NIBIO
NORSK INSTITUTT FOR BIOØKONOMI

Klimavirkninger av å holde dyr på beite

- kunnskap, kunnskapshull og -behov innen feltet

NIBIO RAPPORT | VOL. 12 | NR. 37 | 2026

Rapport

TITTEL:	Klimavirkninger av å holde dyr på beite - kunnskap, kunnskapshull og -behov innen feltet		
DATO:	01.03.2026	**REVIDERT DATO:** -	
ANTALL SIDER:	66	**ANTALL VEDLEGG:** -	

FORFATTER(E):	
NAVN:	**DIVISJON/ STASJON/ANNET:**
Vilde Haarsaker	Matproduksjon og samfunn (stab)
Anne-Grete Roer Hjelkrem	Matproduksjon og samfunn/Klima og matproduksjon
Hilde Haug Simonhjell	Matproduksjon og samfunn/Klima og matproduksjon
Ingrid Flatland	Matproduksjon og samfunn/Klima og matproduksjon
Line Ulberg Tveiten	Matproduksjon og samfunn/Klima og matproduksjon
Matthias Koesling	Matproduksjon og samfunn/Klima og matproduksjon
Håvard Steinshamn	Matproduksjon og samfunn/Fôr og husdyr
Ievina Sturite	Matproduksjon og samfunn/Fôr og husdyr
Synnøve Rivedal	Matproduksjon og samfunn/Fôr og husdyr
Vibeke Lind	Matproduksjon og samfunn/Fôr og husdyr
Katharina Hobrak	Skog og utmark/Skog og klima
Anders Bryn	Kart og statistikk/Arealundersøkelser
Kristin Daugstad	Matproduksjon og samfunn/Kulturlandskap og biomangfold
KONTAKTPERSON NIBIO: Line Ulberg Tveiten, line.tveiten@nibio.no	

RAPPORTNUMMER: 12/37	**PROSJEKTNUMMER:** 54541	**ARKIVNUMMER:** 25/01668, 26/00728
TILGJENGELIGHET: Åpen	**ISBN:** 978-82-17-03956-3	**ISSN:** 2464-1162

OPPDRAGSGIVER: Landbruksdirektoratet	**OPPDRAGSGIVERS KONTAKTPERSON:** Bjørn Huso

PROSJEKTLEDER:	**KVALITETSSIKRET/GODKJENT:**
Line Ulberg Tveiten	Hilde Haug Simonhjell/Audun Korsæth

STIKKORD: beitedyr, beitepraksis, beiteressurser, beiteandel, klima, klimaeffekt, klimagassutslipp, klimagassregnskap, overflatealbedo, enterisk metan, jordkarbon, fôr, husdyrsgjødsel	**FAGOMRÅDE:** Klima og matproduksjon, fôr og husdyr, skog og klima, arealundersøkelser, kulturlandskap og biomangfold

SAMMENDRAG:

Beitebruk er viktig for ressursutnyttelse, selvforsyning, dyrevelferd og kulturlandskap, og det er et politisk mål å øke beiting. Klimaeffektene av beiting har imidlertid vært lite vektlagt. Rapporten sammenstiller kunnskap om hvordan beitedyr påvirker klima gjennom både klimagassutslipp og endringer i vegetasjon og areal. Effektene varierer betydelig mellom arealtyper, beitetrykk, dyreslag og lokale forhold, noe som gjør det vanskelig å trekke generelle konklusjoner. I klimagassregnskapet er beiting særlig relevant for arealbruksendringer, som avskoging til beite og utslipp fra tidligere drenert myr. Effekter på enterisk metan og utslipp fra husdyrgjødsel er relativt små, selv om enkelte norske studier antyder noe lavere metanutslipp ved godt beite på fulldyrka jord. Biogeofysiske effekter som albedo er lite kartlagt, men kan ha nedkjølende effekt i noen områder.

Rapporten peker på to hovedutfordringer: behov for sterkere insentiver til å bruke eksisterende innmarksbeiter fremfor nyrydding, og potensial for mer beiting av melkekyr på fulldyrka jord. Det trengs mer forskning for å bedre beregne effekter av beiting i klimagassregnskapet, særlig knyttet til enterisk metan, jordkarbon og beitetrykk i utmark.

© NIBIO

Rapportens referanse:

Tveiten, U. L., Bryn, A., Daugstad, K., Flatland, I., Hjelkrem, R. A-G., Hobrak, K., Haarsaker, V., Koesling, M. Lind, V., Rivedal, S., Simonhjell, H. H., Steinshamn, H., Sturite, I. (2026). *Klimavirkninger av å holde dyr på beite - kunnskap, kunnskapshull og behov innen feltet.* (NIBIO RAPPORT, 12/37). Norsk institutt for bioøkonomi.

Bilde: Sau i utmark. Foto: Yngve Rekdal, NIBIO

Forord

I jordbruksoppgjøret 2025 var avtalepartene enige om å sette av midler på klima- og miljøprogrammet til følgende utredning som skulle leveres i forkant av jordbruksoppgjøret 2026:

«Fremskaffe kunnskap om klimavirkninger av dyr på beite, som ledd i å utvikle god beitepraksis og god forvaltning av beiteressursene».

Landbruksdirektoratet, som har ansvar for klima- og miljøprogrammet, lyste ut oppdraget i september 2025 som en ekstrautlysning. NIBIO fikk oppdraget og hovedleveransen er denne rapporten.

Line Ulberg Tveiten i avdeling for klima og matproduksjon har vært prosjektleder, og en tverrfaglig prosjektgruppe har samarbeidet om å skrive rapporten. Prosjektgruppen har vært inndelt i kapittelforfattere og generelle bidragsytere.

De som har skrevet kapitler er: Anne-Grete Roer Hjelkrem og Synnøve Rivedal (klimagassregnskap jordbrukssektoren), Katharina Hobrak (klimagassregnskap arealbrukssektoren), Anders Bryn (albedoeffekten og andre biogeofysiske effekter), Vibeke Lind (enterisk metan), Synnøve Rivedal (sparte utslipp fra fôrproduksjon og husdyrgjødsel), og Ievina Sturite og Kristin Daugstad (jordkarbon).

Vilde Haarsaker, Hilde Haug Simonhjell, Line Ulberg Tveiten, Matthias Koesling, Håvard Steinshamn og Ingrid Flatland har bidratt i helheten med rapporten, inkludert innledning, diskusjon og sammendrag.

Rapporten er kvalitetssikret av avdelingsleder Hilde Haug Simonhjell (avd. Klima og matproduksjon) og godkjent av divisjonsdirektør Audun Korsæth (Divisjon matproduksjon og samfunn).

Ås, 01.03.2026

Line Ulberg Tveiten

Innhold

Forord 4

Sammendrag 6

Om rapporten 11

1 Innledning: Klimavirkninger av dyr på beite 13
1.1 Dagens omfang av beiting i Norge 13
1.2 Hvordan påvirker beitedyr klimaet? 15

2 Klimagassregnskapet for Norge, beitedyr og beitebruk 17
2.1 Generelt om klimagassregnskapet 17
2.2 Om arealbrukssektoren 18
2.2.1 Arealbrukskategorien "beite" 19
2.2.2 Rapporterte utslipp og opptak fra arealbrukskategorien beite 21
2.2.3 Metodikken for beregning av karbonbeholdning 22
2.2.4 Avskoging til beite 25
2.2.5 Hvilke datagrunnlag har vi om beitetrykk i utmark i Norge? 25
2.2.6 Kunnskapsstatus om hvordan beiting påvirker jordkarbon 26
2.3 Om jordbrukssektoren 30
2.3.1 Enterisk metan 31
2.3.2 Husdyrgjødsel 38
2.3.3 Utslipp fra fôrproduksjon 42

3 Albedo og andre biogeofysiske effekter 45
3.1 Biogeofysiske effekter på energibudsjett av husdyr på beite 45
3.1.1 Strålingsregnskap (albedo) 47
3.1.2 Latent varmetap gjennom evapotranspirasjon og følbart varmetap 48

4 Diskusjon 51
4.1 Mulige forbedringer av klimagassregnskapet 51
4.2 Samlet vurdering av de ulike klimaeffektene 51
4.3 Virkemidler for endret beitepraksis 52
4.3.1 Dagens virkemiddelbruk 52
4.3.2 Fremtidig virkemiddelbruk for endret beitepraksis 54

Litteraturliste 57

Sammendrag

Beitebruk er viktig både for å ivareta ressursutnyttelse, selvforsyning, dyrevelferd og natur- og kulturlandskapsverdier. Det er som følge av dette et politisk ønske om å øke beitebruken, blant annet uttrykt i St. meld. 11 (2023-2024) i punktet om at «regjeringa vil leggje til rette for auka bruk av beite i både tid og areal». Klimaeffekter av beiting har ikke vært et sentralt bakteppe for satsingen på økt beiting. I denne rapporten har vi sammenstilt tilgjengelig kunnskap om klimavirkningene av beite, belyst hvordan beiting håndteres i det nasjonale klimagassregnskapet og diskutert eventuelle muligheter for forbedringer av dette, samt mulige tilpasninger i beitepraksis.

Husdyr på beite kan påvirke klimaet både gjennom å slippe ut klimagasser, og gjennom at de påvirker arealene som de beiter på. Beitedyras arealbruk kan medføre både utslipp og opptak av klimagasser fra jord, trær og annen biomasse, i tillegg påvirkes energiutvekslingen mellom jordoverflaten og atmosfæren (f.eks. albedoeffekten). Utslipp og opptak av klimagasser betegnes som biogeokjemiske prosesser, mens albedoeffekten og andre effekter som påvirker energibalansen betegnes biogeofysiske prosesser.

Hvordan de biogeokjemiske og biogeofysiske prosessene bidrar til økt eller redusert global temperatur kan beregnes i jordsystemmodeller (ofte kalt klimamodeller). Norges klimamål er imidlertid kun koplet opp mot de nasjonale klimagassregnskapene, som bare omfatter utslipp og opptak av klimagasser. Norges klimagassregnskap følger metodikk fra FNs klimapanel IPCC. Det er ikke etablert metodikk for å ta inn biogeofysiske effekter i de nasjonale klimagassregnskapene.

I denne rapporten presenterer vi kunnskapsstatus knyttet til beitedyras betydning for de ulike klimapådriverne, med vekt på norske forhold. Vi har vurdert i hvilken grad de forskjellige klimapådriverne fanges opp i det nasjonale klimagassregnskapet. Vi har erfart at det er krevende å vurdere hva den samlede effekten av beiting på klima er, ut ifra enkeltstudier. Det er en rekke faktorer som varierer og dermed påvirker resultatene. Dessuten har de ulike målemetodene sine begrensninger.

Beiting foregår på fulldyrka og overflatedyrka areal, innmarksbeite og utmarksbeite, både over og under skoggrensa. Arealene kan ha ulik grad av kultivering i form av jordarbeiding, gjødsling, drenering og kalking. Videre varierer faktorer som jordtype, -dybde, innhold av karbon og næringsstoffer, produktivitet, tidligere bruk av arealet, klimatiske forhold, høyde over havet og ulike arter av kultiverte og ikke-kultiverte eng- og beitevekster. I utmarka foregår beiting dessuten i en rekke vegetasjonstyper. Andre viktige faktorer er blant annet antall dyr, dyreslag, dyretetthet på beite (beitetrykk), lengde på beiteperioden og eventuell tilleggsfôring. I sum innebærer den store variasjonen i faktorer som påvirker utslipp og opptak av klimagasser, samt albedo og andre geofysiske effekter, at det er det krevende å generalisere ut ifra enkeltstudier.

Samlet vurdering av de ulike klimaeffektene

I denne rapporten har vi sammenstilt dagens kunnskap ved å gjøre en relativt enkel litteraturgjennomgang. Hovedtrekkene er oppsummert Tabell 1.

I klimagassregnskapet er det først og fremst i arealbrukssektoren at beiting har vesentlig betydning. Utslipp og opptak påvirkes både av arealbruksendring (arealer gjøres om til beite), og fra beitebruken (eksisterende beitearealer). I perioden 2019 til 2023 var utslippene fra avskoging til innmarksbeite i snitt på drøyt 400 000 tonn CO_2 i året. Det er også utslipp fra innmarksbeiter på drenert myr, i snitt 70 000 tonn CO_2 i året i denne perioden. Siden 2020 har det vært forbudt å dyrke opp nye myrarealer, men utslipp fra allerede drenerte myrer vil fortsette å ha utslipp. Det er dessuten fortsatt mulig å nydyrke myr i særlig tilfeller.

I jordbrukssektoren er enterisk metan og utslipp fra husdyrgjødsel viktige utslippskilder. Selv om de få norske studiene som er gjennomført antyder noe lavere utslipp fra melkeku på godt beite på fulldyrka jord, og at utslippene fra husdyrgjødsel også reduseres noe når den avsettes på beite, vil dette bare i begrenset grad bidra til å redusere de totale utslippene. Samtidig må det understrekes at klimaeffekt handler om oppvarming eller nedkjøling av atmosfæren, og fordi metan er en kortlevd klimagass, vil stabile utslipp av metan fra husdyr ikke føre til økende global oppvarming på lang sikt. Dette hensyntas ikke i klimagassregnskapet i dag.

Beiting kan bidra til å holde arealer åpne, noe som kan gi en nedkjølende effekt (albedo og andre geofysiske effekter). Det er begrenset med kunnskap om størrelsesorden på disse effektene. For netto effekt for klima må en se den nedkjølende effekten opp mot den karbonlagringen som kunne vært der dersom arealet hadde blitt opprettholdt som eller plantet til med skog.

Bilde: Kyr på beite. Foto: Yngve Rekdal, NIBIO

Tabell 1 Samlet vurdering av de ulike klimaeffektene. Hovedtrekk.

Type klima-pådrivere	Klimapådrivere knyttet til beitedyr	Sektor i Klimagass regnskapet	Kunnskapsstatus i korte trekk
Biogeo-kjemiske klima-pådrivere	Utslipp og opptak av CO_2 i jord, trær og annen biomasse	Arealbruk	**Innmarksbeite:** Kategorien i arealbrukssektoren heter «Aktivt beita innmark» og tilsvarer i stor grad kategoriene Innmarksbeite og Overflatedyrka jord i AR5, og inkluderer ikke beiting i kategorien Fulldyrka jord. For «Aktivt beita innmark» beregnes det opptak av CO_2 i mineraljord, men dette opptaket er relativt lite sammenlignet med utslipp av CO_2 ved avskoging til beite og fra myr som tidligere er blitt dyrket opp til beite. **Utmarksbeite utenom skog og myr:** Kategorien heter «Åpent og glissent tresatt utmark på mineraljord». Dette er utmark som ikke defineres som skog eller myr, og som har minimum 50 % vegetasjonsdekke. Det beregnes kun et opptak i trærne på arealet, men det er mulig å inkludere beregning av opptak og utslipp av CO_2 i jord dersom man får mer kunnskap om effekten av beitetrykk på jordkarbon. Det er gjennomført noen få studier i Norge, og konklusjonene er ikke entydige. Dessuten er det svært krevende å skaffe data om hvordan beitetrykket varierer på arealene, noe som vil være nødvendig for beregninger i klimagassregnskapet. **Fulldyrka jord:** Fulldyrka mark benyttes i noen grad til beiting med flerårig eng. Denne formen for beite har ikke vært inkludert her.
	Utslipp av metan fra husdyr-fordøyelse	Jordbruk	Det er gjort få målinger av metanutslipp fra husdyr på beite i Norge. Det trengs langt flere forsøk for å kunne gi noen generelle konklusjoner, og i tillegg har målemetodene mange svakheter. For å hensynta beiting i beregning av enterisk metan i klimagassregnskapet må man dessuten vite hvor stor andel av fôropptaket som skjer på beite, noe som er krevende å estimere. **Beite på fulldyrka jord:** Det er publisert resultater fra to norske forsøk med melkeku og ett med sau. Forsøkene viste lavere utslipp av metan per produsert enhet for dyrene som hadde fri tilgang til godt beite på fulldyrka jord i tillegg til innefôring. Det pågår nå forsøk med melkeku og ammeku i prosjektet MethanePasture (NMBU m.fl.). Resultater er ikke publisert enda. **Innmarksbeite:** Det er ikke gjennomført målinger av utslipp av enterisk metan fra husdyr på innmarksbeite i Norge. **Utmarksbeite:** Det er svært krevende å måle metanutslipp fra husdyr på utmarksbeite, og vitenskapelige forsøk med dette er ikke gjennomført i Norge. Det pågår et forsøk med bruk av en metanhemmer (SilvAir) for melkegeit på utmarksbeite som vil kunne si noe om effekten av utmarksbeite isolert sett, men målemetoden som brukes her har sine svakheter.
	Utslipp av lystgass og metan fra husdyrgjødsel	Jordbruk	Når dyra er på beite spares utslipp fra lagring og spredning av husdyrgjødsel. Utslippene fra gjødsla som legges igjen på beite er lavere. Dette hensyntas i klimagassregnskapet, men størrelsesorden på dette er relativt liten.
	Reduserte utslipp ved redusert behov for fôrproduksjon	Flere sektorer	Økt fôropptak på beite vil redusere behovet for fôrproduksjon noe. Denne besparelsen vil være størst når beitingen foregår på utmarksbeite eller ekstensive innmarksbeiter, og minst ved beiting på areal som gjødsles og jordarbeides. De totale effektene i det nasjonale klimagassregnskapet er uansett relativt små.
Biogeofysis ke klimapådriv ere	Albedo, evapo-transpirasjon, følbar varmeoverføring og varmelagring i jord	Ikke med	Kunnskapsstatusen er lav fordi det mangler studier som tall- og stedfester husdyras effekter på vegetasjonen i utmark. Det er betydelige lokale og regionale variasjoner, og vanskelig å trekke generelle konklusjoner ut av de forskningsresultatene man har. På de arealene som typisk avskoges til innmarksbeite og på gjengroingsarealer aktuelle for planting av skog så er effekten på albedo klart underordnet opptaket i skog. Over tregrensa og i mer marginal skog er det annerledes.

