt over). I en slik sammenheng er det også aktuelt å vurdere sammenhenger mellom plante og husdyrproduksjoner.

Andre utredninger

Dette prosjektet har gitt noen bidrag til videre utvikling av et dokumentasjons/rapporteringssystem for tiltaksgjennomføring, bidra til forklaring av utvikling samt fange opp tiltak tidlig. Det er flere tiltak som ikke vurdert og det er fortsatt behov for å jobbe videre med metodikk utvikling.

I tillegg til denne utredning er det gjennomført andre utredninger aktuelle for å dokumentere effekter av tiltaksgjennomføring. Til et rapporteringssystem er det også aktuelt å inkludere disse. Det gjelder tiltak for husdyrgjødsel- lagring og spredning (Rivedal m.fl. 2022) og redusert matsvinn og endret

kosthold (Prestvik m.fl. 2022). Det pågår også vurderinger av tiltak som biokull og fangvekster som på sikt også er aktuelle å inkludere.

8.3 Oversikt utslippskilder og IPCC kategorier

I tabell 8.1 er det gitt en oversikt over de kilder og tiltak som er omhandlet i denne rapporten, men det er ikke et forslag til indikatorsystem for tiltaksrapportering.

Tabell 8.1. Oversikt over kilder til utslipp, IPCC koder (kategori), tiltak, indikatorer og datatilgjengelighet/datakilde som er omhandlet i denne utredningen

Utslippskilde	IPCC kategori	Tiltak Direkte, indirekte	Indikator Ulike typer	Datatilgjengelighet
Drøvtyggere				
Redusert metan fra husdyrenes fordøyelse	3A	Bedre grovfôr kvalitet melkeku og ungdyr i begge storfeproduksjoner	Etablerte laboratorieanalyser av grovfôrprøver. Leveres til analyse av bønder. Egenfinansiert.	God tilgjengelighet etter avtaler. Geografisk representativitet må forbedres.
Redusert metan fra husdyrenes fordøyelse	3A	Bedre grovfôr kvalitet	Tidlighetsindeks-indikator for «grovfôr kvalitet» basert på høstetider og varmesum	Høstedata metodikk- bruk av satellittdata, evt utvikle egenrapportering
Svineproduksjon				
Effektivisering: økt fôrutnyttelse endret produksjonsomfang	3 A 3 B 3 D	Avl og driftsmessig forhold	Fôrutnyttelse (FCR) ^x	Data fra Ingris
-antall dyr og -effekt på fôrproduksjon	og arealbruk sektoren		Antall levende avvente grisunger/purke	
Effektivisering: økt forutnyttelse endret produksjonsomfang	Som over	Driftsmessig helse	Antall spesifikke patogenfrie besetninger (SPF)	Data fra Ingris
-antall dyr -fôrproduksjon				
Effektivisering- fôrutnyttelse	Som over	Driftsmessig	Ikke kastrering av råner (høyere FCR)	Data fra Ingris
-antall dyr -effekt fôrproduksjon				
Effektivisering- Flere fôr kilder endret fôrforbruk- fra planteproduksjon**	3B 3D Arealbruk sektoren	Utnytte and fôr kilder: Biprodukter fra bakerier kjøttbeinmel	Endret sammensetning av fôr, endret andel biprodukter (eks kjøttbeinmel)	Mulig datakilde- omsetning av kjøttbeinmel?
			Endret norskandel i fôret	

Lagring av husdyrgjødsel	3B	Reduserte utslipp lager-svinegjødsel	Antall med forbedret lager	Rivedal & Bechmann (2022)- anbefaler målinger for vurdering av utslippsfaktor
Planteproduksjon				
N-gjødselbruk	3B, 3D med underkategorier	Balansert, tilpasset gjødsling	Inkludert i utslippsregnskapet	Dagens NIR
N- effektivitet	3B 3D 3D22 Arealbruk sektoren	Agronomiske forhold som påvirker N-effektivitet	Se kap4- oversikt agronomiske forhold - effekt på produktivitet	Nasjonale databaser, salgstatistikk innsatsfaktorer Alternativt gårdsdata.
N-effektivitet Drenering	3D11, 3D12, 3 D22	effekt på avlingsnivå og N-effektivitet	Endring i aktivitetsdata: areal som er drenert på nytt. N-effektivitet- forhold mellom N-tilført og avling	Statistikk- innvilget søknader om ny drenering
Areal produktivitet	3 B 3D arealbruk sektoren	Agronomiske forhold for økt produktivitet	Avling pr arealenhet – effekt på spart areal	Utvikle metodikk for analyser
Kalking	3G	Driftsmessig	Utslippskilde er inkludert	Salgsstatistikk