Virkemidler for endret beitepraksis

I oppdraget er vi bedt om å vurdere virkemidler for endret beitepraksis med tanke på klimaeffekter. Det er primært to problemstillinger som har pekt seg ut:

- Av klimahensyn er det fornuftig å bruke eksisterende innmarksbeiter istedenfor å rydde nye. En betydelig andel av innmarksbeitene er ikke i bruk i dag. I praksis kan det være krevende for gårdbruker å bruke disse arealene. Dette vil ofte kreve transport av dyra, i en del tilfeller til små og spredte arealer, mens nyrydding av beite på arealer i nærheten av fjøset gir mer rasjonell drift. Det vil derfor i mange tilfeller trolig kreve sterke insentiver for at husdyrprodusenten tar i bruk ledige innmarksbeiter. Avskogingsforordningen trer i kraft i EU i 2026/27 og delvis skal tas inn i norsk rett vil sette restriksjoner på omsetning av tømmer og storfehuder fra arealer som er avskoget til beiteformål etter 2020.
- Norske forsøk med melkeku tyder på at godt beite på fulldyrka jord bidrar til noe lavere utslipp av enterisk metan sammenlignet med surfôr. Dagens melkeproduksjon har så høye krav til ytelse at det primært er på fulldyrka jord nær fjøset at økt beiting er aktuelt. Det er i hovedsak for melkeku at det er potensial for lengre beiteperiode (utover lovkravet), mens sau og ammeku allerede har en lang beitesesong.

Det har ikke vært mulig innenfor oppdragets ramme å gjøre omfattende virkemiddelvurderinger. De bakenforliggende forholdene som påvirker beitepraksis er mange og sammensatte, og handler blant annet om struktur- og produktivitetsutvikling, der det har blitt færre og større besetninger samt at særlig melkeproduksjonen er blitt mer intensiv. Det er et omfattende sett av tilskuddordninger, krav og andre virkemidler som har betydning for bondens tilpasninger. Endrede eller nye virkemidler for endret beitepraksis må vurderes i en helhet og i sammenheng med andre landbrukspolitiske mål. For eksempel kan rydding av skog til beite i nærheten av fjøset gi mer effektiv drift og enklere tilsyn for bonden, mens det av hensyn til klimagassutslipp, biologisk mangfold og kulturlandskap kan være fordelaktig å heller frakte dyrene til ledige innmarksbeiter på jordbrukseiendommer der husdyrholdet er avviklet.

Det har vært betydelig økning i størrelsen på de nasjonale beite- og utmarksbeitetilskuddene de siste fem årene, men det har i liten grad vært diskutert hvordan man kan bruke tilskuddene til å målrette beitepraksisen. I 2027 skal Landbruksdirektoratet rullere nasjonal instruks for regionale miljøtilskudd. Dette kan være en av flere muligheter til å vurdere hvordan virkemidler kan stimulere til økt bruk av eksisterende innmarksbeiter fremfor avskoging til innmarksbeite. Det bør også vurderes om det kan være hensiktsmessig med sterkere insentiver spesielt rettet mot økt beiting for melkekyr utover lovkravet.

Hva trengs av mer kunnskap?

Som beskrevet innledningsvis i sammendraget er det svært mange faktorer som spiller inn når man skal vurdere klimaeffekter av beiting, noe som gjør det krevende å generalisere ut ifra enkeltstudier. I tillegg har målemetodene sine begrensninger og usikkerheter. For eksempel finnes det ikke gode metoder for å måle utslipp av enterisk metan fra beitedyr i utmark.

Det er kun for utslipp fra husdyrgjødsel i jordbrukssektoren og for kategorien «Aktivt beita innmark» i arealbrukssektoren at beiting kan identifiseres direkte i det nasjonale klimagassregnskapet i dag. To problemstillinger som er diskutert i rapporten er muligheter for å ta hensyn til beiteperiode ved beregning av enteriske metanutslipp og betydningen av beiting for jordkarbon i utmark. I begge tilfeller er konklusjonen at det trengs langt flere studier under norske forhold for å utvikle utslippsfaktorer som hensyntar beiting. I tillegg trengs det data om hhv. husdyras fôropptak på beite og beitetrykk i utmark, noe som både er metodisk og ressursmessig krevende. De få norske studiene som er gjort så langt antyder at beiting (på fulldyrka jord) kan ha en positiv, men liten, effekt på enteriske metanutslipp, mens når det gjelder sammenheng mellom beitetrykk og jordkarbon i utmark er resultatene mer sprikende. Det vil være svært ressurskrevende å gjennomføre den mengden studier som må til for å få bedre dokumentasjon og å sikre gode aktivitetsdata.

Bilde: Kyr på beite. Foto: Dan Aamlid, NIBIO

Om rapporten

Rapporten er hoved-leveransen i utredningsprosjektet «Fremskaffe kunnskap om klimavirkninger av dyr på beite, som ledd i å utvikle god beitepraksis og god forvaltning av beiteressursene» som ble gjennomført i perioden november 2025 - mars 2026. Andre leveranser er kronikk, nyhetssak på nibio.no, presentasjon for Regnskapsgruppa for klimaavtalen mellom jordbruket og staten, og presentasjon for Landbrukets klimatoppmøte.

Rapportforfatterne oppsummerer eksisterende kunnskap om klimavirkninger av å holde dyr på beite samt kunnskapshull og -behov innen feltet med tanke på å gi grunnlag for å utvikle bedre kunnskap, god beitepraksis og god forvaltning av beiteressursene. Vi beskriver muligheter og barrierer for at virkninger kan bli fanget opp i Norges klimagassregnskap.

Rapporten gir en systematisk oversikt over kunnskap om klimaeffekter knyttet til utslipp fra dyr og gjødsel, (sparte) utslipp fra fôrproduksjon, endring i karbonbeholdninger, bl.a. i jord, og effekter på overflatealbedo. Disse temaene er beskrevet i egne kapitler.

I den grad det var mulig, så har klimaeffekter blitt kvantifisert. Det har også blitt gjort vurderinger av målbarhet og overføringsverdi på et mer aggregert nivå. Del av prosjektet har vært å gjennomgå metoder for å etablere relevant sammenlikningsgrunnlag. Forfatterne har kartlagt behov og løsninger for mer dekkende aktivitetsdata til bruk i Norges klimagassregnskap.

Rapporten sier noe om hvordan aktuelle tiltak og virkemiddelbruk påvirker beitepraksis, med tanke på målkonflikter og synergier mellom klimamål og andre relevante målsetninger.

Målgrupper for rapporten er:

- beslutningstakere i regjering, departement, direktorat og forvaltning (nasjonalt og regionalt) næringspolitiske organisasjoner
- politiske partier/organer og Storting
- forskningsinstitusjoner og rådgivere i landbruket
- Husdyrprodusenter

Rapporten tydeliggjør hvilke av de identifiserte klimaeffektene som i dag fanges opp i klimagassregnskapet, og beskriver hvordan disse effektene kan inkluderes bedre på kort sikt. I tillegg belyser rapporten behovet for økt kunnskap og tiltak for å forbedre regnskapet på lengre sikt. Vi beskriver svakhetene i tallgrunnlaget, og behov for mer kunnskap for bedre tallgrunnlag på sikt. I vurdering av kunnskapshull, har vi basert oss på resultatene fra vurderingene av temaene over, samt kartlagt relevante prosjekter som pågår og hvilke temaer det jobbes med der.

Regnskapsgruppa for klimaavtalen* har fungert som referansegruppe i prosjektet. Det ble gjennomført et oppstartsmøte, en runde med skriftlige tilbakemeldinger på utkast til rapport, og et avslutningsmøte med presentasjon av ferdig rapport.

*Regnskapsgruppa består av representanter fra Landbruks- og matdepartementet (LMD), Klima- og miljødepartementet, Finansdepartementet, Norges Bondelag og Norsk Bonde- og Småbrukarlag. LMD leder gruppa. Miljødirektoratet og Landbruksdirektoratet er sekretariat. NIBIOs kontaktperson i forbindelse med utredningen har vært Bjørn Huso i Landbruksdirektoratet.

I rapporten går vi gjennom de ulike faktorene som har betydning for hvordan beiting påvirker klimaet. Klimaeffektene av beitedyr handler om direkte og indirekte utslipp fra dyra i seg selv (fordøyelse og gjødsel, innsatsfaktorer) og arealbruk (utslipp og opptak i jord, utslipp fra avskoging, biogeofysiske effekter). I hovedsak beskriver vi kunnskapsstatus og vurderer dette i sammenheng med hvordan opptak og utslipp av klimagasser bokføres i det nasjonale klimagassregnskapet. I tillegg har vi med noen vurderinger rundt hvordan økt beiting kan føre til sparte utslipp fra fôrproduksjon, der vi også drøfter LCA-analyser, som har en annen tilnærming enn det nasjonale klimagassregnskapet.

Vi har avgrenset gjennomgangen til storfe, sau og geit, da dette er de viktigste tamme beitedyrene i Norge. Vi har ikke med tamrein og tamhjort, som også er kategorier i det nasjonale klimagass-regnskapet. Utslipp fra ville beitedyr som elg og hjort er ikke med i de nasjonale klimagassregnskapene. Vi vurderer i denne rapporten ikke effektene av reduserte drøvtyggerbestander, selv om det har mye å si for de totale klimagassutslippene i jordbrukssektoren.

Bilde: Kyr på fjellbeite i vestnorsk fjell. Foto: Dan Aamlid, NIBIO

1 Innledning: Klimavirkninger av dyr på beite

Beitebruk er viktig både for å ivareta ressursutnyttelse, selvforsyning, dyrevelferd og natur- og kulturlandskapsverdier. Det er som følge av dette et politisk ønske om å øke beitebruken, blant annet uttrykt i Meld. St. 11 (2023-2024) i punktet om at «regjeringa vil leggje til rette for auka bruk av beite i både tid og areal». Det er betydelig virkemiddelbruk for å stimulere til beiting. Alle som har storfe, sau eller geit har plikt til å holde dyr på beite, og det gis tilskudd over jordbruksavtalen til å holde dyr på beite i inn- og utmark og å drifte beitelag i utmark.

Klimaeffekter av beiting har ikke vært et sentralt bakteppe for satsingen på økt beiting, noe som kan ha sin forklaring i at virkningene av beiting er sammensatte, og at forskningen ikke har vært entydig på hvor store disse effektene er. I denne rapporten sammenstiller vi tilgjengelig kunnskap om klimavirkningene av beite, belyser hvordan beiting håndteres i det nasjonale klimagassregnskapet og eventuelle muligheter for forbedringer av dette, samt mulige tilpasninger i beitepraksis.

1.1 Dagens omfang av beiting i Norge

Nesten halvparten av Norges landareal egner seg som utmarksbeite. 45 prosent av denne ressursen utnyttes i dag, men det er store regionale variasjoner. I Telemark er det beregnet at det er 75 % ledig beitekapasitet i utmark, mens det i Rogaland er beregnet at det ikke er ledig beitekapasitet (Rekdal & Angeloff, 2021). Det er tatt hensyn til beitingen til ville hjortedyr i beregningene.

Mens fulldyrka jord utgjør 2,7 prosent av landarealet, utgjør areal klassifisert som innmarksbeite 0,7 av landarealet. Dette utgjør 2,16 millioner dekar. Til sammenligning ble det søkt om arealtilskudd til 1,54 millioner dekar innmarksbeite i 2024, noe som tyder på at en betydelig andel av innmarksbeiter ikke er i bruk og er i ferd med eller står i fare for å gro igjen.

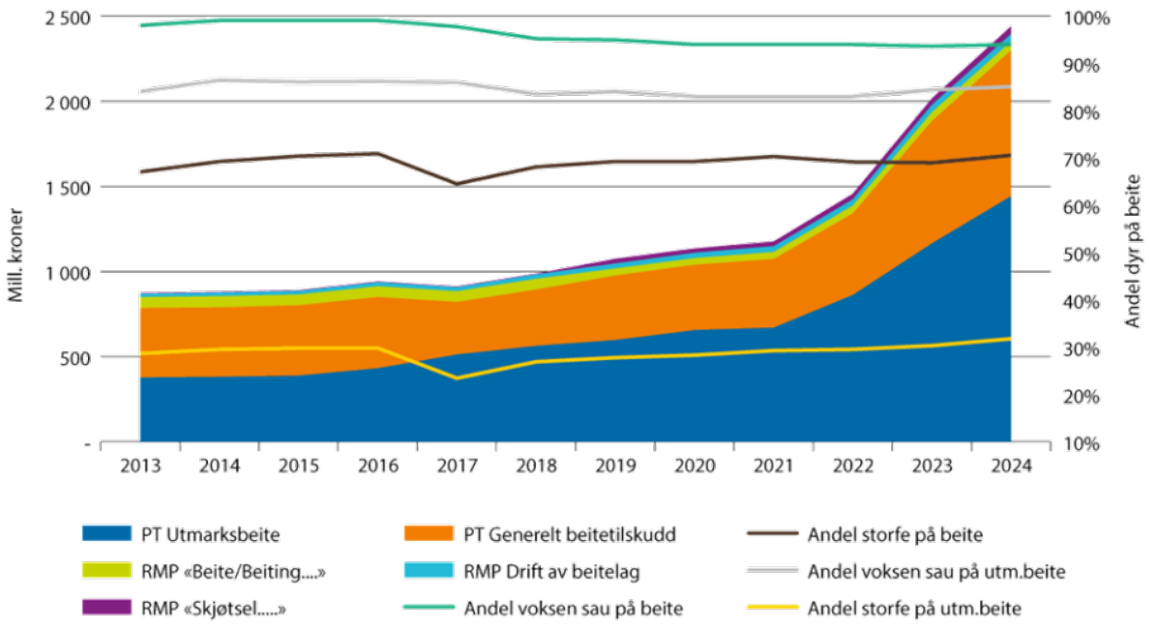
Over tid har det vært en betydelig endring i hvilke dyr som er på beite. Dette henger sammen med struktur- og produktivitetsutvikling i jordbruket. Siden årtusenskiftet er antall gårdsbruk med melkeproduksjon redusert fra 20 500 til 6 300, og det er nå snart like mange bruk med ammeku som med melkeku. Antall bruk med sau er nesten halvert i samme periode, mens antall dyr er redusert med drøyt 20 prosent (Tabell 2).

Tabell 2 Antall mordyr og antall gårdsbruk med de viktigste beitedyrene i Norge i 2000 og 2025. Kilde melkeku: SSB tabell 03789. Kilde ammeku: 03802. Kilde vinterfôra sau: SSB tabell 03803. Kilde melkegeit: SSB tabell 05979 og 05984.

	2000		2025	
	Antall mordyr	Antall gårdsbruk	Antall mordyr	Antall gårdsbruk
Melkeku	301 200	20 500	210 000	6 300
Ammeku	40 300	5 600	105 100	5 700
Sau	1 131 700	21 500	885 600	12 800
Melkegeit	50 300	700	31 000	240

Som tabellen over viser har det totalt blitt færre drøvtyggere, men *andelen* dyr på beite og utmarksbeite har holdt seg relativt stabil de siste ti årene (Figur 1). I 2024 var andelen voksne sau på innmarks- og/eller utmarksbeite i minst 12/16 uker på 94 %, og 85 % var på utmarksbeite.

I 2024 gikk 74 % av alle storfe på beite (innmark og/eller utmark) i minst 12/16 uker, og 32 % på utmarksbeite. Figuren viser også utviklingen i tilskudd til ulike beiteordninger over jordbruksavtalen, og at det har vært en betydelig økning i stimulering til økt beitebruk de siste fem årene.



Figur 1 Beitetilskudd og andeler dyr på beite. Kilde: Landbruks- og matdepartementet, 2025. I 2017 ble søknadstidspunkt og utmålingsregler for beitetilskudd og utmarksbeitetilskudd endret, i tillegg til endret tidspunkt for telling av dyr. Tallene før og etter 2017 er derfor ikke helt sammenlignbare.

Fordi statistikken om antall dyr på beite og utmarksbeite er basert på data fra søknad om produksjonstilskudd, foreligger det ikke årlig statistikk som skiller på melkeku og ammeku. Det skyldes at tilskuddet er det samme for melkeku og ammeku, og de grupperes derfor sammen, mens det er en annen tilskuddssats for øvrige storfe. I en rapport fra 2021 har Landbruksdirektorat gjort et anslag på andel melkeku og ammeku på beite og utmarksbeite. I besetninger med kun melkekyr var 62 prosent% av dyrene på beite (12/16 uker) og 18 % på utmarksbeite (5 uker), mens tilsvarende andeler for rene ammekubesetninger var 93 % og 52 %. Tallene inkluderer alle dyr i besetningene, men besetninger med både melkeku og ammeku er holdt utenfor. (Landbruksdirektoratet 2021, kap. 3.2.3.1 og 3.2.3.2).

Det er store regionale forskjeller:

Tabell 10 Andel kyr og øvrige storfe på beite i 2019, for foretak med kun melkekyr og foretak med kun ammekyr, fordelt på arealsoner.

	Sone:	1	2	3	4	5A	5B	6	7
Andel kyr og øvrige storfe på beite	Foretak med kun melkekyr	58,5 %	49,8 %	57,6 %	58,9 %	67,9 %	61,7 %	64,1 %	77,3 %
	Foretak med kun ammekyr	85,9 %	96,1 %	85,7 %	87,0 %	99,0 %	96,7 %	99,7 %	75,7 %

Kilde: Landbruksdirektoratet, data fra søknader produksjonstilskudd, søknadsåret 2019.

Tabell 14 Andel kyr og øvrige storfe på utmarksbeite i 2019, for foretak med kun melkekyr og foretak med kun ammekyr, fordelt på arealsoner

	Sone:	1	2	3	4	5A	5B	6	7
Andel kyr og øvrige storfe på utmarksbeite	Foretak med kun melkekyr	6,6 %	3,0 %	11,6 %	7,3 %	23,4 %	23,8 %	24,6 %	19,3 %
	Foretak med kun ammekyr	33,3 %	21,9 %	44,3 %	44,0 %	65,0 %	61,4 %	72,9 %	13,1 %

Kilde: Landbruksdirektoratet, data fra søknader produksjonstilskudd, søknadsåret 2019.

1.2 Hvordan påvirker beitedyr klimaet?

Husdyr på beite påvirker klimaet gjennom endringer av atmosfærens og økosystemenes biogeokjemiske sammensetning og omsetning, f.eks. gjennom utslipp og opptak av klimagasser (biogeokjemiske effekter). I tillegg samhandler husdyr, gjennom beiting av vegetasjon eller rydding av arealer til fôrproduksjon, med energiutvekslingen mellom jordoverflata og atmosfæren. Dette kalles biogeofysiske effekter, og er knyttet til jordoverflatas energibalanse.

De ulike prosessene kan altså grupperes i to hovedkategorier:

<u>Utslipp og opptak av klimagasser (biogeokjemi)</u>

- Utslipp av karbondioksid (CO_2)
- Opptak av karbondioksid (CO_2)
- Utslipp av metan (CH_4)
- Utslipp av lystgass (N_2O)

<u>Andre effekter i energiregnskapet (biogeofysikk, se kap. 3)</u>

- Stråling (Albedo)
- Latent varmeoverføring (Evapotranspirasjon)
- Følbar varmeoverføring og varmelagring i jord

De biogeokjemiske og biogeofysiske effektene knyttet til beitedyr kan gi negativt eller positivt klimapådriv, det vil si at de bidrar til nedkjøling eller oppvarming av atmosfæren. Mer klimagasser i atmosfæren gir et positivt klimapådriv – det vil si oppvarmende effekt. Et eksempel på negativt klimapådriv er albedoeffekten. Når beitedyr bidrar til lysåpne flater gjør det at mer solstråling reflekteres, noe som gir en avkjølende effekt.

Klimapådrivet til de biogeokjemiske og biogeofysiske prosessene kan beregnes i jordsystemmodeller (ofte kalt klimamodeller). Operasjonaliseringen av temperaturmålet i Parisavtalen er imidlertid avgrenset til regnskapsføring av utslipp og opptak av klimagasser: For å nå målet om maksimalt 1,5 grader global oppvarming, har landene vedtatt et mål om at verdens samlede utslipp skal slutte å vokse så raskt som mulig, og at det oppnås balanse mellom menneskeskapte utslipp og opptak av klimagasser, i andre halvdel av århundret. Landenes utslipp og opptak av klimagasser beregnes i nasjonale klimagassregnskap som følger metodikk fra FNs klimapanel. Det er ikke etablert metodikk for å ta inn biogeofysiske effekter i de nasjonale klimagassregnskapene.

Når man skal vurdere beiting i et klimaperspektiv er det viktig å ha med seg at det er krevende å generalisere resultater fra enkeltstudier. Beiting foregår utendørs, og det er en rekke faktorer som varierer og dermed påvirker resultatene. Beiting foregår både på fulldyrka og overflatedyrka areal, innmarksbeite og utmarksbeite, og både over og under skoggrensa. Arealene kan ha ulik grad av kultivering i form av jordarbeiding, gjødsling, drenering, kalking og bruk av ulike grassorter. Videre varierer faktorer som jordtype, jord-dybde, innhold av karbon og næringsstoffer, produktivitet, tidligere bruk av arealet, klimatiske forhold, høyde over havet, og i utmarka foregår beiting dessuten i en rekke vegetasjonstyper. Andre viktige faktorer er blant annet antall dyr, dyreslag, dyretetthet på beite (beitetrykk), lengde på beiteperioden og eventuell tilleggsfôring. I sum innebærer den store variasjonen i faktorer som påvirker utslipp og opptak av klimagasser, samt albedo og andre geofysiske effekter, at det er det krevende å generalisere ut ifra enkeltstudier. For å forbedre datagrunnlag og metodikker benyttet i det nasjonale klimagassregnskapet er det behov for mer kunnskap, gjerne i form av utviding av den nasjonale jordkarbonovervåkningen slik at en får sammenliknbare data som dekker hele landet og ulike arealtyper og beiteformer.

Tabell 3: Oversikt over ulike typer klimaeffekter av dyr på beite

	Definisjon/ forklaring	Med i klimagass-regnskapet?	Hva slags type effekter?	Kapittelhenvisning
Biogeokjemiske klimapådrivere	Utslipp/opptak av klimagasser som påvirker atmosfærens absorpsjon av langbølget stråling.	Ja	Utslipp eller opptak av CO_2, metan og lystgass	2.2 Arealbrukssektoren
			Utslipp av metan	2.3 Jordbrukssektoren
			Utslipp av lystgass	2.3 Jordbrukssektoren
Biogeofysiske klimapådrivere	Påvirker jordoverflatas energibudsjett mer direkte, ofte med effekter på lokal til regional skala.	Nei	Stråling (Albedo)	3 Albedo og andre biogeofysiske effekter
			Latent varmeoverføring (Evapotranspirasjon)	
			Følbar varmeoverføring og varmelagring i jord	

2 Klimagassregnskapet for Norge, beitedyr og beitebruk

2.1 Generelt om klimagassregnskapet

Norge er forpliktet til å rapportere utslipp og opptak av klimagasser til både FN under Klimakonvensjonen og Parisavtalen, til ESA under klimaavtalen til EU og til Stortinget under Klimaloven. Norge rapporterer årlige utslipp og opptak av klimagasser i det nasjonale klimagassregnskapet, som utvikles i et samarbeid mellom Miljødirektoratet, SSB og NIBIO. Det er kun menneskeskapte utslipp og opptak som skal rapporteres. Det betyr blant annet at utslipp fra ville beitedyr[1] ikke er omfattet, og heller ikke utslipp og opptak i arealer som ikke regnes som forvaltet (arealbrukskategorien «annen utmark» og deler av kategorien «vann og myr»).

Hvert år rapporteres det årlige utslipp og opptak fra 1990 og frem til 2 år før rapporteringsåret. F.eks. ble det i 2025 rapportert utslipp og opptak for årene 1990-2023. Utslippene beregnes ved å bruke retningslinjer fra FNs klimapanel, som baserer seg på sammenstilling av internasjonal forskning. Klimagassregnskapet gjennomgås av FNs Technical Expert Review Team (TERT) som gir revisjonsmerknader på hva som bør forbedres. Basert på merknadene gjøres det stadig forbedringer i klimagassregnskapet.

Utslipp beregnes enkelt sagt ved å sammenstille aktivitetsdata og utslippsfaktorer. Metodikken disse er dokumentert i *National Inventory Document* (NID), en årlig publikasjon fra Miljødirektoratet, og tallene for utslipp og opptak blir publisert i de medfølgende *Common Reporting Tables* (CRT). Dokumentet omtales videre i rapporten som NID2025 (Miljødirektoratet et al. 2025).

Metodikken for utslippsfaktorene deles i tre nivåer etter beregningenes kompleksitet og kvalitet:

Tier 1-metodikk bruker generelle utslippsfaktorer fra FNs klimapanel.

Tier 2-metodikk bruker nasjonale utslippsfaktorer, basert på nasjonal forskning, ev. supplert med forskning fra naboland med lignende forhold.

Tier 3-metodikk går bort fra utslippsfaktorer og bruker isteden målinger og/eller modellering for å beregne karbondynamikken.

Størsteparten av jordbrukets utslipp i Norges klimagassregnskap bokføres i jordbrukssektoren og arealbrukssektoren. Tabellen nedenfor beskriver jordbruksrelaterte utslipp i de ulike sektorene, og hvilke av utslippskildene i hver sektor vi har vurdert med tanke på beite i denne rapporten.

Tabell 4: Oversikt over jordbruksrelaterte utslipp i hver av sektorene i det nasjonale klimagassregnskapet (andre kolonne) og hvilke utslippskilder i de ulike sektorene som vurderes mtp. beite i denne rapporten.

Sektor	Jordbruksrelaterte utslipp	Utslippskilder og problemstillinger som vurderes mtp. beite i denne rapporten
Jordbruk	Alle utslipp i sektoren kommer fra jordbruk. Omfatter metan og lystgass fra husdyrfordøyelse, husdyrgjødsel, mineralgjødsel mm.	• Enterisk metan: gir beite lavere utslipp av enterisk metan enn konservert grovfôr? • Lagring av husdyrgjødsel (avsatt på beite eller i husdyrrom) • Spredning av husdyrgjødsel (bortfaller ved beite) • Utslipp fra bruk av mineralgjødsel diskuteres ifm. spørsmålet om hvilke utslipp som påvirkes dersom beiting fører til redusert/endret fôrproduksjon.
Arealbruk	Det er seks arealbrukskategorier, og det er jordbruksrelaterte utslipp i hovedsakelig to av dem: • Beite • Dyrket mark	Det er beitekategorien som vurderes i denne rapporten. Den har to underkategorier: • Aktivt beitet innmark: her bokføres i hovedsak utslipp fra avskoging til beite. • Åpen og glissent tresatt utmark: det er kun opptak av CO_2 i trær som bokføres i denne kategorien. Det legges til grunn at jordkarbon ikke påvirkes av beiting. I kap. 2.2. diskuterer vi om det er grunnlag for å ta dette inn i regnskapet.
Transport	Bruk av anleggsdiesel (traktorer mm.).	• Vi diskuterer hvordan disse utslippene påvirkes dersom beiting fører til redusert/endret fôrproduksjon.
Oppvarming av bygg	Fossil oppvarming (i hovedsak korntørker og fjørfehus).	
Industri	Utslipp fra produksjon av mineralgjødsel og andre innsatsfaktorer.	
Avfall mm.	Forbrenning av rundballeplast og annet avfall.	
Olje- og gassutvinning	Utslipp fra produksjon av olje og gass.	Vurderes ikke i denne rapporten.

2.2 Om arealbrukssektoren

Arealbrukssektoren (eng. Land Use, Land Use Change and Forestry, LULUCF) omfatter opptak og utslipp av klimagasser knyttet til bruken av arealer og arealbruksendringer. Det er den eneste sektoren der det beregnes opptak av klimagasser. Det beregnes årlige *endringer* i karbonlager (opptak og utslipp av CO_2)[1]. I tillegg beregnes utslipp av metan og lystgass.

Arealbrukssektoren deles inn i seks arealbrukskategorier: Skog, dyrket mark, beite, vann og myr, utbygd areal og annen utmark. I tillegg regnes karbonlagring i treprodukter inn under arealbrukssektoren.

Når det beregnes opptak og utslipp i arealbrukskategoriene deles kategoriene inn i:

- **Gjenværende arealer:** Arealer som ikke har endret kategori på over 20 år.
- **Arealer i overgang:** Arealer som har endret arealbrukskategori i løpet av de siste 20 årene.

Endringer i karbonlager (opptak og utslipp av CO_2) beregnes for **fire karbonbeholdninger:**

- Levende biomasse
- Dødt organisk materiale (død ved og strø)
- Mineraljord
- Organisk jord

Beite i innmark skjer både på fulldyrka areal (flerårig eng), overflatedyrka areal og innmarksbeite. Beite i utmark skjer både i skog, på myr og i åpne og glissent tresatte utmarksarealer for øvrig. Overflatedyrka areal, innmarksbeite og åpne og glissent tresatte utmarksarealer på mineraljord (ikke myr) er der hvor beite er den dominerende arealbruken, og er de arealene som vi har fokusert på i dette kapitlet.

2.2.1 Arealbrukskategorien "beite"

Beitekategorien er den nest største arealbrukskategorien etter skog og utgjør 35 % av fastlandsarealet i Norge. Den deles inn i to underkategorier: "aktivt beita innmark" (utgjør 2 % av beitekategorien) og "åpen og glissent tresatt utmark" (utgjør 98 % av beitekategorien). Disse kategoriene omfatter ikke beiting på arealer som går under definisjonen skog, og heller ikke på myrområder i utmark.

- **Aktivt beita innmark**: innmarksarealer som er aktivt i bruk til beiting, og som ikke kan pløyes. Arealet samsvarer i stor grad med definisjonene i AR5 av innmarksbeite og overflatedyrket jord, men er ikke identisk. Arealet inkluderer ikke beiting på areal som klassifiseres som fulldyrket. Minst 50 % av arealet skal være dekket av gressarter. Arealet kan være jevnet i overflaten, men det kan også ha treklynger, stubber, steiner ol. For en del beiteområder kan det fortsatt være nok trær til at de teknisk sett møter skogdefinisjonen (>10 % kronedekning). Skog som beites defineres som skog, mens beite som har trær defineres som beite (selv om de trærne til sammen gir en kronedekning på over 10 %, altså teknisk sett når skogdefinisjonen). Det vil si at arealer som har beiting som hovedarealbruk regnes som beite, mens arealer som har skogbruk som hovedarealbruk regnes som skog.
- **Åpen og glissent tresatt utmark på mineraljord:** utmarksarealer på mineraljord som har minimum 50 % vegetasjonsdekke eller har trær, men som ikke har nok tresetting til å oppfylle kriteriene for skog (over 10 % kronedekke og trær som når minst 5 meter høyde). Dette er arealer med stor variasjon i naturtyper, fra rike høgstaudeenger til fattige lavheier, over og under skoggrensa. Beitetrykk vil variere fra fravær av beiting til svært høyt beitetrykk. Arealer som oppfyller definisjonen til skog eller myr ikke er inkludert i denne kategorien. Kategorien dekker dermed bare en del av utmarka som er tilgjengelig for og egnet til utmarksbeite.

Figur 2: Sammenligning av arealressurskartet AR5 og de to underkategoriene som inngår i kategorien «Beite» i arealbrukssektoren i klimagassregnskapet. AR5 brukes blant annet i forbindelse med utmåling av arealtilskudd til innmarksbeite. I realiteten beites det også på fulldyrka jord, og på utmarksarealer i skog og på myr. Vi har i denne rapporten fokusert på de arealene i det nasjonale klimagassregnskapet som er klassifisert under arealbrukskategorien beite, og hvor beite er den viktigste arealbruken (selv om det nok kan nyanseres for deler av utmarksarealene da stratifiseringen er grov grunnet mangelfullt datagrunnlag).

Bilde: Eksempel på et beite på innmark som teknisk sett har tett nok kronedekke til å nå definisjonen for skog, men som pga. sitt beitepreg defineres som aktivt beitet innmark. Foto: Jostein Frydenlund, NIBIO.

2.2.2 Rapporterte utslipp og opptak fra arealbrukskategorien beite

For arealbrukskategorien beite i arealbrukssektoren, som er beskrevet over, er det for rapportert et gjennomsnittlig årlig netto opptak på rundt 97.000 tonn CO_2 for perioden 2019 – 2023 (Miljødirektoratet et al. 2025, samme periode er brukt for hele avsnittet). Ser vi på utslippet for de to underkategoriene hver for seg, ser vi at det er stor forskjell på netto opptak av CO_2.

For åpen og glissent tresatt utmark ble det rapportert inn et i gjennomsnittlig opptak per år på 343.000 tonn CO_2. Det er kun opptak i levende biomasse det rapporteres opptak fra her,

mens for de andre karbonbeholdningene antas det at det er ingen netto endring. I denne kategorien rapporteres det kun for «gjenværende arealer».

For aktivt beitet innmark er det på gjenværende arealer i gjennomsnitt et årlig netto opptak på rundt 94.000 tonn CO_2. Levende biomasse står for et opptak på 194.000 tonn CO_2, mens mineraljord og organisk jord henholdsvis har et utslipp på 29.000 og 72.ooo tonn CO_2[2]. Derimot rapporteres det et utslipp på 433.000 tonn CO_2 for nye beitearealer (arealer i overgang). Dette skyldes i hovedsak skog som gjøres om til beite, hvor i snitt 99.000 tonn CO_2 kommer fra levende biomasse og 315.000 tonn CO kommer fra dødt organisk materiale.

Tabellen under belyser hva som inngår i de to beitekategoriene, rapportert opptak og utslipp fra disse i klimagassregnskapet og tydeliggjøring av hvilke elementer som påvirker beregning av de innrapporterte tallene i klimagassregnskapet.

Tabell 5: Beite er én av seks arealbrukskategorier i arealbrukssektoren i klimagassregnskapet. Arealbrukskategorien beite deles inn i to underkategorier: «Aktivt beitet innmark» og «Åpen glissent tresatt utmark på mineraljord». Videre deles hver underkategori inn i «Gjenværende arealer» og «Arealer i overgang», og det beregnes endring i fire karbonbeholdninger. Tredje kolonne viser beregnede utslipp og opptak i de fire karbonbeholdningene, andre kolonne er summen av dette, og første kolonne summerer totale utslipp og opptak for de to beitekategoriene i arealbrukssektoren.

Underkategori	Arealbruk	Endring i karbonbeholdning	Forklaring på endring i karbonbeholdning
Aktivt beitet innmark Netto utslipp: 339 000 tonn CO_2	Gjenværende arealer Netto opptak 94 000 tonn CO_2	Levende biomasse: Opptak 194 000 tonn CO_2 Dødt organisk materiale: 0 tonn CO_2 Mineraljord: Utslipp 29 000 tonn CO_2 Organisk jord: Utslipp 72 000 tonn CO_2	Opptak i trær som står på beitet, utslipp fra drenert myr som brukes til beite og endringer i karbonlager i mineraljord pga. forvaltningspraksis
	Arealer i overgang: Utslipp 433 000 tonn CO_2	Levende biomasse: Utslipp 99 000 tonn CO_2 Dødt organisk materiale: Utslipp 315 000 tonn CO_2 Mineraljord: Opptak 12 000 tonn CO_2 Organisk jord: Utslipp 30.000 tonn CO_2	I hovedsak utslipp fra omgjøring av skog til beite. Arealet regnes som «i overgang» de første 20 årene etter etablering av beite.
Åpen og glissent tresatt utmark på mineraljord Opptak: 343 000 tonn CO_2	Gjenværende arealer Opptak 343 000 tonn CO_2	Levende biomasse: karbonopptak 343 000 tonn Dødt organisk materiale: 0 Mineraljord: 0 Organisk jord: 0	Opptak i trær. Antas ingen endring i jordkarbonlager, fordi det legges til grunn at utmarksbeite ikke gjødsles, og at beitetrykket har neglisjerbar påvirkning.
	Arealer i overgang	Ingen rapportert aktivitet.	