* FCR- endring i forutnyttelse. Feed conversion factor

** Effektivisering har betydning for fôrforbruk både nasjonalt og importandel, bare nasjonalt listet i tabellen.

I tillegg har gjennomgang av datamaterialet fra svineproduksjonen gitt grunnlag for forbedringer av utslippsfaktor fra svineproduksjonen. Det gjelder forbedring av metodikk for beregning av aktivitetstall for årsdyr med endring fra statisk beregning til dynamisk beregning av antall årsdyr og skille mellom ulike kategorier av gris. Dette er fulgt opp i et separat oppdrag for Miljødirektoratet. Dette har kobling til IPCC kode 3A, enterisk metan fra husdyrenes fordøyelse og vil også påvirke IPCC kategorier for husdyrgjødsel 3B og 3D.

I utredningen er det også vist hvordan husdyr og planteproduksjon påvirker hverandre og hvordan et tiltak i en produksjon har koblinger til aktiviteter i andre produksjoner. Dette påvirker de fleste IPCC som er inkludert i klimagassregnskapet og er ikke spesifikt listet her. Det berører både dyretall i ulike produksjoner, forbruk av gjødsel, gjødsellagring og spredning, arealfordeling mm.

9 Referanser

Animalia, 2020. [Kjøttets tilstand 2020](#)

Animalia 2022. [Kjøttets tilstand 2022](#)

Bakken, A. B. & Steinshamn, H. 2022. Grovfôravløsing i Norge. En gjennomgang av datakilder. NIBIO Rapport Vol 8 (91), 37 s.

Bayr, U, Strand, G. H. & Dramstad, W. 2020. Indikatorer for landbruk over hele landet. Utvikling av en metode for resultatkontroll av landbrukspolitiske mål. NIBIO Rapport Vol 6 (65), 42 s.

Bechmann, M., Stenrød, M., Bøe, F. & Tveiti, G. 2022. Kjelle avrenningsforsøk. Årsrapport 2020–2021 for jordarbeidingsforsøk på lav erosjonsrisiko. NIBIO Rapport Vol 7 (25), 47 s.

Berg, J. & Matre, T. 2001. Produksjon av storfekjøtt. Landbruksforlaget. ISBN 9788252925296. 198s.

Bonesmo, H., Beauchemin, K. A., Harstad, O. M. & Skjelvåg, A. O. 2013. Greenhouse gas emission intensities of grass silage based dairy and beef production: A systems analysis of Norwegian farms. *Livestock Science*, 152(2-3), 239-252.

Bonesmo, H. & Enger, E. G. 2021. The effects of progress in genetics and management on intensities of greenhouse gas emissions from Norwegian pork production. *Livestock Science*, 254, 104746.

Bonesmo, H. & Enger, E. G. 2022. Estimating yearly numbers of animals, and enteric methane emissions, for pigs. Methodologies for the Norwegian national inventory of GHG emissions. NIBIO Rapport Vol 8 (130), 22 s.

Campos, I., Valente, L. M. P., Matos, E., Marques, P. & Freire, F. 2020. Life-cycle assessment of animal feed ingredients: Poultry fat, poultry by-product meal and hydrolyzed feather meal. *Journal of Cleaner Production*, 252, 119845.

Devers, L., Mathijs, E. & Kleynhans, T. E. 2012. Comparative life cycle assessment of Flemish and Western Cape pork production. *Agrekon*, 51(4), 105-128.

Doberman, A. 2005. Nitrogen use efficiency - State of the art. *Agronomy & Horticulture - Faculty Publications* 316. DigitalCommon@Unviversity of Nebraska - Lincoln. 6- 2005. 18 s.p
<https://digitalcommons.unl.edu/agronomyfacpub/316>

Eurofins Agro, 2022. Næringsinnhold i grovfôr til drøvtyggere. <https://cdnmedia.eurofins.com/european-east/media/2859753/naeringsinnhold-i-grovf%C3%B4r-til-droevtyggere.pdf>.

https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m1625/m1625_sammendrag.pdf

Grønlund, A. & Harstad, O. M. 2014. Klimagasser fra jordbruket. Kunnskapsstatus om utslipp og tiltak for å redusere utslippene. *Bioforsk rapport* 9 (11), 50 s.