2.2.3 Metodikken for beregning av karbonbeholdning

Som nevnt over, blir opptak og utslipp i hver arealbrukskategori beregnet for de fire karbonbeholdningene: levende biomasse, dødt organisk materiale (død ved og strø), mineraljord og organisk jord.

For de to underkategoriene i arealbrukskategorien «Beite» er metodikken for å beregne karbonbeholdning i gjenværende arealer lik:

- For levende trebiomasse benyttes det fra 2024 en Tier 3-metodikk for å beregne endring i karbonlager i trær.
- For dødt organisk materiale benyttes en Tier 2 metodikk (Miljødirektoratet et al. 2025). Dødt organisk materiale beregnes kun i overganger til beite. I gjenværende arealer antas det ingen endring.
- For levende gressbiomasse, mineraljord og organisk jord og for utslipp av metan og lystgass benyttes det Tier 1-metodikk beskrevet i retningslinjene fra FNs klimapanel IPCC (IPCC, 2006 & IPCC, 2019).

Vi vil videre fokusere på Tier 1-metodikken for beregning av **karbonbeholdning i mineraljord** i de to underkategoriene av beite. Prinsippet for metodikken til gjenværende arealer og arealer i overgang er den samme. Dette fordi den teoretisk kan forbedres til en Tier 2 eller Tier 3 om datagrunnlaget for dette er til stede.

Metodikken bygger på FNs klimapanel IPCC 2019 refinement, som har samlet 31 studier med 176 observasjoner (IPCC, 2019). De la til grunn følgende kriterier:

- Må være et eksperiment med kontroll og behandling
- Må ha med jordkarbonlager eller nok data til å kunne beregne jordkarbonlager
- Må ha med dybde på jordmålinger
- Må oppgi antall år mellom starten av eksperimentet og innsamlingen av data
- Informasjon om lokalitet

FNs klimapanel IPCC oppgir at det ikke var nok data til å lage pålitelige faktorer som er delt inn på klimasone eller jordtype.

Karbonbeholdning i mineraljord (SOC, soil organic carbon) beregnes på følgende måte:

Endringen i karbonlageret for hvert år (1990-2021) beregnes ved at karbonlageret for 1989 ($SOC_{(0-T)}$) trekkes fra karbonlageret for det spesifikke året (SOC_0) for så å deles på 20 år.

Karbonlager (SOC) i det spesifikke året beregnes med følgende formel:

$$SOC = SOC_{REF} \times A \times F_{LU} \times F_{MG} \times F_I$$

Der A er areal målt i hektar, SOC_{REF} er en referanseverdi for innhold av jordkarbon i mineraljord og F_{LU} er en arealbruksfaktor som alltid settes til 1 for beitemark.

Forvaltningspraksisfaktorene F_{MG} og F_I kan ha ulike verdier:

- På **aktivt beita innmark** fanges ulik forvaltningspraksis opp til en viss grad, gjennom at F_{MG} enten kan settes til 1,0 («Nominally managed») eller 1,14 («Improved grassland»). F_I settes til 1,0, med mindre arealet anses som «Improved grassland» og det i tillegg er en eller flere «management inputs» utover det som kreves for å betegnes som «Improved grassland». Da settes verdien av F_I til 1,11.

- **På åpen og glissent tresatt utmark på mineraljord** forutsettes det at arealene er «Nominally managed», altså at det hverken er degradert, eller forvaltes på en slik måte at jordsmonnet forbedres. Verdien av F_{MG} settes derfor til 1,0. F_I settes til 1,0. Det vil si at med denne forvaltningspraksisen er antatt at det ikke er noen endring i jordkarbonlager.
- **For arealer i overgang** vil samme prinsipp gjelde som ved gjenværende arealer. Og om overgangen gir et «improved grassland» vil overgangen føre i et opptak i mineraljord.

Tabell 6: Forvaltningspraksisfaktor, FMG, som brukes i beregningen av karbonbeholdning i arealbrukskategorien beite. (IPCC, 2019).

Nivå	Verdi	Definisjon
Nominally managed (non-degraded)	1,0	Represents low or medium intensity grazing regimes, in addition to periodic cutting and removal of above-ground vegetation, without significant management improvements.
High intensity grazing	0,9	Represents high intensity grazing systems (or cutting and removal of vegetation) with shifts in vegetation composition and possibly productivity but is not severely degraded.
Severely degraded	0,7	Implies major long-term loss of productivity and vegetation cover, due to severe mechanical damage to the vegetation and/or severe soil erosion.
Improved grassland – temperate/boreal	1,14	Represents grassland which is sustainably managed with light to moderate grazing pressure (or cutting and removal of vegetation) and that receives at least one improvement (e.g. fertilization, species improvement, irrigation).
Improved grassland – tropical	1,17	
Improved grassland – tropical montane	1,16	

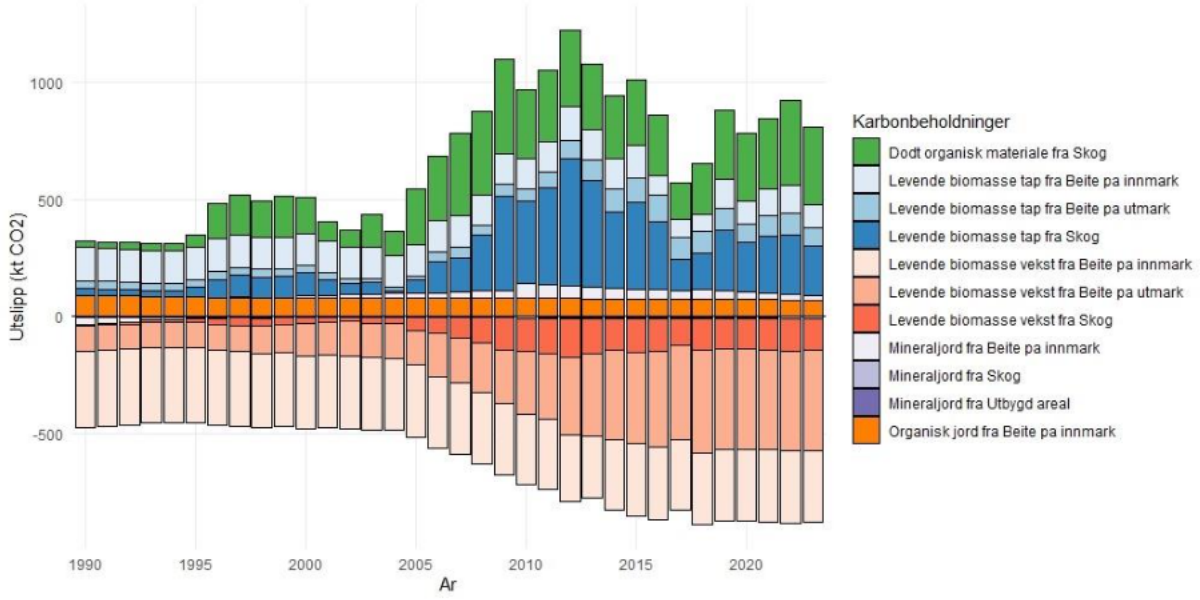
Med dagens metodikk kan endring i karbonlager i mineraljord i fanges opp på følgende måter:

1. Dersom man har grunnlag for å si at **beitetrykket** er høyt eller ødeleggende, vil F_{MG} kunne settes til 0,9 eller 0,7. Det vil medføre at det beregnes en årlig **reduksjon i karbonlager**. Dette beregnes i 20 år. Etter 20 år antar man at jordkarbonet har oppnådd en ny likevekt og holder seg stabilt.
2. Dersom man har grunnlag for å si at utmarksbeitene **gjødsles eller vannes**, vil F_{MG} kunne settes til 1,14. Det vil medføre at det beregnes en årlig **økning i karbonlager**. Dette beregnes i 20 år. Etter 20 år antar man at jordkarbonet har oppnådd en ny likevekt og holder seg stabilt.

Gjødsling og vanning av utmarksbeiter er ikke utbredt i Norge og dermed er beitetrykk den eneste parameteren i dagens metodikk som kunne bidratt til at det eventuelt beregnes en endring i jordkarbonlager i åpen og tresatt utmark. I aktivt beitet innmark tas endret forvaltningspraksis i større grad hensyn til allerede, men prinsippet vil ellers være likt også her.

2.2.4 Avskoging til beite

Utslipp og opptak fra beite i arealbrukssektoren oppsummeres i 2.2.1. Det er både utslipp og opptak i denne arealbrukskategorien. Figur 3 viser hvordan utslipp og opptak gjennom årene omtrent er like store, og det varierer fra år til år om det er utslippene eller opptakene som er høyest. De siste 5 årene har det i snitt vært et lite opptak. Men den største kilden til utslipp er avskoging til nye beite arealer. Utslipp fra beite ble utredet i et notat levert til regnskapsgruppa i 01.11.2024. I dette notatet belyses det hvor utslippene knyttet til beite kommer fra. Notatet fokuserer særlig på utslipp i perioden 2008-2015, hvor utslippet var særlig høyt. Notatet viser at nesten alt utslipp kommer fra skog som omgjøres til beite. Og at det er særlig tap av levende biomasse og dødt organisk materiale som fører til utslipp. Videre viser notatet at det er særlig i perioden med høye utslipp var en overvekt av overganger fra høybonitets granskog (bonitet 17 og 20) og skog i hogstklasse 3 og 4. Dette vil være skog som har en særlig høy mengde biomasse lagret på sine arealer, og være en forklaring på hvorfor utslippet fra arealet blir så høyt. Breidenbach et al. 2017 som så på avskoging generelt viste at andelen uproduktiv skog brukt til avskoging lå på 12 % mot 77 % på skogutvidelses arealer (typisk gjengroing i utmarka).



Figur 3 Viser utslipp og opptak knyttet til beite i arealbrukssektoren. Det vises utslipp og opptak for karbonbeholdningene dødt organisk materiale, levende biomasse tap, levende biomasse vekst, mineraljord og organisk jord. Utslippene og opptakene er også delt mellom arealer som har vært aktivt beitet innmark i over 20 år (fra beite på innmark), åpen og glissent tresatt utmark i over 20 år (fra beite på utmark) eller om det har blitt omgjort fra annen arealbruk de siste 20 årene (fra Skog og utbygd areal). Tall er hentet fra CRT-tabeller (Miljødirektoratet et al. 2025).

2.2.5 Hvilke datagrunnlag har vi om beitetrykk i utmark i Norge?

I kapittel 2.2.3 beskrives Tier 1 metodikken som benyttes for mineraljord i klimagassregnskapet i dag. En utvikling av en Tier 2 eller Tier 3 vil kunne ta bedre hensyn til beitetrykk. Men dette kan bli utfordrende særlig i utmarka. I tillegg til at det trengs tilstrekkelig med kunnskap om beitetrykkets effekt på jordkarbon (beskrives i 2.2.6), vil det også trengs aktivitetsdata som sier noe om beitetrykk.

Det finnes i dag ikke data som kan brukes til å ta hensyn til beitetrykk i beregningen av jordkarbonlager i «Åpent og glissent tresatt utmark på mineraljord». Produksjonstilskudd til dyr på utmarksbeite utmåles per dyr og er kun knyttet til driftssenteret til søker, så det gir ikke oversikt over hvor dyrene faktisk beiter. Tilskudd til drift av beitelag utmåles per dyr og koordinater for beiteområdet tegnes inn i NIBIOs beitelagskart. Dette gir en grov oversikt over antall dyr på utmarksbeite i et område, men ikke på et nivå som kan brukes til å beregne beitetrykk. Dessuten inkluderer dette også i mange tilfeller beiting i skog og på myr i utmark, som inngår i andre arealbrukskategorier i klimagassregnskapet. Om lag 75 % av sau og 40 % av storfe og geit er med i beitelag, så beitelagskartene dekker heller ikke alle dyr, men en vesentlig andel av dyrene som ikke er med i beitelag beiter på innmark. Denne type data vil uansett ikke være detaljert nok til å kunne beregne hvor det er lavt, moderat eller høyt beitetrykk i utmarka. Om man i snitt beregner at det er moderat beitetrykk i et område, kan realiteten være at dyrene oppholder seg mest i deler av området slik at det blir høyt beitetrykk der, og lavt i andre deler av området.

Data fra sporingsbjeller og virtuelle gjerder vil imidlertid kunne gi detaljert kartfestet informasjon om beitemønsteret til hvert enkelt dyr. Det er i dag ingen nasjonal innsamling av slik data, og det trengs tillatelse til dette ettersom det er bonden som selv eier dataene. Teknologileverandørene sitter også med disse dataene. I NIBIO-prosjektet «SPOR: Utforske kunnskapspotensialet som ligger i sporingsdata fra beitedyr i utmarka» som varer fra januar til desember 2026 skal man se på hvordan innsikt fra sporingsdata fra beitedyr i utmark kan være til nytte for utmarksbeitebonden og arealforvaltningen.

Det finnes heller ingen nasjonal statistikk over hvor stor andel av storfe og småfe som bruker sporingsbjeller eller virtuelle gjerder. I prosjektet «Kunnskapsgrunnlag for økt bruk av beiteteknologi» som går fram til mars 2027 skal NIBIO og AgriAnalyse estimere dette gjennom å innhente data fra de fem norske teknologileverandørene som utgjør markedet.

2.2.6 Kunnskapsstatus om hvordan beiting påvirker jordkarbon

Som beskrevet over brukes det en Tier 1-metodikk for å beregne endringer i jordkarbonlager i mineraljord i beitekategorien i arealbrukssektoren. Om man har tilstrekkelig med forskning til å dokumentere hvordan beiting påvirker jordkarbon under norske/nordiske forhold, er det mulig å utvikle en Tier 2-metodikk basert på norske eller nordiske data, eller en Tier 3-metodikk der man ikke bruker utslippsfaktorer, men modellerer eller gjør målinger. Nedenfor går vi gjennom resultatene fra de norske studiene som har målt jordkarbon i norsk utmark.

Beiting kan ha betydelig innvirkning på vegetasjonsdynamikk og dermed for karbonlagring i jorda (Rasse et al., 2019). Imidlertid avhenger karbonlagring som følge av beiting, av utgangspunktet i karboninnhold i jordsmonnet og likevektssituasjon. Dette innebærer at jordsmonn med lavt innhold av karbon vil ha et større lagringspotensial enn et jordsmonn med høyt innhold av karbon (EIP-AGRI-FocusGroup, 2018). Videre vil karbonbinding påvirkes av klimatiske forhold (temperatur, nedbør), jordtype, botanisk sammensetning, interaksjon mellom planter og jord, driftsform og intensitet av beiting (beitetrykk).

Det finnes en del målinger av jordkarboninnhold i utmarksbeite i Norge. De mest omtalte studiene er fra Hol i Buskerud som ble gjort med det samme oppsettet over flere år (Austrheim et al., 2014 og 2016, Martinsen et al., 2011 og Speed et al., 2015). Studiene som er utført i Hol kom frem til ulike resultater. Austrheim et al., (2016) målte noe økning i jordkarbon i områder

med moderat beitetrykk (25 sauer per km^2), sammenlignet med områder som ikke ble beita, mens det i områder med høyt beitetrykk (80 sauer per km^2) var en reduksjon i jordkarbon. Martinsen et al. (2011) derimot fant liten forskjell mellom ingen beiting og moderat beitetrykk, og nedgang i jordkarbon i områder med høyt beitetrykk. Speed et al. (2015) fant ingen signifikant forskjell mellom beita og ikke beita områder. Lignende resultater ble rapportert fra en annen norsk studie som ble gjort i Setesdal-Vesthei av Speed et al., (2014). Her ble områder som var ikke var beitet på mer enn 50 år sammenlignet med områder med relativt høyt beitetrykk (mellom 44 og 88 sau /km^2).

Manglende signifikante forskjeller mellom de to områdene ble forklart med ulik tykkelse av jordsmonnet, samt innslag av myrjord i ubeitede områder som ga forskjeller i topografi og fuktighetsforhold. I våtere jordsmonn er nedbrytningshastighet av organisk materiale lavt, og karboninnholdet kan enten øke eller gå ned (Martinsen et al., 2011). Dette avhenger av forholdet mellom underjordisk og overjordisk biomasse produksjon (tilførsel) og nedbryting av strø og jordorganisk materialet (tap). Derfor må effekten av beiting sees i sammenheng med nedbørsforhold og jordtype. Taboada et al (2011) sin konklusjon var at beiteffekten varierer fra negativ i tørre områder til nøytrale eller positive i mer fuktige områder. Samtidig påvirker jorda sin sammensetning (andel sand, silt, leire) også resultatene. Beiting på leirrik jord i områder med mye nedbør viser at jorda lettere blir vannmettet og får pakkingsskader som videre hemmer rotvekst og tilførsel av organisk materiale til jorda (MsSherry & Ritchie, 2013).

Hillestad et al (2023) undersøkte jordkarbon i utmarksbeite på tre seterområder i Oppdal, og fant heller ingen signifikant forskjell mellom beita og ikke beita områder. 7 av 9 jordprofiler hadde høyere jordkarbonlager i beita områder, sammenlignet med ikke-beita områder. Steinshamn et al (2018) registrerte 72 % høyere overjordisk produksjon på innmarksbeite som ble beitet 13-14 år etter at drifta var avsluttet enn på areal uten beiting i Møre og Romsdal. Disse funnene kan tyde på at beiting også kan påvirke karbonlagring positivt. Vedel-Sørensen et al (2018) fant ut at den totale mengden av karbon i fjellheiområder/felt dekket med lyng var 1,5 ganger høyere enn i fjellhei dekket med vier, mens fjellhei dominert av gras og urter var 2 ganger høyere enn den med vier. Denne undersøkelsen ble gjort nær Hjerkinn på Dovre med opptil 25 sau per km^2. Vedel-Sørensen et al (2018) ser det som mulig at fjellhei som gror igjen vil føre til tap av jordkarbon. Også Tonjer et al. (2021) har pekt på at økt gjengroing kan føre til tap av jordkarbon.

I FJELLBEITE-prosjektet ble det sammenligna beita områder med nærliggende områder som tidligere ikke hadde blitt brukt til beite de siste 10-50 åra. Det ble også tatt jordprøver fra noen av studieområdene, etter samme metodikk som i SUSCOW-prosjektet (2021-2025). Foreløpige resultat viser at det ikke er signifikante forskjeller mellom beita og ubeita områder i innholdet av karbon i jorda (Daugstad, pers.kom.)

Utenlandske studier viser også varierende resultater. I noen studier blir det funnet et høyere karbonlager jo høyere beitetrykket er (Reeder & Schuman 2002, Reeder et al., 2004 og Smoliak et al., 1972), mens i andre studier blir det påvist et høyere karbonlager i områder uten beiting (Smith et al., 2015, Steffens et al., 2008 og Yong Zhong et al., 2005). Alle studiene som fant høyere karbonlager i beita områder hadde et lavere beitetrykk enn det høyeste beitetrykket i Hol. Meyer et al., (2012) studerte jordkarbon på to ulike steder med og uten beiting. Resultatene fra de to stedene var ikke entydige. På et av de to stedene hadde forskere målt høyere jordkarbon i ikke beita områder enn i beita områder, samtidig viste resultater fra det

andre steder at beita områder inneholdt mer jordkarbon, enn det ikke beita området. Det er også studier som finner ingen signifikant effekt mellom beita og ikke beita områder (Shrestha & Stahl, 2008).

En global studie om ‘’grasslands’’, som inkluderer ulike klimasoner påpeker at beiting som foregår over kort tid (beitedyr beiter en liten periode før de trekker videre) gir positiv effekt på karbonlagringen (Bai og Cotrufo, 2022). Effekten styres i stor grad av tilgang på næring og omsetning av næringsstoffer. Jordkarbonlageret øker ofte i tilstander hvor det er økt tilgang på næring (f.eks. ved gjødsling). En syntese av 174 forsøk viser at effekten av husdyr på innholdet jordkarbon er avhengige av beitetrykk og hvileperioder for vegetasjonen mellom beitingene. Det vil si at lavt beitetrykk med lang pause mellom beiteperiodene kan øke karboninnholdet sammenlignet med høyt beitetrykk med korte pauser mellom beitingene.

I rapporten av Rasse et al., (2019) er konklusjonen at beiting antageligvis har en effekt på jordkarbon, men at det er for lite kunnskap rundt hva den eksakte effekten er. Rapporten påpeker samtidig at potensialet for å øke karbonlager er størst i områder med dypt jordsmonn og opprinnelig lavt karboninnhold, mens det er mindre i områder med tynt jordsmonn hvor jorddybden er begrenset av berggrunn. I konklusjon antyder Rasse et al., (2019) at for å oppnå god beitepraksis som fremmer karbonlagring må vi få mer kunnskap om økosystemenes respons på beiting.

Flere studier beskrevet over har funnet antydning til økt karbonlagring ved moderat beitetrykk. Stor sprik i resultater gjør allikevel at det etter denne utredningen ikke er mulig å trekke noen klare konklusjoner. Grønlund et al., (2010) og Rasse et al., (2019), konkluderte i sine rapporter at det trengs mer forskning og tall som dokumenterer endringer i jordas karboninnhold som følge av beiting eller gjengroing og endret beitetrykk. Jordkarbon endres langsomt og er derfor ønskelig med langtidsstudier for å forstå langtidseffekten av endret arealbruk.

NIBIO har ansvar for et program for landsdekkende overvåkning av jordkarbon i skog og beite på innmark. Det er planlagt om lag 300 prøveflater i kategorien «beita innmarksarealer» og om lag 3000 prøveflater i skog over en tiårsperiode. Jordprøvetaking startet i 2023 og jordprøvene vil bli tatt med 10-års intervall. Dette programmet tar ikke hensyn til beitepraksis. Det vil derfor kunne gi bedre tall for jordkarbon på innmarksbeite, men ikke med hensyn til beitetrykk. Overvåkningsprogrammet er basert på Landsskogtakseringens prøveflatenett som dekker hele landet og alle arealtyper, og kan teoretisk sett utvides til å dekke også andre arealer i utmark slik at en får systematisk og sammenliknbar datamaterialet om jordkarbon for flere arealtyper.

Avslutta og pågående prosjekter - jordkarbon

Relevante prosjekter 2024-2026	
Avslutta per 1. mars 2026	**Pågående per 1. mars 2026**
Animal health and pasture carbon dynamics in sustainability assessment of ruminant production systems (SUSCOW) 2021 – 2025, NMBU	Jordkarbon i norske utmarks- og innmarksbeiter: planter-jord-beitedyrs virkning på planter og jordkarbondynamikk 2025-2028, NMBU
Klimagassutslipp fra dyr på beite – hvilke tiltak kan bringe oss nærmere klimavennlig (klimanøytral) kjøtt og melkeproduksjon (2019-2023)	Jordkarbonovervåkingen i skog og beitemark
Målrettet beiting for bedre jord og økosystemhelse 2022-2024, NLR	SPOR: Utforske kunnskapspotensialet som ligger i sporingsdata fra beitedyr i utmarka (januar-desember 2026)
	FJELLBEITE – Endringer i utmarksbeiting og setring - årsaker, virkninger og tiltak. 2022-2026. NIBIO.

Oppsummert om arealbrukssektoren

I dette kapittelet har vi fokusert på arealbrukskategorien "beite" slik den er definert i arealbrukssektoren i klimagassregnskapet. "Beite" består i denne sammenhengen av "Åpen og glissent tresatt utmark på mineraljord", det vil si utmark som ikke defineres som skog eller myr, og som har minimum 50 % vegetasjonsdekke, og "Aktivt beita innmark" (tilsvarer i stor grad det som ofte betegnes som innmarksbeite)

Skog som brukes til beite er ikke inkludert i arealbrukskategorien "beite", og er heller ikke fokusert på i denne utredningen. I den grad beiting påvirker veksten til trærne vil beiteeffekten indirekte beregnes i klimagassregnskapet, men det vil ikke være mulig å skille ut effekten.

Det er primært endringer i karbonlager på "Åpen og glissent tresatt utmark på mineraljord" som følge av beite, som det er knyttet oppmerksomhet til, og som vi har fokusert på i dette kapitlet. Det er fortsatt sprikende resultater om effektene.

Datagrunnlaget knyttet til beitetrykk på utmark er mangelfullt selv om studier tyder på at beitetrykk kan ha en effekt på jordkarbon.

En annen viktig effekt av beiting er knyttet til endring av arealbruk fra skog til beite. Vi har ikke gått nærmere inn på metodikken for disse beregningene her. De er likevel sentrale effekter å ha med seg når man ser på klimavirkninger av beite og utvikling av beite praksis og virkemiddelbruk.

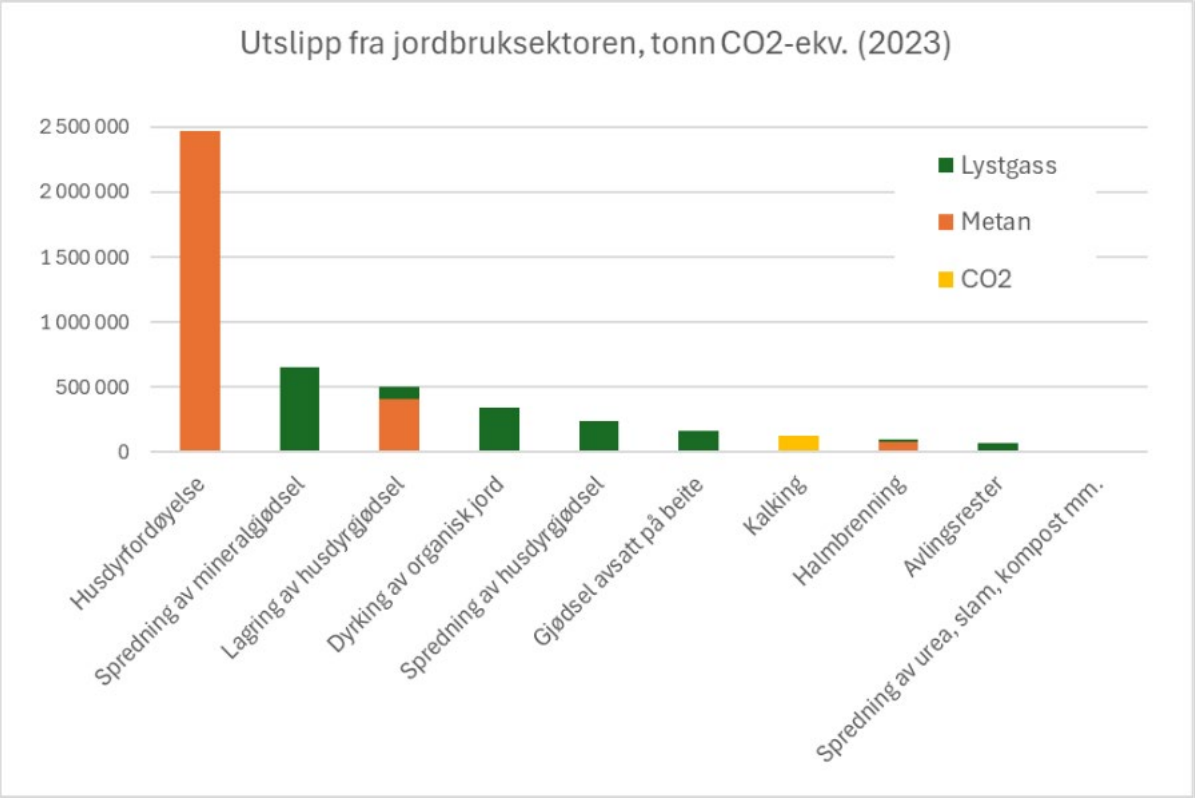
2.3 Om jordbrukssektoren

Klimagassutslippene som rapporteres fra jordbrukssektoren omfatter metan fra enterisk fermentering hos drøvtyggere, metan og lystgass fra håndtering av husdyrgjødsel, samt lystgassutslipp som frigjøres fra jord som følge av tilførsel av mineralgjødsel og organisk gjødsel, dyrking av organisk jord og nedbryting av planterester. Utslipp av CO_2 fra kalking og bruk av urea inngår også i denne sektoren. Det totale klimagassutslippet fra jordbrukssektoren i 2023 er vist i figuren nedenfor, fordelt på kilde.

I dette kapittelet vurderer vi hvordan beiting påvirker følgende utslippskilder:

- Husdyrfordøyelse (enterisk metan)
- Lagring av husdyrgjødsel
- Spredning av husdyrgjødsel
- Gjødsel avsatt på beite

I kap 2.3.3 om sparte utslipp fra fôrproduksjon vurderer vi også hvordan de øvrige utslippskildene påvirkes.



Figur 4: Totale utslipp i jordbrukssektoren i 2023

2.3.1 Enterisk metan

Den største kilden til metanutslipp fra jordbruket er enterisk metan som dannes gjennom nedbryting av fôr under anaerobe betingelser i vomma hos drøvtyggerne. Mikrober i vomma omdanner fôret til energi som dyret kan utnytte. Restproduktene fra denne nedbrytingen er CO_2 og hydrogen (H2). Bakterier som er spesialisert på å utnytte disse produktene, metanogene bakterier, utnytter både CO_2 og H_2 til produksjon av metan. Disse gassene har ingen energi- eller næringsverdi for dyret og pustes ut under drøvtygging. Men tap av karbon gjennom metan er et tap av energi som kan resultere i redusert produktivitet og fôrutnyttelse.

Metanproduksjonen hos en drøvtygger bestemmes av en rekke faktorer, slik som kroppsvekt, produksjon og fôrkvalitet- og opptak. Større dyr har større vedlikeholdsbehov og vil ha høyere fôropptak enn mindre dyr. Et høyere fôropptak vil medføre mer produsert metan. Når større dyr har høyere tilvekst eller melkeytelse, øker det det totale fôrbehovet. Likevel utgjør vedlikehold hos større dyr en mindre andel av det totale energi- og fôrbehovet. Kvaliteten på fôret, fordøyelighet og innhold av spesielt fiber, er avgjørende for hvor stor andel av fôret som dyret kan utnytte. Jo høyere fordøyelighet og jo lavere andel av fiber det er i fôret, jo høyere vil fôropptaket bli og dermed blir det produsert mer metan totalt sett. Men på grunn av at produksjonen øker enda mer, blir metanutslippet per produsert enhet kjøtt og/eller melk lavere. Med andre ord: lavere metanintensitet per produsert enhet.

Dyr som beiter velger oftest plantedeler som har lavt fiberinnhold og høy fordøyelighet der det er mulig, og det gjelder spesielt i utmarka. Enkelte beiteplanter kan inneholde sekundære plantemetabolitter (f.eks. tanniner, saponiner, terpener), noe som kan bidra til lavere metanproduksjonen i vomma (Jayanegara et al, 2012). Ungt utviklingsstadie til gras, høy

grovfôrkvalitet og høyt grovfôropptak er parametere som kan redusere utslipp per kg fôr spist og per kg produkt (Hristov et al., 2013). Samtidig er fôr av høy næringskvalitet og fordøyelighet essensielt for dyrets produktivitet.

2.3.1.1 Dagens metodikk for beregning av enterisk metan

Metodikken for beregning av enterisk metan i det nasjonale klimagassregnskapet følger retningslinjer fra FNs klimapanel IPCC og er beskrevet i Carbon Limits sin rapport fra 2021 med enkelte oppdateringer (NID 2025). Det benyttes Tier 2-metodikk, med unntak av for geit (Tier 1), som betyr at det for geit brukes gjennomsnittsdata for kilo metan per dyr og det tas ikke hensyn til størrelse på dyret, fôropptak eller dyrets produksjon i beregningene. Tier-2 metodikken tar hensyn til disse faktorer og gir derfor en mer tilpasset beregning av utslippene.

Parametere som inngår i beregningene av enterisk metan for de enkelte dyreslag er visst i Tabell 7 men utslippstallene er per i dag kun basert på innefôringsperioden og beregningene vil kun påvirkes indirekte av beiting dersom beiting medfører endringer i noen av variablene i formlene, som melkeytelse, fôropptak eller tilvekst. Beiteperioden variere mellom de ulike dyreslagene, fra 4-6 uker for melkekyr til 6-7 måneder for sau og kjøttfe.

Tabell 7: Parametere som inngår i beregning av enterisk metan for storfe og småfe i Norges klimagassregnskap. Aktivitetsdata x utslippsfaktor = klimagassutslipp.

Husdyrslag	Parametere som inngår i beregning av utslippsfaktor for enterisk metan	Aktivitetsdata	Metodikk
Melkeku	Melkeytelse, kraftfôrandel og fettinnhold i dietten, faktoren justeres for tørrperiode.	Antall dyr	Tier 2 – Volden et al., (2023)
Ammeku	Fôrkvalitet, kraftfôrandel	Antall dyr	Tier 2 – Åby et al., 2019
Ungdyr av storfe	Slaktevekt, slaktealder	Antall dyr	Tier 2 – Storlien og Harstad (2015)
Sau	Slaktevekt, slaktealder,	Antall dyr	Tier 2 – Volden og Nes (2006)
Geit	Standard utslippsfaktor (kg metan per dyr)	Antall dyr	Tier 1 – FNs klimapanel IPCC (2019)

2.3.1.2 Forskning på enterisk metan fra drøvtyggere og muligheter for å ta hensyn til beiting i det nasjonale klimagassregnskapet

Det er gjennomført få forsøk i Norge med målinger av enterisk metan. Forsøk med dyr er tidkrevende og kostbart. Dyrene må ha daglig tilsyn og måleutstyr og gjerder må kjøpes inn og vedlikeholdes. Det mangler gode metoder for å måle/estimere fôropptak og produksjon hos sau og kjøttfe, og det er usikkerheter ved de aktuelle metodene for måling av utslipp av enterisk metan fra dyrene.

Det er flere metoder for måling av klimagassutslipp fra drøvtyggere (Hammond et al., 2016). Fastmonterte respirasjonskamre i fjøset er regnet som «Golden Standard», men ikke egnet for målinger av dyr på beite. I Norge benyttes tre metoder for måling av enterisk metan fra dyr på beite, der GreenFeed og SF6 er de mest anerkjente.

Bilde: GreenFeed enhet på beite. Foto: Vibeke Lind, NIBIO.

GreenFeed-metoden anses å være den mest robuste av disse tre. GreenFeed (se bilde Xfoto) kan monteres i fjøs eller på tralle på beite. Dyrene får tildelt kraftfôr (eller annet lokkefôr) i enheten og mens de spiser, vil sensorer nær hodet registrere metan og CO_2 fra utåndingsluften fra dyrene. Metoden er den minst arbeidskrevende, men er dyr i innkjøp og drift (abonnement). Metoden krever at dyrene frivillig oppsøker enheten, noe som kan bli utfordrende i utmarka over store arealer og med tilgang til mye og godt beite.

Bilde: SF6- tracer gas teknikk brukt på sau. Foto: Vibeke Lind, NIBIO

SF6-metoden innebærer en bolus med ren SF6 (svovelheksafluorid) legges ned i vomma på dyret. En slange festes over nese og munn på dyret og kobles til en vakuumbeholder som samler opp utåndingen. Prøver fra beholderen tas ut og CO_2, CH_4 og SF6 nivåene måles. Det er kjent hvor mye SF6 som slippes ut fra bolus hver dag, og derfor kan dette benyttes som referanse for å beregne mengde CO_2 og metan som dyret har utåndet. Metoden er tidkrevende, men gjennomført korrekt, gir den høy presisjon. Utfordringer med metoden i tillegg til at den er tidkrevende, er at utstyret er skrøpelig, og ikke egnet for bruk på arealer med mye kratt og busk. Dyrene må dessuten sankes daglig for oppfølging og utskifting av beholder samt ettersyn av utstyret.