Grønsten, H., Øygarden, L. & Skjevdal, R. 2009. Jordarbeiding til høstkorn - effekter på erosjon og avrenning av næringsstoffer. *Bioforsk Rapport* Vol2 (60), 78 s.

Helsedirektoratet, 2016. <https://www.helsedirektoratet.no/tema/kosthold-og-ernaering/kostradene>

Hoste, R. 2017. International comparison of pig production costs 2015: results of InterPIG (No. 2017-048). *Wageningen Economic Research*.

Hansen S, Bernard M-E, Rochette P, Whalen JK, Dörsch P. 2014. Nitrous oxide emissions from a fertile grassland in Western Norway following the application of inorganic and organic fertilizers. *Nutr Cycl Agroecosyst*. 98:71–85.

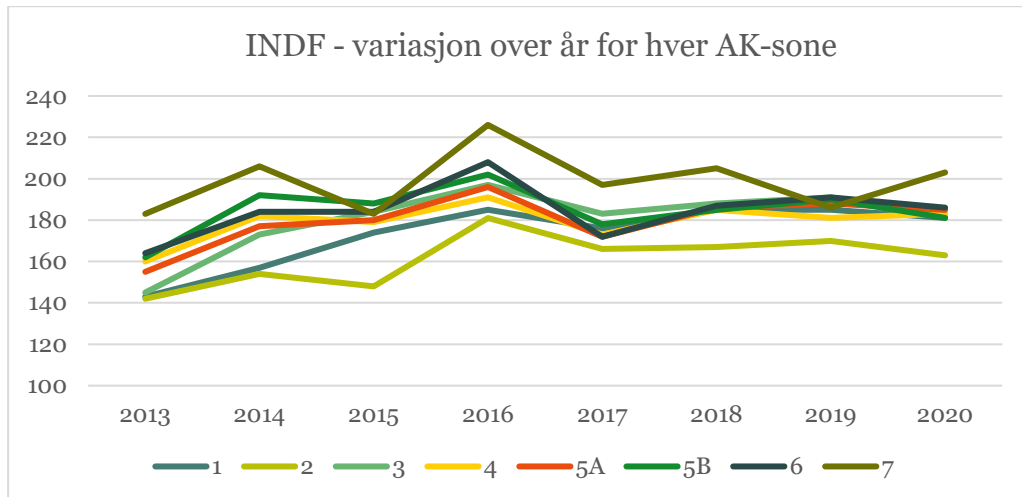
- Hauge, A., Haukås, T. & Berger, M. 2020. Avlingsøkning i korn ved drenering. Resultat av spørreundersøkelse blant kornbønder på Sør-Østlandet. NIBIO Rapport Vol 6 (78), 22 s.
- Karlengen m.fl., 2012. Husdyrgjødsel; Oppdatering av mengder gjødsel og utskillelse av nitrogen, forfor og kalium. Sluttrapport. 17.12.2012. Rapport, Institutt for husdyr og akvakulturvitenskap, NMBU. 109 s.
- Landquist, B., Woodhouse, A., Axel-Nilsson, M., Sonesson, U., Elmquist, H., Velander, K., Wallgren, P., Karlsson, O., Eriksson, I., Åberg, M. & Elander, J. 2020. Uppdaterad och utökad livscykelanalys av svensk grisproduktion.
- Miljødirektoratet 2022. Greenhouse gas emissions 1990- 2020. National Inventory Report (NIR). M-2268. 730 s.
- Mittenzwei, K., Walland, F., Milford, A. B. & Grønlund, A. 2020. Klimakur 2030. Overgang fra rødt kjøtt til vegetabilsk og fisk." NIBIO Notat av 15.01.2020. Saks nr. M-1497/2019.
- McAuliffe, G. A., Takahashi, T., Mogensen, L., Hermansen, J. E., Sage, C. L., Chapman, D. V. & Lee, M. R. F. 2017. Environmental trade-offs of pig production systems under varied operational efficiencies. *Journal of cleaner production*, 165, 1163-1173.
- MacLeod, M., Gerber, P., Mottet, A., Tempio, G., Falcucci, A., Opio, C., Vellinga, T., Henderson, B. & Steinfeld, H. 2013. Greenhouse gas emissions from pig and chicken supply chains—A global life cycle assessment. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Morken, J., Sapci, Z., & Shaza, A. 2013. Revision of the Norwegian model for estimating methane emission from manure management. IMT Rapport serie.