PAC (Portable accumulation chamber). Norsk Sau og Geit har en "PAC i Klimamåleren"; en bil som kjører fra besetning til besetning for måling av metanutslipp fra individer. Metoden er best egnet for vurdering av genetisk seleksjon av dyr med naturlig høye eller lave utslipp av metan. Metoden er mindre egnet for vurdering av forskjeller i metanutslipp mellom ulike dietter eller typer beite. Dyrene står i et lukket kammer i 50 minutter der metan og CO_2 akkumuleres. På bakgrunn av mengden gasser funnet i prøver kan en estimere metanproduksjonen fra dyrene. Siden dyrene står kortvarig i et slikt kammer, og metanproduksjonen er drevet av fôropptak er det viktig at dyrene står i kamrene til ulike tider i forhold til fôring for å få best mulig vurdering av utslippene på døgnbasis. PAC er også vanskelig å ha med i utmarka. Dyrene må sankes daglig for målinger og usikkerheten for når dyrene har spist stor.

Droner. NIBIO og universitetet i Oslo har sammen med International Livestock Research Institute i Kenya gjennomført måling av utslipp av enterisk metan fra dyreflokker samlet i kve i Kenya ved bruk av drone. Denne metoden er ikke fullt utviklet enda, men kan gi gode estimater for metanutslipp fra dyreflokker (van Hove et al., 2025).

Melkeku

Det er gjort en del beiteforsøk i utlandet og i en meta-analyse av Thomson & Rowntree (2020) viser at beitekvalitet (plantesammensetning, fordøyelighet og fiberinnhold) har størst innvirkning på metanproduksjonen, som beskrevet over. Analysen gir ingen sammenligning av metanproduksjonen fra dyr på beite sammenlignet med dyr som tildeles grovfôr og kraftfôr. Forsøk fra blant annet Irland (O'Noell et al., 2012), Brasil (Dall-Orsoletta et al., 2016) og Nederland (Klootwijk et al., 2021) viser imidlertid, at inkludering av beite på fulldyrka eng i dietten til melkekyr hadde en positiv effekt på utslippene av enterisk metan som ble redusert med 23 til 37 % i beiteperioden samtidig som melkeproduksjonen ble opprettholdt. Teorien om at beite reduserer metanutslipp, henger i stor grad sammen med høyere fordøyelighet og lavere fiberinnhold i fôr fra beite, sammenlignet med innhøstet fôr. Dyrene har i tillegg større mulighet for å selektere på beite.

Prosjektet «Optimal grazing strategies for dairy cows», finansiert gjennom Norges forskningsråd, gjennomførte beiteforsøk med melkekyr på fulldyrka jord (timoteidominert eng) i Norge (Kidane et al., 2018a) i perioden 2014 til 2016. Forsøket i 2014 undersøkte beiteregime for fôropptak, melkeytelse og metanproduksjon. Kyrne hadde tilgang bare til beite og fikk tildelt kraftfôr under melking. Metan ble målt ved hjelp av SF6 tracer gas-metodikken. Resultatene viser at beiteregime ikke påvirket metanproduksjon (g CH_4/dag) eller metanintensitet (g metan/kg EKM). Det bør merkes at metanproduksjonen målt i forsøket var opp mot 50 % lavere enn det som tidligere er rapportert for norske kyr tildelt total mikset rasjon (Kidane et al. 2018b).

I et annet norsk-finansiert prosjekt ("Klimagassutslipp fra dyr på beite – hvilke tiltak kan bringe oss nærmere klimavennlig (eller klimanøytral) kjøtt- og melkeproduksjon?") ble det gjort undersøkelser både i Sverige og Norge av virkningen av andel beite i totaldietten på metangass produksjon fra melkekyr.

I forsøket gjennomført i et fjøs med melkegrav i Sverige var kyrne på et fulldyrka beite (dominert av timotei, engsvingel og kløver) mellom 10 og 12 timer enten om natten eller om dagen. Når de var inne, hadde dyrene fri tilgang til totalt mikset fôrrasjon og de hadde fri tilgang til ny stripe beite hver dag. Fôropptaket fra beite utgjorde rundt 25 % av det totale fôropptaket (Lardy et al., 2023). Resultatene viser at tidspunkt for beite ikke påvirket metanproduksjon eller -intensitet, men ved å sammenligne utslippene målt på beite og målt innendørs viste at utslippene målt på beite var 17 % lavere enn de som ble målt på inne (g metan per kg EKM). Det var en GreenFeed enhet plassert på beite, og en annen plassert inne i fjøset.

I forsøket gjennomført i Norge ble kyr melket i robot, og hadde døgnkontinuerlig fri tilgang til et beite mens deres rasjon av surfôr og kraftfôr inne ble begrenset for å stimulere kyrne til å utnytte beite. Kyrne hadde rundt 50 % fôropptak fra fulldyrka beite dominert av timotei, engsvingel, engrap og kløver. GreenFeed enheter, en på beite og en i fjøset, ble benyttet for måling av utslipp av enterisk metan. Målingene viser at kyr som hadde fri tilgang til beite hadde 30 % lavere utslipp av enterisk metan per kg EKM enn kyr fôret med grovfôr og kraftfôr (Lardy et al., 2025). Undersøkelsene både i Sverige og Norge viste at melkeproduksjonen var lik hos kyrne som beita og de som kun fikk surfôr og kraftfôr.

I et pågående norsk beiteforsøk (MethanePasture) som ledes av NMBU er et av målene å vurdere forskjellen i metanproduksjon fra høytytende melkekyr på beite sammenlignet med innendørs fôring med gras og gressensilasje. En del av prosjektet er også å forbedre estimatene av enterisk metan på beite i HolosNor-modellene og bruke de forbedrede modellene til å estimere effekten av beite og tilsetningsstoffer på netto klimagassutslipp fra beitende melkekyr og kjøttfe. Det er så langt gjennomført forsøk, men resultatene er ikke offentliggjort enda. I MetanHUB prosjektet er det ikke planlagt beiteforsøk med melkekyr.

Ammeku

Kjøttfe deles inn i flere grupper av voksne kyr og ungdyr. Utslippene beregnes for kyrne basert på data fra 31 kommersielle besetninger med de mest alminnelige norske raser (ikke oppgitt nærmere), der individuelt fôropptak ble estimert. Gjennomsnittlig tørrstoff-opptak og fôrsammensetning fra de ulike besetninger ble registrert og konverteringsfaktoren for metan (Ym) ble oppgitt justert for å ta hensyn til tørrstoff fordøyeligheten (NID 2025/Miljødirektoratet et al. 2025). Det oppgis ikke i dokumentet at beite inngår i beregningene. Det antas at de fleste ammekyr i Norge er på beite i sommerhalvåret, noe som kan ha betydning for fordøyeligheten av tørrstoff og dermed påvirke konverteringsfaktoren.

For ungdyr benyttes slaktevekt og -alder i beregningene, og ytterligere deles ungdyr inn i kategorien yngre enn 1 år og eldre enn 1 år. Det er så langt ikke publisert forsøk i Norge med utslipp av metangass fra kjøttfe på beite, men det forventes data fra MethanePasture-prosjektet. MetanHUB prosjektet planlegger beiteforsøk med kjøttfe i løpet av prosjektperioden (2024-2027).

Geit

Det er gjennomført beiteforsøk med geit i regi av NMBU i MetanHUB prosjektet. Beite ble kombinert med tildeling av SilvAir, et potensielt metanreduserende fôrprodukt. Resultatene er ikke offentliggjort enda. I forsøket var det effekten av metanhemmeren SilvAir som ble undersøkt, i kombinasjon med innefôring og i kombinasjon med utmarksbeite. Forsøket vil likevel kunne si noe om utslipp fra geit på utmarksbeite, da halvparten av geitene i forsøket ikke fikk tilsatt SilvAir i fôret, og utslippene derfor er avhengig bare av beiterasjonen. Det påpekes at dette er ett enkelt forsøk og at metoden som er brukt er PAC-kamrene til NSG som det er knyttet usikkerhet til. Flere forsøk må til før det er mulig å konkludere på effekten av beite i dietten til geit.

Sau

Det er gjennomført forsøk med sau for estimering av metan både i NIBIO og i Norsk sau og geit (NSG). NIBIO har testet ulike dietter tildelt inne i fjøs, og testet kvalitet på beite (se under). NSG har sammenlignet utslipp fra gammelnorsk sau og norsk kvit sau. Alle forsøk konkluderer at de største drivere for utslipp av metangass er fôrkvalitet og fôropptak. Det planlegges beiteforsøk med sau i MetanHUB (2024-2027).

Utmarksbeite: I Norge utgjør beite rundt 50 % av det totale fôrbehov på årsbasis for sau. Opptak i utmark utgjør den største andelen. Utmarksbeite gir sauen tilgang til mange ulike plantearter, og både artssammensetning og fôrkvalitet varierer gjennom beitesesongen (Rekdal, 2009).

Det er så langt ikke gjennomført eller planlagt noen direkte målinger av metanutslipp fra sau i utmark. Måling av klimagassutslipp fra sau i utmark er utfordrende å gjennomføre, ettersom fôropptak og fôrkvalitet er drivere for mengden metan som dyrene produserer, og dette er det krevende å måle på utmarksbeite. Utslipp fra dyr i utmark er derfor lite undersøkt og det er mange antakelser. Rekdal (2009) gir en oversikt over hva sau beiter på og fôrkvalitet av noen arter, men hvor stor andel av de ulike plantene det er i dietten er uvisst, og vil variere betydelig mellom ulike utmarksbeiter.

Vi vet imidlertid at planter inneholder sekundære metabolitter slik som polyfenoler (f.eks. tanniner), essensielle oljer (f. eks. terpener) og saponiner (Lind et al., 2023). Alle disse antas å ha en reduserende effekt på metanproduksjon. Det er derfor grunnlag for å anta at sau på utmarksbeite har lavere utslipp enn når de fôres med surfôr inne på vinteren.

Innmarksbeite: Et forsøk gjennomført ved NIBIO Tjøtta i 2020, undersøkte metanutslipp fra søyer på raigrasbeite på fulldyrka jord gjennom to perioder. Den ene perioden var beitekvaliteten dårlig med lavere fordøyelighet og protein, og høyere fiberinnhold sammenlignet med den andre perioden. Resultatene viste at beitekvalitet var den viktigste driveren for metangassutslipp og at høy beitekvalitet/fôrkvalitet medførte lavest metanutslipp (Lardy et al., 2024).

Høsten 2025 gjennomgikk SSB utslippsfaktorer og metodikk for beregning av enterisk metan fra sau da det viser seg at det siden 199o har blitt rapportert for høye utslipp fra denne dyregruppen. Utslippsfaktorene er nedjustert med rundt 30 % fra 13,2 kg til 9,6 kg metan i snitt for sauer og lam per år. Det er imidlertid ytterligere behov for å validere de norske tallene og beregningene for metanutslipp fra sau som inkluderer både beite og innefôring i større grad.

Vurdering av muligheter for å hensynta beiting i beregning av enterisk metan i klimagassregnskapet

Det er gjort få studier i Norge der det er gjort direkte målinger av metanutslipp fra drøvtyggere på beite. Det er derfor vanskelig å generalisere resultatene. Som beskrevet tidligere i kapitlet er det også utfordringer med de ulike målemetodene.

For å få data som kan benyttes i beregninger i det nasjonale klimagassregnskapet må det gjennomføres flere kontrollerte forsøk. Det må også gjennomføres storskala undersøkelser fra bruk under praktiske forhold, på linje med de som ble gjennomført for kjøttfebesetningene som nevnt over. Det må påpekes at for kjøttfe var beregningene gjort under innefôringsperioden og basert på grovfôr og kraftfôr. Den største utfordringen med beregning av utslipp av enterisk metan fra dyr på beite er måling av fôropptaket. Det finnes per i dag ingen gode metoder for å måle fôropptaket. Fôropptak er sammen med fôrkvalitet de største driverne av metanutslippene, og det er derfor nødvendig å få gode estimater for opptaket. I forsøkssammenheng benyttes markører som mål for fôropptak. I Norge benyttes alkan som markør. Ved å tilføre alkan til dyrene to ganger daglig, og hente inn avføringsprøver fra dyrene kan en estimere fôropptaket basert på differansen mellom alkan tildelt og alkan funnet i avføringen (Jaramillo et al., 2025). Dette er en tidkrevende metode og lite relevant å benytte i storskala undersøkelser i kommersielle besetninger.

Andelen av beite for melkekyr variere mye og det er derfor vanskelig å gi gode estimater for hvor stort fôropptaket på beite er i denne dyregruppen. Estimat fra Tine fra 2013 anslår at mindre enn 10 % av energiopptaket kommer fra beite, men antakelig er dette enda lavere i dag grunnet strukturendringene innen melkeproduksjonen. Det beste estimat en kan oppnå er ved registrering av fôropptak inne og sammenholde det med melkeytelsen. Differansen i faktisk målt fôropptak og forventet fôropptak for å oppnå melkeytelsen kan antas å komme fra opptak på beite.

Andelen fôropptak på beite for sau og ammeku i beitesesongen antas å være 100 %. Registrering av beiteopptak fra disse dyregruppene er mer kompliserte og vanskeligere å estimere enn for melkeku. Fôropptaket vil påvirke melkeproduksjonen til lam/kalv og deres tilvekst kan benyttes som et mål for fôropptak. Imidlertid er dette et vanskeligere mål da tilvekst ikke registreres daglig (slik som ytelsen hos melkekyr). Tilveksten hos lam og kalv påvirkes i tillegg av hvor stor andel av dietten er beite og hvor stor andel er melk. Når lam og kalv er nyfødte utgjør melk 100 %, men utover beitesesongen vil beite få en større betydning.

Oppsummert om klimaeffekter knytta til enterisk metan, grunnlag for eventuelle endringer i klimagassregnskapet og kunnskapshull

I beregning av utslipp av enterisk metan i det nasjonale klimagassregnskapet inngår effekter av beiting indirekte dersom det påvirker parametre som melkeytelse, slaktevekt og slaktealder. For å kunne ta hensyn til beiting i det nasjonale klimagassregnskapet må det utvikles egne utslippsfaktorer for beiteperioden for ulike dyregrupper, og man må vite hvor stor andel av fôropptaket hver av dyregruppene har fra beite. For begge aspekter er man imidlertid langt unna å ha et tilstrekkelig kunnskapsgrunnlag. Det er gjennomført få studier med måling av metanutslipp på beite, og det finnes ikke gode metoder for å måle fôropptak på beite. I beregning av totale utslipp må man ta hensyn til i hvilken grad beite påvirker melkeytelse og tilvekst.

Melkeku: Det er gjennomført noen få studier med måling av metanutslipp fra melkekyr som har tilgang til beite på fulldyrket jord, og resultatene tyder på at utslipp av enterisk metan reduseres. Det trengs langt flere studier for å kunne gi noen generelle konklusjoner om hvorvidt økt beiting er et klimatiltak for melkeku og hvilken størrelsesorden det er på utslippsreduksjonene, med tanke på å eventuelt utvikle utslippsfaktorer som inkluderer beiting i det nasjonale klimagassregnskapet. Når det gjelder fôropptak på beite er det utfordrende å estimere, fordi beite bare utgjør en andel av den daglige fôrrasjonen. Den beste metoden for storskala forsøk i kommersielle besetninger er å registrere fôropptak inne og se det i sammenheng med melkeytelsen.

Sau og ammeku: Det er så langt ikke gjort målinger av metanutslipp fra ammeku på beite i Norge. Det er gjort ett forsøk der metanutslipp fra sau som beitet på fulldyrka jord ble målt. En stor andel av sau/lam har en lang periode på utmarksbeite, og det gjelder også en betydelig andel av ammekyrne. Det er svært utfordrende å måle metanutslipp på utmarksbeite, og forsøk med dette er ikke blitt gjennomført for noen dyregrupper i Norge. En del beiteplanter inneholder imidlertid ulike plantestoffer som antas å ha en reduserende effekt på metanproduksjon, og det er derfor grunnlag for å anta at småfe og storfe på utmarksbeite har lavere metanutslipp enn når de fôres med surfôr inne. Det er utfordrende å estimere mengde fôr som tas opp på beite fordi man ikke har løpende registreringer av tilvekst slik man har av melkeytelse for melkeku, men kan man legge til grunn at alt fôr kommer fra beite i beiteperioden.

Relevante avsluttede og pågående prosjekter – enterisk metan

Relevante prosjekter 2024-2026	
Avslutta	Pågående
Klimagassutslipp fra dyr på beite – hvilke tiltak kan bringe oss nærmere klimavennlig (klimanøytral) kjøtt og melkeproduksjon (2019-2023)	MethanePasture (2023-2027)
Optimal grazing strategies for dairy cows	MetanHUB (2024-2027)

2.3.2 Husdyrgjødsel

Husdyrgjødsel bidrar til følgende utslipp i det nasjonale klimagassregnskapet:

- Lagring: Lystgass (N_2O) og metan (CH_4)
- Spredning: Lystgass
- Gjødsel som avsettes på beite: Lystgass og metan (metanutslippet bokføres under lagring)

Beregningsmetodikken avhenger av om gjødsla avsettes direkte på beite eller håndteres i husdyrrom og lagres før spredning. Mengden husdyrgjødsel som avsettes direkte på beite beregnes ut fra dyretall, hovedsakelig etter søknad om produksjonstilskudd, og fra opplysninger om beitetid i SSB sine gjødselundersøkelser.

2.3.2.1 Lagring og håndtering av husdyrgjødsel

Lagring av husdyrgjødsel kan gi utslipp av klimagassene metan og lystgass. I tillegg kan ammoniakk (NH_3) og andre former for nitrogen (N) tapes til luft, både i husdyrrom og på lager, og føre til indirekte lystgassutslipp etter nedfall. For husdyrgjødsel avsatt på beite blir det også regnet med et visst metanutslipp som blir ført under denne kategorien i utslippsregnskapet (3B).

2.3.2.1.1 Metan

Norske utslipp av metan fra husdyrgjødsel var i 2023 totalt 388 000 tonn CO_2-ekvivalenter der 70 % av utslippet kom fra storfe (NID 2025, CRT 2025). Utslipp av metan fra husdyrgjødsel stammer fra mikrobiologisk nedbryting av organisk materiale under anaerobiske forhold (uten tilgang til luft). Utslippene er påvirket av type dyr, fôring, type gjødsellager, lengde på lagringstid og klimatiske forhold.

Formelen for beregning av metanutslipp er den samme uavhengig av om husdyrgjødselen slippes direkte på beite eller avsettes i husdyrrom, men parameterverdiene varierer mellom disse situasjonene. Utregningene blir gjort etter denne ligningen hentet fra NID 2025 (Tier 2-metodikk, IPCC 2006):

$$EF_i = VS_i \cdot 365\ dager\ year^{-1}\ \cdot\ Bo_i \cdot 0.67 kg\ m^{-3} \cdot \sum_{jk} MCF_{jk} \cdot MS_{ijk}$$

VS: Mengde organisk tørrstoff (VS) i husdyrgjødsel blir beregnet ut ifra dyretall og en gjennomsnittlig daglig mengde per dyr. Ut ifra opplysninger om beitetid hentet fra gjødselundersøkelsene for ulike dyreslag blir mengde VS lagt på beite trukket fra mengden VS i husdyrgjødsel som blir lagret. Det er ikke regnet med noen forskjell i produksjon av organisk stoff i husdyrgjødsel mellom dyr som er på beite og dyr som får innefôring.

B_0: Faktoren B_0 er makspotensialet for produksjon av metan under ideelle forhold. Denne varierer mellom dyr og er for aktuelle beitedyr gjengitt i tabell 8. Når dyra går på beite er det regne at B_0 er 0,19 CH_4 m^3/ kg VS for alle dyreslag (IPCC 2019).

Tabell 8: Makspotensialet (B0) for metanproduksjon i husdyrgjødsel for storfe, sau og geit (m3/kg VS).

	Fjøs/lager	Beite
	Bo (m3/kg VS)	
Melkeku	0,23	0,19
Andre storfe	0,18	0,19
Sau	0,19	0,19
Geit	0,18	0,19

MCF: Faktisk produksjon av metan blir bestemt av metankonverteringsfaktoren (MCF). For bløtgjødsel blir det estimert en nasjonal MCF for ulike dyreslag som tar hensyn til regionale temperaturer, frekvensen av tømming av lager og andel husdyrgjødsel i de ulike regionene. I 2023 var MCF for bløtgjødsel fra alle dyregrupper 15 %. For fastgjødsel bruker man standard faktorer fra FNs klimapanel IPCC (2019). I porøse dekker (som naturlige skorper) på husdyrgjødsellager, kan metan bli oksidert og utslippet bli redusert. I slike tilfeller regnet man

med 40 % reduksjon i metankonverteringsfaktoren (IPCC 2006). I lager med bløtgjødsel fra aktuelle beitedyr blir det regnet med at det blir dannet naturlig skorpe. Unntaket er ved åpen forbindelse mellom fjøs og gjødselkjeller. I praksis vil det også være skorpe her, men den er gjerne ikke så tørr og effektiv når det blir tilført ny gjødsel kontinuerlig til lageret. Reduksjon på 40 % på grunn av skorper/dekker betyr at MCF blir redusert til 9 % for dyr som er aktuelle for beiting.

Metankonverteringsfaktoren på beite er satt til 0,47 % for alle dyreslag (IPCC 2019). MCF og B_0 for husdyrgjødsel avsatt på beite er valgt på bakgrunn av sammenstillingen til Cai et al. (2017). Dette betyr at metanutslipp fra husdyrgjødsel som blir lagt på beite er betydelig redusert i forhold til om husdyrgjødsla blir lagret. Utviding av beitesesongen kan være et godt tiltak for å redusere metanutslipp fra husdyrgjødsel, men spørsmålet er hvor mye lengden på beitesesongen i praksis kan utvides under våre klima- og driftsforhold.

2.3.2.1.2 Lystgass

Totalt lystgassutslipp fra lagring av husdyrgjødsel var i 2023 estimert til 168 000 tonn CO_2-ekvivalenter. Utslippet blir beregnet ut ifra antall husdyr og mengde nitrogen som blir skilt ut per dyr og år i gjødsla. Gjødsel som ikke blir avsatt på beite blir samlet opp i fjøs og lager, og det er her disse tapene skjer. Utslippsnivået fra lagringsfasen avhenger blant annet av lagringssystem og bruk av dekke.

Ved lagring av husdyrgjødsel oppstår det både direkte og indirekte utslipp av lystgass. Direkte lystgassutslipp fra husdyrgjødsellager kan man få gjennom ulike omdanningsprosesser av nitrogenet ved tilgang på luft. Dette kan for eksempel skje i skorper under vekslende aerobe og anaerobe forhold. Tabell 9 viser faktorene som er brukt ved beregning av direkte lystgassutslipp for storfe, sau og geit (NID 2025). Det blir ikke regnet med direkte lystgassutslipp fra lager uten skorpe eller porøse dekker, men for storfe, sau og geit antar man at det alltid dannes skorpe. Utslippsfaktoren er større fra lager med dekker og tak som man antar gir en tykkere og tørrere skorpe (Tabell 9). Fra husdyrgjødsel avsatt på beite blir det ikke regnet med direkte lystgassutslipp fra lagring.

Tabell 9: Direkte utslipp av lystgass (kg N2O-N/kg N i gjødsla) ved ulike lagringsmåter for husdyrgjødsel fra storfe, sau og geit.

	Gjødsel-kjeller med åpen forbindelse	Gjødsel-kjeller under fast dekke	Gjødsel-kum med tett tak	Gjødsel-kum med flytende dekke	Gjødsel-kum med skorpe	Innendørs-talle	Utendørs-talle	Fast-gjødsel
Storfe	0,0025	0,005	0,005	0,005	0,0025	0,01	0,02	0,01
Sau og geit	0,002	0,002	0,005	0,005	0,0025	0,01	0,02	0,01

I tillegg til de direkte lystgassutslippene fra lagring av husdyrgjødsel kommer de indirekte utslippa fra tap av ammoniakk (NH3), NOx og N2 i fjøs og lager. Ammoniakktapet er avhengig av type dyr, type gjødsel (bløt eller fast), hvordan fjøsrommet er utformet og om det er tak eller ulike typer dekke på lageret. Utslippsfaktoren for lystgass fra nedfall av nitrogen er 0,01373 kg N2O-N/(kg NH3-N+NOX-N fordampa) (NID 2025, IPCC 2019). Faktoren tar hensyn

til 97 % vått klima i Norge. Alle lagertap når det gjelder nitrogen faller bort når husdyrgjødsla blir avsatt på beite.

2.3.2.2 Spredning av husdyrgjødsel

Etter at man har trukket fra tap av nitrogen under lagring av husdyrgjødsel sitter man igjen med en mengde N som blir brukt som gjødsel på jordbruksareal. Man regner med at en del av nitrogenet går tapt som direkte lystgassutslipp gjennom omdanningsprosesser i jord både ved spredning på jordbruksareal og når husdyrgjødsel blir avsatt på beite. I tillegg blir nitrogen tapt til luft som ammoniakk og nitrogenoksid (NOx) og til vann i ulike former. Tapt nitrogen kan bli omdannet til lystgass på et senere tidspunkt og inngår i indirekte lystgassutslipp.

2.3.2.2.1 Direkte lystgassutslipp

I 2023 var det estimerte direkte lystgassutslippet fra spredning av husdyrgjødsel 140 000 CO_2 -ekvivalenter, mens det var 45 000 tonn fra gjødsel avsatt på beite (NID 2025).

Standard utslippsfaktor for direkte lystgassutslipp etter gjødsling med organisk gjødsel er 0,006 og 0,005 kg N_2O-N/kg N i henholdsvis vått og tørt klima (IPCC 2019). Utslippet blir regnet ut ifra totalt innhold av N i den organiske gjødsla. I Norge er 3 % av klimaet definert som tørt og 97 % som fuktig klima, og faktoren som vi bruker blir da 0,00597 kg N_2O-N/kg N (NID 2025).

Gjødsel fra storfe som blir avsatt på beite har den samme utslippsfaktoren for direkte lystgassutslipp som gjødsel brukt på jordbruksareal i vått klima, men noe lavere i tørt klima (0,002 kg N_2O-N/kg N). Den norske utslippsfaktoren blir da 0,00588 N_2O-N/kg N (NID 2025). For sau og geit er faktoren ikke justert i forhold til klima og faktoren er 0,003 N_2O-N/kg N (IPCC 2019). For direkte lystgassutslipp fra gjødsling med storfegjødsel vil det ha svært liten betydning om gjødsla blir avsatt på beite eller spredt på jordbruksareal. For småfe vil de estimerte direkte lystgassutslippene bli redusert dersom en større andel av gjødsla blir avsatt på beite i forhold til om den blir spredt på jordbruksareal.

2.3.2.2.2 Indirekte lystgassutslipp

Tap til luft. Ved beregning av ammoniakktap fra spredning av husdyrgjødsel tar man hensyn til om gjødsla er brukt på åker eller eng, tidspunkt for spredning (årstid), vanninnblanding, spredemetode og tid for nedmolding. Opplysninger om dette blir samlet inn gjennom gjødselundersøkelser og landbrukstellinger. Utslippsfaktoren for ammoniakk som brukes i utslippsmodellen varierer mellom 2 og 70 % NH_3-N av TAN, med et gjennomsnitt på 40 %.

Fra gjødsel lagt på beite bruker man 14 og 9 % NH_3-N av TAN for henholdsvis storfe og småfe (NID 2025, EEA 2023) med en korreksjonsfaktor for temperatur på 0,85. Gjennomsnittlig utslippsfaktor for ammoniakk for gjødsel avsatt på beite er 11 %. Ammoniakktapet er dermed mindre når gjødsla blir avsatt på beite enn når den blir spredt på jordbruksareal.

Når husdyrgjødsel blir spredt på jordbruksareal regner man et utslipp på 0,04 kg NO_2/kg N tilført (NID 2025, EEA 2023). Dette blir det ikke regnet med når gjødsla blir avsatt på beite.

En større andel av gjødsel avsatt på beite vil redusere de estimerte utslippa av N tapt til luft og indirekte utslipp av lystgass som følge av nedfall av N. Utslippsfaktoren for lystgass fra

nedfall av nitrogen er den samme som for tap av N fra lager (0,01373 kg N_2O-N/(kg NH_3-N+NO_X-N fordampa) (NID 2025, IPCC 2019).

Tap til vann. Både fra spredning av husdyrgjødsel på jordbruksareal og fra gjødsel avsatt på beite av dyr blir det regnet med at 22 % av nitrogenet går tapt til vann ved utvasking og avrenning. Utslippsfaktoren for lystgass for N tapt til vann er også lik (0,011 kg N_2O-N/N tapt). Dermed er det ingen forskjell mellom gjødsel avsatt på beite og gjødsel spredt på jordbruksareal i denne type utslipp.

2.3.2.3 Andre forhold

Når husdyrgjødsel blir avsatt på utmarksbeite får man ikke samlet gjødsla opp og brukt næringsstoffene på jordbruksarealet man dyrker fôr til dyra eller andre vekster. I tradisjonelt jordbruk blir det gjødsla med mer nitrogen enn det som blir resirkulert i husdyrgjødsla. Dersom økt bruk av utmarksbeite fører til større bruk av mineralgjødsel-N vil nok det totale lystgassutslippet øke ved økt beitebruk. Utslippsfaktoren for lystgassutslipp fra mineralgjødsel-N er større enn fra husdyrgjødsel-N, 0,0157 mot kg 0,00597 N_2O-N/kg N under norske forhold (NID 2025). Når det gjelder fosfor, kan økt beitebruk i utmark gi positive utslag ved å redusere fosfortilførselen på jordbruksareal med høyt fosforinnhold.

Oppsummering - lagring og spredning av husdyrgjødsel

Det tas hensyn til beite i klimagassregnskapet gjennom at andel gjødsel som avsettes på beite er beregnet ut ifra opplysninger om beiteperiode for ulike dyreslag innhentet gjennom SSB sin gjødselundersøkelse fra 2018.

Direkte og indirekte lystgassutslipp fra lagring av husdyrgjødsel faller bort og metanutslipp blir sterkt redusert når gjødsla blir avsatt på beite.

Det er liten forskjell i direkte lystgassutslipp fra gjødsling med husdyrgjødsel på jordbruksareal og gjødsel avsatt på beite, men ammoniakktap og indirekte lystgassutslipp blir redusert.

Potensialet for å redusere utslipp fra husdyrgjødsel ved økt beiting er i en størrelsesorden som er relativt liten. Miljødirektoratet har i tiltaket «J13 Økt beiting for storfe» beregnet at dersom beiteandel for melkeku øker til 19,3 % og ungdyr til 27 % i 2035, vil det gi en utslippsreduksjon på 16 000 tonn CO_2-ekvivalenter pga. reduserte utslipp av metan og lystgass fra husdyrgjødsel. Til sammenligning er totale utslipp fra jordbrukssektoren på 4,7 millioner tonn CO_2-ekvivalenter.

2.3.3 Utslipp fra fôrproduksjon

Når husdyra beiter vil fôret fra beitet naturlig nok erstatte grovfôr og/eller kraftfôr som ellers ville blitt brukt ved innefôring. I en vurdering av klimavirkninger av dyr på beite, er det derfor relevant også å ha med klimavirkningene som følge av redusert fôrproduksjon.

Klimagassutslipp fra fôrproduksjon består både av utslipp ført under jordbrukssektoren og utslipp ført under andre sektorer. Utslipp som blir ført under jordbrukssektoren omfatter

direkte og indirekte N_2O-utslipp fra bruk av nitrogen i husdyrgjødsel og mineralgjødsel, tilbakeføring av nitrogen fra planterester, samt jordbruksdrift på organisk jord. I tillegg kommer utslipp av CO_2 fra bruk av kalk og urea. Utslipp som blir ført under andre sektorer er produksjon og transport av nitrogengjødsel, plantevernmidler, ensileringsmidler, plast, maskiner, drivstoff, energi og bygninger etc.

2.3.3.1 Sparte utslipp er mindre ved beite av fulldyrka areal enn av innmarks- og utmarksbeite

Det er stor forskjell på beitepraksis mellom de ulike husdyrproduksjonene og ulik kvalitet på ulike typer beiter. For melkekyr i laktasjon er beiting på fulldyrka areal og innmarksbeite av god kvalitet det mest aktuelle, mens sinkyr, ammekyr, ungdyr, sau og lam kan beite både på permanente innmarksbeiter og i utmark. Effekten av beiting på klimagassutslipp er avhengig av både hvordan beitefôret er produsert, og hva som er alternativt fôr brukt ved innefôring.

Ved beiting på fulldyrka areal er den største forskjellen fra høstet surfôr at man slipper utslipp fra høsting, konservering, lagring, utfôring og utkjøring av husdyrgjødsel. På innmarksbeiter har man ikke utslipp knyttet til fornying av enga, men kan fortsatt ha utslipp fra bruk av nitrogengjødsel, kalk, avpussing, sprøytemiddel, gjerdemateriell etc. Gjødsling med nitrogen utgjør en stor andel av utslippa fra grovfôrproduksjonen, enten det er ved produksjon av surfôr eller ved beiting. På innmarksbeiter der det brukes nitrogengjødsel vil klimagassutslippa være påvirket av mengde nitrogengjødsel i forhold til avling og dyra sitt fôropptak. Vi mangler gode analyser av hvordan bruk av innmarksbeiter påvirker klimagassutslipp. Generelt både for innmarksbeiter og fulldyrka beiter vil god agronomi med god utnyttelse av nitrogenet være positivt.

Bruk av utmarksbeite medfører ingen direkte klimagassutslipp knyttet til fôrproduksjon og vil være et positivt bidrag i forhold til utslippsreduksjon. Fôrkvalitet og avstand fra fjøs gjør det vanskelig for melkekyr i dagens produksjonssystem å utnytte denne fôrressursen, men det er trolig rom for å øke fôropptaket i kjøttproduksjon på ammeku og sau på utmarksbeite. Økt bruk av kastrater i forhold til okser vil også kunne gi økt utnyttelse av utmarksbeite. Dersom man ser kun på klimagassutslipp per produsert mengde kjøtt er det uvisst hvordan dette vil slå ut, men i forhold til ressursutnyttelse og selvforsyning vil det være positivt.

2.3.3.2 Analyser av utslipp fra fôrproduksjon/husdyrproduksjon

Det er vanskelig å sammenligne utslipp fra fôr produsert på beite med andre fôrmiddel uten å ta hensyn til alle utslipp knyttet til fôret, ikke bare det som er ført under jordbrukssektoren. Utslipp per fôrenhet sier heller ikke hele sannheten, og man må ta hensyn til produksjon av melk og kjøtt og eventuelle endringer i vekt på dyra under ulike fôringsregimer.

Livsløpsanalyser (LCA) eller andre helhetlige metoder brukes ofte for å kvantifisere utslipp fra ulike produksjoner. Slike analyser inkluderer også importerte fôrråvarer, andre innsatsfaktorer, maskiner og bygninger. Det er stor forskjell mellom hvor systemgrensene settes i slike analyser og dermed utfordrende å finne gode tall som kan brukes dersom man vil sammenligne utslipp fra ulike typer fôr.

Det er gjort flere studier på klimagassutslipp fra grovfôrproduksjon i Norge. Ved hjelp av LCA-analyser har man funnet verdier fra 0,66 til 0,98 CO_2-ekvivalenter/FEm (Bakken et al., 2017,

Bonesmo et al., 2013, Johansen & Hjelkrem 20187, Koesling et al., 2025). Andelen av disse utslippene som tilfaller jordbrukssektoren kan være rundt 60 %, og bruk av nitrogengjødsel er den største kilden. Av de rundt 40 % som ikke tilfaller jordbrukssektoren utgjør høsting og konservering av surfôr rundt 10 %, diverse kjøring i forbindelse med jordarbeiding m.m. med rundt 10%, produksjon av mineralgjødsel med rundt 10 % og bygninger og maskiner med rundt 10 %. Variasjonen i utslipp skyldes variasjon i bruk av mineralgjødsel, avlingsnivå, svinn av grovfôr, fôring etc.