- Prestvik, A., Mittenzwei, K. & Elstad Stensgård, A. 2022. Redusert matsvinn og endret kosthold—muligheter for beregning av effekt på klimagassutslipp fra jordbruket. NIBIO Rapport Vol 8 (7), 34 s.
- Rasse, D., Økland, I., Bárcena, T.G., Riley, H., Martinsen, V., Sturite, I., Joner, E., O'Toole, A., Øpstad, S., Cottis, T & Budai, A. 2019. Muligheter og utfordringer for økt karbonbinding i jordbruksjord. NIBIO rapport Vol5 (36) 93 s.
- Reckmann, K. & Krieter, J. 2015. Environmental impacts of the pork supply chain with regard to farm performance. *The Journal of Agricultural Science*, 153(3), 411-421.
- Rivedal, S., Bechmann, M. & Kvitte, Å. M. 2022. Husdyrgjødseltiltak og klimagassutslipp. Vurdering av årlege aktivitetsdata og ein del utsleppsfaktorar. NIBIO Rapport, Vol 8 (20), 46 s.
- Sanson, G., Smedshaug, C. A., Uldal, S. H., Svihus, B. & Alvseike, O. 2021. Kjøttbeinmel – en ressurs med stort potensial. *Kjøttets tilstand 2021*, 168.
<https://www.animalia.no/no/animalia/publikasjoner/kjottets-tilstand/>
- Steinshamn, H., Ystad, E., Henriksen, J.K., Næss, G. & Walland, F. 2020. Grovførkostnader i norsk husdyrproduksjon – effekter av ulike valg i dyrking, høsting, konservering og utføring av grovfør. NIBIO rapport Vol6 (126), 87 s.
- Tesfai, M., Hauge, A. & Hansen, S. 2015. N₂O emissions from a cultivated mineral soil under different soil drainage conditions. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil & Plant Science*, 65:sup1, 128-138, DOI: 10.1080/09064710.2015.1006669.
- Tesfai, M. 2016. Emissions of N₂O from Agricultural Soils and Mitigation Options: A review with special reference to Norwegian agriculture. NIBIO rapport Vol2 (25) 64s.
- TBU jordbruk, 2019. Jordbruksrelaterte klimagassutslipp. Gjennomgang av klimagassregnskapet og vurdering av forbedringer. Rapport fra partssammensatt arbeidsgruppe.

https://www.regjeringen.no/contentassets/of1af0ca7efe493e8e48b46b6fba5ffd/rappport-tbu-jordbruk_siste.pdf

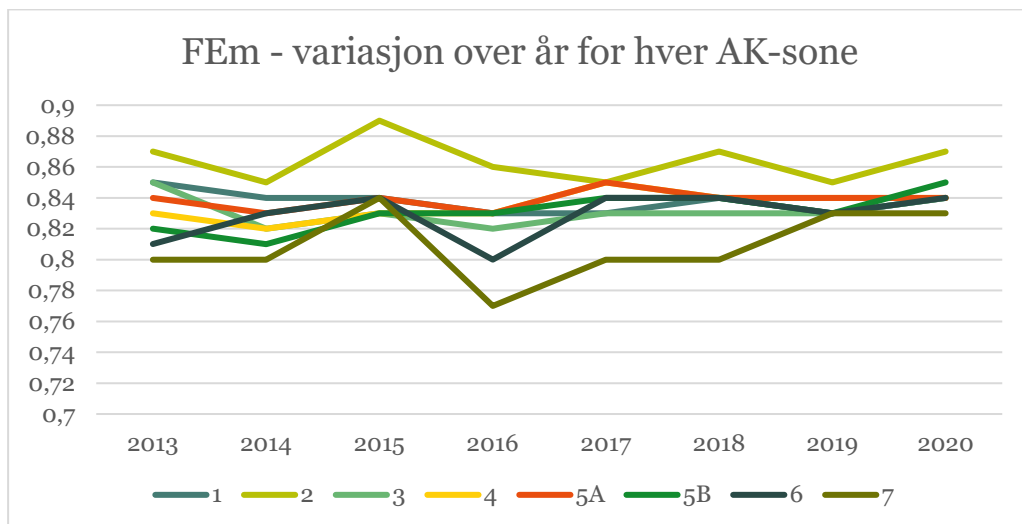
- Thuen, A. E. & Tufte, T. 2017. Engdyrking og grovførkvalitet. En spørreundersøkelse blant melkeprodusenter – 2017. Rapport 11-2017. Agri Analyse. ISSN:1894-1192, 65 s.
- Uhlen, A. K., Børresen, T., Kværnø, S.H., Krogstad, T., Waalen, W., Strand, E., Bleken, M., Seehusen, T., Deelstra, L, Sundgren, T., Lillemo, M., Riley, H., Abrahamsen U. & Øygarden, L. 2017. Økt norsk kornproduksjon gjennom forbedret agronomisk praksis. En vurdering av agronomiske tiltak som kan bidra til avlingsøkninger i kornproduksjonen. NIBIO Rapport Vol 3 (47), 47 s.
- Sanson.G., Smedshaug, C.A., Uldal, S.H., Svihus, B. & Alvseike, O. 2021. Kjøttbeinmel – en ressurs med stort potensial. Animalia. Kjøttets tilstand 2021. s 4- 13.
- Seehusen, T. & Uhlen, A. K. 2019. Analyses of Yield Gaps for the production of wheat and barley in Norway - Potential to increase yields on existing farmland. NIBIO Rapport Vol 5 (166), 58 s.
- Volden, H., E. Prestløkken m.fl., 2022. Betydningen av bedre grovførkvalitet på utslipp av metan fra norsk storfeproduksjon. 13 s. Miljødirektoratet Report M-2205.

Vedlegg 1

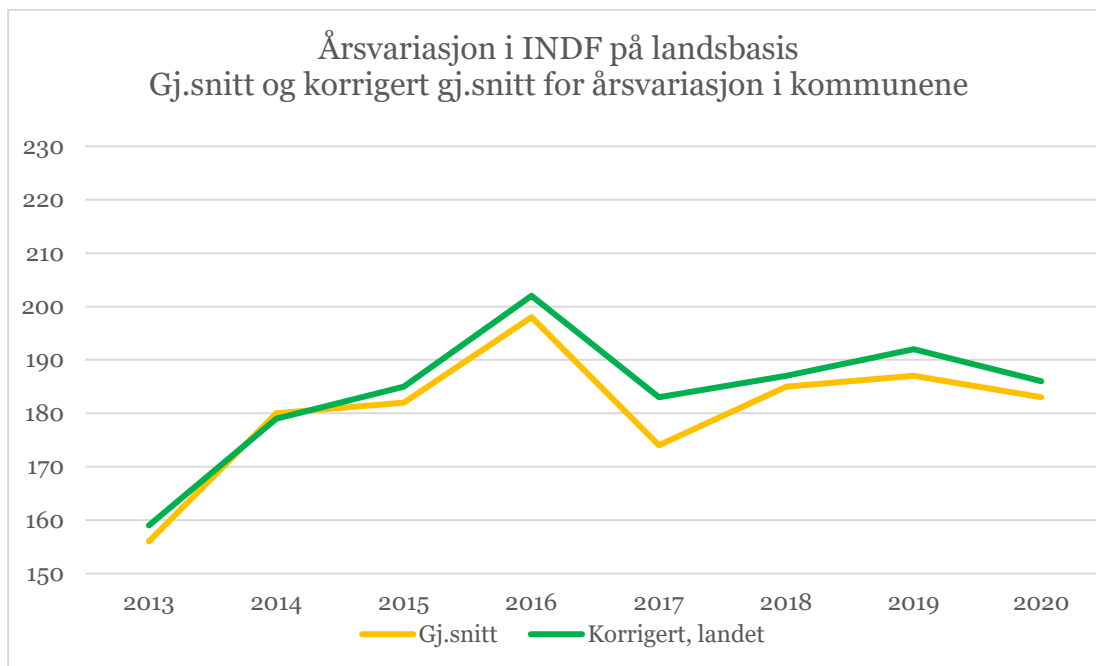
I kapittel 5 er det gitt detaljert beskrivelse av resultater fra laboratorieanalyser av innsendte grovfôranalyser. Noen figurer er gitt i Vedlegg1, men er nærmere omtalt i kapittel 5.1.6 Analyser av datamaterialet.



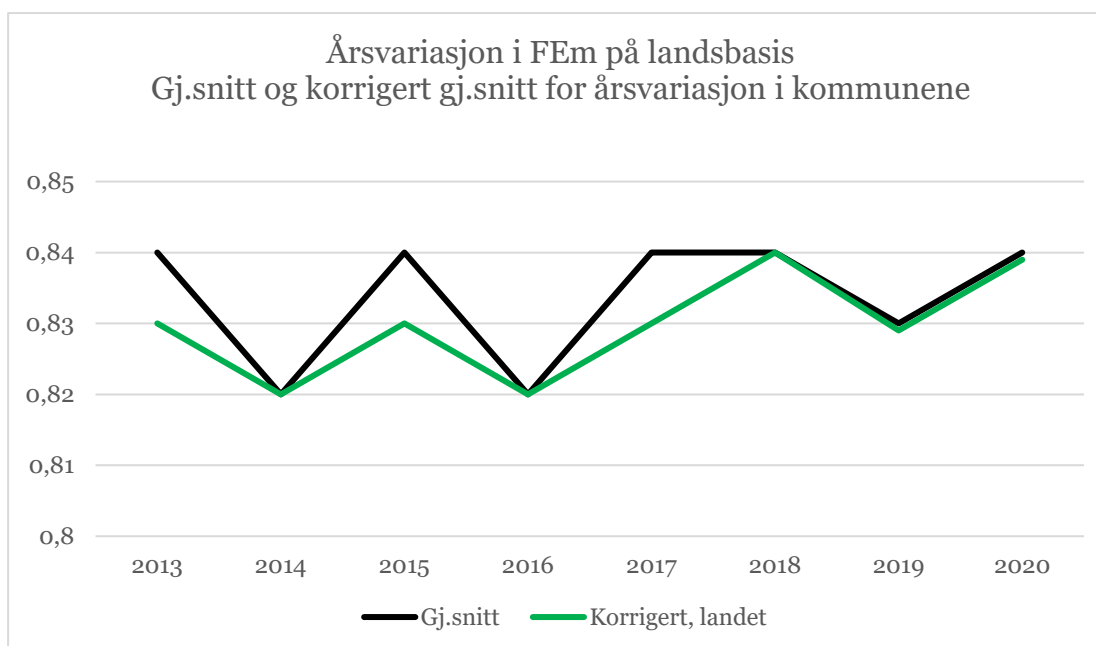
Figur 1. Årsvariasjon i ufordøyelig fiberinnhold (INDF) i grovfôret innen og mellom AK-soner i årene 2013-2020.



Figur 2. Årsvariasjon i nettoenergi (FEm) i grovfôret innen og mellom AK-soner i årene 2013-2020.



Figur 3. Årsvariasjon i innhold av ufordøyelig fiber i grovføret (INDF) basert på ordinært gj.snitt og gj.snitt korrigert for årsvariasjon i INDF i kommunene.



Figur 4. Årsvariasjon i innhold av nettoenergi (FEm) basert på ordinært gj.snitt og gj.snitt korrigert for årsvariasjon i kommunene.

Vedlegg 2

Et utdrag fra Eurofins' analyseskjema med bestillingskoder for analyser, omtalt i Kap 5.1.4



Agro

Koder til utfylling av bestillingsskjema

Förkoder for surför av graseng - NorFor					
<40% kløver	>40% kløver				
006-0460	006-0489	Svært tidlig høstet (bladstadiet, svært høy fordøyelighet)			
006-0461	006-0490	Tidlig høstet (før begynnende skyting, høy fordøyelighet)			
006-0462	006-0491	Middels høstetidspunkt (i skyting, middels fordøyelighet)			
006-0463	006-0492	Sent høstet (1-2 uker etter skyting, lav fordøyelighet)			
006-0464	006-0493	Svært sent høstet (svært lav fordøyelighet)			
Förkoder for gras av graseng - NorFor					
<40% kløver	>40% kløver				
006-0501	006-0506	Svært tidlig høstet (bladstadiet, svært høy fordøyelighet)			
006-0502	006-0507	Tidlig høstet (før begynnende skyting, høy fordøyelighet)			
006-0503	006-0508	Middels høstetidspunkt (i skyting, middels fordøyelighet)			
006-0504	006-0509	Sent høstet (1-2 uker etter skyting, lav fordøyelighet)			
006-0505	006-0510	Svært sent høstet (svært lav fordøyelighet)			
Förkoder for høy av blandingseng - NorFor					
006-0466	Tidlig høstet				
006-0467	Middels høstet				
006-0488	Sent høstet				
Förkoder for helsæd - NorFor					
006-0258	Helsæd korn lav modningsgrad				
006-0259	Helsæd korn deigmodning				
006-0270	Helsæd korn og belgvekster lav modningsgrad				
006-0525	Bygg helsæd, fersk				
006-0530	Helsæd korn og belgvekster deigmodning				
Förkoder for mais - NorFor					
006-0470	Maisensilage middels tørrstoff				
006-0471	Maisensilage høyt tørrstoff				
Förkoder for förblanding - NorFor					
014-0325	Grunnblanding, Lav fordøyelighet grovför				
014-0326	Grunnblanding, Middels fordøyelighet grovför				
014-0327	Grunnblanding, Høy fordøyelighet grovför				
Förkoder for halm - NorFor					
006-0468	Halm (bygg, havre, hvete). Ubehandla.				
006-0469	Halm (bygg, havre, hvete). NH3-behandla.				
006-0397	Halm (bygg, havre, hvete), dypplutet m. urea				
Koder for annet för					
001-0112	Fersk mask				
11	Annet för (ikke Norför-verdier)				
Arter i artssammensetning:					
1	Grasblanding	13	Engsvingel	26	Alsikekløver
2	Italiensk raigras	14	Hundegras	27	Hvitkløver
3	Hybrid raigras	15	Bladfaks	28	Andre belgvekster
4	Bygg	16	Engrapp	29	Förraps
5	Hvete	17	Märkrapp	30	Förmargkål
6	Rug	18	Engkvein	31	Andre korsblomster
7	Trifscale	19	Strandrør	32	Ugras
8	Havre	20	Rødsvingel	33	Flerårig raigras
9	Erter	22	Westevoldsk raigras	34	Lucerne
10	Mais	23	Engrevehale	35	Raisvingel
11	Förbeter	24	Andre grasarter		
12	Timotei	25	Rødkløver		

Tilsetningsmiddel	
1	Uten tilsetning
4	Lactasil 200 NB
18	Silofem
19	Sil-All 4x4 TM
30	Maursyre
32	Kofasil Ultra
37	Josilac
38	Bonsilage Plus
40	Betepulp
41	Melasse
43	Kofa Plus
44	GrasAAT Plus
45	Howden silovæske
46	Ensimax
47	Biomax R
48	Kofasil LP
49	Feedtech Silage II
50	FCN-Silage 2000
51	Ensil 1
52	GrasAAT Eco
53	GrasAAT Lacto
54	Andre
78	Ensil Pluss
102	Försil Pluss
103	Kofasil Combi
106	Animal Biosa ensilering
107	Biomax GP
108	Bio-Sil
109	EM Silage
110	Feedtech Silage F3000
111	Kofasil Lac
112	Kofasil Life
113	Försil
114	Sil-All Fireguard
115	Sil-All FVA
214	Ensil Ekstra
213	GrasAAT sx
212	Lalsil Dry
217	Xtrasil Bio-Lp
215	Xtrasil Lp
216	Xtrasil Ultra

Silotyper	
6	Plansilo
7	Stakksilo på jordet
8	Stakksilo på plate
9	Tårnsilo
10	Baller pakket enkeltvis
11	Baller pakket sammen
12	Pølsesilo

Eurofins Agro Testing Norway AS
Telefon: 92 23 99 99

Besøksadresse: Møllebakken 40, 1538 Moss
e-post: grovfor@eurofins.no

Postadresse: Postboks 3033, 1506 Moss
www.eurofins.no

v.16.05.22

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.