Koesling et al. (2025) fant at estimert klimagassutslipp per kg energikorrigert melk (EKM) minket med økt andel av beite i totalrasjonen for hele buskapen (kyr og ungdyr), men en del utenlandske undersøkelser har vist at økt beiting i melkeproduksjonen ikke nødvendigvis gir reduserte utslipp (Chen et al. 2026, Reinsch et al.,2021). Dette kan forklares bl.a. ut ifra at nitrogengjødsling blir tilpasset forventa avlingsnivå. Den positive effekten av sparte utslipp fra maskinell høsting, konservering og lagring kan blir opphevet dersom man ikke klarer å ta like store avlinger ved beiting som ved produksjon av surfôr.

Oppsummering sparte utslipp fra fôrproduksjon

Effekten på klimagassutslipp av å erstatte innefôring med beite er avhengig av type beite og hvordan fôret er produsert.

Ved beiting på fulldyrka areal unngår man utslipp fra utkjøring av husdyrgjødsel, høsting, konservering, lagring og utfôring som man har ved produksjon av surfôr.

På innmarksbeiter har man ikke utslipp fra fornying av enga, men kan ha fortsatt utslipp fra bruk av nitrogengjødsel, kalk, avpussing, sprøytemiddel, gjerdemateriale etc.

Bruk av utmarksbeite medfører ingen direkte klimagassutslipp knyttet til fôrproduksjon.

Når man skal vurdere om økt beitebruk kan redusere klimagassutslipp fra fôrproduksjon må man også ta hensyn til praktisk gjennomførbarhet, avling, fôrkvalitet, produksjon av kjøtt og melk og arealbruk.

3 Albedo og andre biogeofysiske effekter

3.1 Biogeofysiske effekter på energibudsjett av husdyr på beite

Gjennom beiting, tråkk og gjødsling endrer husdyr på beite vegetasjonsstrukturen og artssammensetningen i utmark. Generelt vil beiting med husdyr i utmark fremme dekningen av gras, og redusere dekningen og høyden av busker og trær. Dette endrer økosystemenes strukturer, prosesser og funksjoner. Økosystemenes interaksjoner med klimasystemet vil derfor endres. Effektene av husdyr på beite er mange og ulike. De vil avhenge blant annet av dyretetthet, dyreslag, vegetasjonens produktivitet og artssammensetning, jordsmonn og jordart, beitesesongens lengde, historisk arealbruk, og ikke minst klimaet i regionen som vurderes.

Husdyr på beite påvirker klimaet gjennom endringer av atmosfærens og økosystemenes biogeokjemiske sammensetning og omsetning, f.eks. ved endringer av mengden drivhusgasser som frigjøres eller tas opp. I tillegg interagerer husdyr med energiutvekslingen mellom jordoverflata og atmosfæren. Dette kalles biogeofysiske effekter, og er knyttet til jordoverflatas energibalanse (Forster et al, 2021). Energibalansen på jordoverflata påvirkes av differansen mellom innkommende og utgående energi. Kortbølga stråling fra sola og langbølga stråling fra atmosfæren står for mesteparten av den innkommende delen av ligningen, mens reflektert utgående kortbølga stråling (rSWR, albedo), latent varmetap (LH) gjennom evapotranspirasjon (ET), følbar varmeoverføring (SH), og langbølga strålingstap (LWR) fra jordoverflata står for mesteparten av den utgående delen av likningen (Forster et al., 2021).

Mens det biogeokjemiske klimapådrivet til husdyr, gjennom utslipp av drivhusgasser påvirker atmosfærens absorpsjon av langbølga stråling, påvirker de biogeofysiske klimapådriverne jordoverflatas energibudsjett mer direkte, og ofte med effekter på lokal til regional skala. Husdyras biogeokjemiske klimaeffekter er ofte debattert og gjenstand for mye forskning, både nasjonalt og internasjonalt (se tidligere kapitler). Husdyras biogeofysiske effekter er i langt mindre grad presentert og debattert, og de har i Norge ikke blitt gjenstand for studier som direkte kobler husdyras effekter av beiting til energibudsjettet i utmark. Indirekte studier, f.eks. simulering av klimaeffekter ved gjengroing som følge av redusert beitetrykk eller klimaendringer, har vi noen svært få av (f.eks. Cohen et al., 2013; Rydsaa et al., 2017), men de er neppe representative for de store variasjonene i klima og økologi i Norge.

Studier av regnskap for kortbølga stråling (albedo) innen landbrukssektoren fra Norge, skjer først og fremst innenfor rammen av skogforskning. Både debatten og forskningen skjøt fart etter Stortingets klimamelding i 2012 (Meld. St. 21, 2011-2012) og etter at Stortingets klimaforlik ble vedtatt i 2013 (Prop. 173 S, 2012-2013).

I forbindelse med forslaget om økte bevilgninger til planting av skog på nye arealer (Miljødirektoratet et al., 2013), ble det stilt spørsmål ved både de reelle klimaeffektene av forslaget og andre negative bi-effekter som manglet forskningsbasert kunnskap (f.eks. Bryn & Flø, 2013). Den klimarelaterte delen av kritikken tok utgangspunkt i ny forskning fra Norge som dokumenterte at endringer i strålingsbudsjettet var viktigere for klimapådrivet enn effektene av karbonlagring i trær (de Wit et al., 2013). Studien fra Oppdal-Dovrefjell var imidlertid ikke representativ for de viktigste regionene med skogbruk i Norge, og det ble derfor

etterspurt områdespesifikke studier fra mer produktive skogområder hvor skogen lagrer mer karbon enn det den gjør i fjellskogen fra Oppdal-Dovrefjell (Bryn & Flø, 2013).

I ettertid har særlig forskningsmiljøet knyttet til skog og utmark ved NIBIO bidratt med ny kunnskap om det kortbølga strålingsbudsjettet (f.eks. Bright et al., 2014; Bright et al., 2018), samt balansen mellom de biogeokjemiske og biogeofysiske klimapådriverne i produksjonsskog (f.eks. Bright & Lund, 2021; Bright et al., 2024).

I en studie fra 2020 (Bright et al. 2020) er effekten på albedo på *gjengroings*arealer aktuelle for planting av skog på nye arealer (basert på rapporten fra Miljødirektoratet et al. i 2013) modellert og sett sammen med framskrivning av utviklingen i karbonbeholdningen i trær, død ved, strø og jord. På de arealene som er aktuelle for planting – basert på at effekten ved å plante gran er vurdert i felt – er at effekten en får av høyere CO_2-opptak generelt sett er mye mer betydelig enn effekten på albedo. Betydningen av denne forskningen for skogbruket kan ikke overvurderes, men samtidig er kunnskapen **ikke** direkte overførbar fra skogbrukssektoren til husdyrsektoren. Dette skyldes blant annet at:

- **Mye av utmarksbeitinga foregår i kaldere skogsoner**, i overgangen mot fjellet eller nordover langs kysten (Rekdal & Angeloff, 2021), med mindre biomasse i tresjiktet og lengre snøsesong, hvor balansen i klimapådrivet mellom karbonlagring og albedo ikke kan sammenliknes med lavlandets høyproduktive barskoger (de Wit et al., 2013).
- **Mye av utmarksbeitinga foregår derfor i løvdominerte skogsoner**, også i overgangen mot fjellet eller langs kysten i de nordlige fylkene (Rekdal & Angeloff, 2021), hvor dominans av bladfellende løvtrær gir høyere bakgrunnsalbedo (Bright et al., 2014) samt at mindre løvtrær gir lavere karbonlagring.
- **Mye av utmarksbeitinga foregår over den aktuelle skoggrensa**, i tidligere avskoga områder (Bryn et al., 2013; Rekdal & Angeloff, 2021), hvor skogplanting er lite aktuelt og busksjiktet binder lite karbon, men hvor busksjiktet kan ha stor effekt på refleksjonen av kortbølga stråling (Rydsaa et al. 2017)
- **Husdyr i utmark i liten grad påvirker den vertikale vegetasjonsstrukturen i høyproduktive og granskogdominerte regioner,** all den tid husdyra ikke beiter gran og dette treslaget utgjør 93 % av den tilplanta skogen (Svensson & Dalen, 2025)

I utmark er beitedyras biogeofysiske effekter på energibudsjettet først og fremst viktig i kystområder uten naturlig gran (Vestlandet og Nord-Norge), i fjellbjørkeskogens sone mot fjellet (fra Setesdal til Finnmark), samt over den aktuelle skoggrensa i hele fjellkjeden. Områder i utmark innenfor de høyproduktive grandominerte regionene i Norge som holdes åpne gjennom husdyrbeiting, f.eks. åpne ravinebeiter på sørøstlandet og i Trøndelag, utgjør i sum små arealer og vil antakelig i liten grad endre klimapådrivet annet enn lokalt. Det er imidlertid viktig å minne om at det per i dag ikke finnes beregninger som eksplisitt adresserer de biogeofysiske effektene av husdyr i utmark, og heller ikke studier som behandler effektene av både biogeofysiske og biokjemiske prosesser samlet.

Det er få studier av energibalansen fra innmark i Norge, som sammenlikner endringer mht. naturlig vegetasjon. Åpen innmark vil normalt sett reflektere mer kortbølga stråling sammenliknet med naturlig vegetasjon, spesielt i snørike innlandsregioner. Refleksjonen vil også være høyere om sommeren, men i mye større grad avhenge av hvordan arealene drives og hva som dyrkes. Den totale effekten mht. innmark sammenliknet med alternativet, naturlig

vegetasjon, mangler det beregninger for. I forhold til planting av ny skog på gjengroingsareal i lavlandet viser studiene til Bright et al. (2020) at effektene av strålingsrefleksjon er forholdsvis små sammenliknet med effektene av karbonbinding.

Beitedyras klimapådriv via økosystemene mht. endringer i utslipp av "Biogenic volatile organic compounds" (BVOC'er) og aerosoler er antakelig også viktig (se f.eks. Brachmann et al., 2023), men det er ikke gjennomført spesifikke studier fra Norge som kobler effektene. Kunnskapsstatusen for Norge mht. effekter av beitedyr på endringer i utslipp av BVOC'er og aerosoler, samt klimaeffektene som endringer medfører, er lav.

3.1.1 Strålingsregnskap (albedo)

Albedo, jordas refleksjonsevne mht. kortbølga stråling, avhenger blant annet av vegetasjonen på jordoverflata. Ettersom husdyr på beite kan endre strukturen og artssammensetningen i vegetasjonen (Rekdal & Angeloff, 2021; Speed et al., 2011), vil beitinga påvirke klimapådrivet mht. albedo.

Generelt har granskog med mørk overflate høyere absorpsjon av energi og lavere refleksjon av kortbølga stråling (albedo), sammenliknet f.eks. med lysere løvskoger og åpne arealer med hei og eng (Bright et al., 2014). Områder dekket av lyse lavarter er det vegetasjonsdekte økosystemet som reflekterer mest kortbølga stråling (Finne et al., 2023), men snødekte areal reflekterer enda mer. På grunn av variasjon i snødekket, er ikke effektene av vegetasjon mht. albedo lik i ulike regioner av Norge. Beting i utmark vil derfor også ha ulik effekt i ulike områder og regioner. I lavlandet langs kysten fra Trøndelag til Svenskegrensa, hvor det sjelden er langvarige perioder med snø og skuldersesongene er snøfrie, vil endringer i tre- og busksjiktet ha mindre å si, sammenliknet med områder som er mer snøsikre. Endringer i lavdekket, for eksempel ved for høy beiting med tamrein i kontinentale fjellstrøk, vil derimot sannsynligvis ha stor effekt på refleksjon av kortbølga stråling uavhengig av snødekket, fordi det er om sommeren innstrålingen er høyest.

Husdyras beiting er også betinget av vegetasjonen. Mens de fleste husdyr i utmark beiter noe på løvfellende busker og treslag (f.eks. vier og fjellbjørk), har de omtrent ingen effekt på vintergrønne busker og treslag (f.eks. einer og gran, med unntak av geit). Gjengroing med stedegen bjørk kan f.eks. hindres av husdyr i utmark (Speed et al., 2011). Dette vil ikke være tilfelle ved tilplanting eller gjengroing med gran, selv om storfe i utmark kan skade en andel av trærne i granskog (Hjeljord et al., 2014).

Langbølga strålingstap vil blant annet avhenge av emissiviteten til jordoverflata, som vil variere noe med tettheten og strukturen i vegetasjonen (Hulley et al., 2015). Vegetasjonsendringer kan også påvirke forholdet i strålingstap mellom dagtid og nattestid (Wang et al., 2023).

De kortbølga strålingseffektene av beitedyr i utmark vil oppsummert avhenge av i hvilken grad beitedyra endrer vegetasjonen, både mht. struktur og artssammensetning, samt snøsesongens lengde i området beitedyra er i. Strålingseffektene vil også påvirkes av blant annet dyreslag, dyretetthet, slipp- og sankedato, økosystemets produktivitet, hvilken hevd utmarksbeitene er i, og om arealene er avskoget fra tidligere utmarksbruk.

Kunnskapsstatusen mht. effekt av beitedyr på det kortbølga strålingsregnskapet (albedo) i Norge er lav. Som nevnt innledningsvis har det lenge vært kjent fra ulike studier, at skog i

boreale klimasoner med snørike vintre kan øke strålingspådrivet (f.eks. Bonan et al., 1992), selv om effektenes størrelse er mye diskutert og noen studier peker mot mindre effekter enn det som har vært antatt fra tidligere studier (Bright et al., 2024).

Noe av utfordringen består i å sammenlikne klimapådrivet fra fundamentalt ulike estimatorer for klimapådriv, f.eks. effektene av karbonendringer versus effektene av albedoendringer (se diskusjon i f.eks. Bright & Lund, 2021). Den nye kunnskapen om albedo og skog er nyttig for skogbruket, men bør settes inn i et bredere perspektiv (Aslaksen et al., 2025) og er bare delvis relevant for beiteproblematikken (se kulepunkter innledningsvis) fordi beitepåvirkningen ikke først og fremst har effekt i de grandominerte regionene. Forskning fra andre deler av verden kan heller ikke uten videre overføres til Norge (se f.eks. Schwaab et al., 2015; McGregor et al., 2024), pga. forskjeller i innstråling og klima, ulik vegetasjon og respons på beiting m.m. Forskning mht. husdyras biogeofysiske strålingseffekter i utmark er derfor i stor grad ukjent, selv om vi må kunne anta at effektene er store i relevante økosystemer og deler av landet (de Wit et al., 2013; Cohen et al., 2013; Mooney et al., 2020).

Kunnskapsstatusen er lav fordi det mangler spesifikke studier som:

1. tall- og stedfester husdyras effekter på vegetasjonen i utmark; i ulike regioner, med ulike dyreslag og tettheter, for ulike økosystemer, skiller effekter av husdyr fra vilt og andre skadegjørere, osv.
2. tall- og stedfester de biogeofysiske strålingseffektene av husdyras endringer på økosystemene; i ulike regioner, med ulike endringsforløp i vegetasjonen, osv.
3. inkluderer flere biogeofysiske prosesser (f.eks. latent varmetap og følbart varmetap) og avregner effektene mot biogeokjemiske prosesser (lagring av karbon i jord og vegetasjon)
4. implementerer modeller som gir fulle tilbakekoblinger mellom atmosfære og jordoverflate mht. klimapådriv med beiteffekter inkludert

3.1.2 Latent varmetap gjennom evapotranspirasjon og følbart varmetap

Latent varmetap (LH), energitapet ved faseovergangen fra vann til damp gjennom evaporasjon (E) eller transpirasjon (T), avhenger blant annet av vegetasjonen på jordoverflata (f.eks. Li et al., 2024). Tilsvarende vil følbart varmetap (SH) på dagtid (se nattestid lenger ned), energitapet til omgivelsene f.eks. gjennom konveksjon, avhenge av blant annet vegetasjonen på jordoverflata (Mooney et al., 2020). Ettersom husdyr på beite kan endre strukturen og artssammensetningen i vegetasjonen (Rekdal & Angeloff, 2021; Speed et al., 2011), vil beitinga påvirke klimapådrivet mht. både latent varmetap og følbart varmetap. I dette avsnittet er LH og SH behandlet sammen, fordi de i motsetning til den oppvarmende effekten av vegetasjon fra redusert albedo (positiv tilbakekobling), må antas å ha en avkjølende effekt (negativ tilbakekobling; se f.eks. Rydsaa et al., 2017; Mooney et al., 2020).

Husdyras påvirkning mht. albedo vil, med unntak av endringer i lavdekt mark (Finne et al., 2023), ha størst endringer i klimapådriv om vinteren og sen høst / tidlig vårsesong (pga. snø) (Ramtvedt et al., 2026). Ved at husdyra potensielt bidrar til lavere vegetasjon og åpnere landskap med høyere vinteralbedo, vil klimapådrivet i snødekte regioner resultere i en negativ tilbakekobling om vinteren (jo mer beiting, jo lavere temperatur). Husdyras påvirkning mht. latent varmetap og følbart varmetap, vil ha størst endringer i klimapådriv om sommeren og

tidlig høst /sein vårsesong. Ved at husdyra potensielt bidrar til lavere vegetasjon og åpnere landskap, vil klimapådrivet i vekstsesongen resultere i en positiv tilbakekobling for jordoverflata om sommeren (jo mer beiting, jo høyere temperatur). Det må imidlertid påpekes at latent og følbart varmetap også kan ha negative tilbakekoblinger for energibudsjettet høyere opp i atmosfæren, samt føre til endringer og tilbakekoblinger med skydannelse og nedbør. I tillegg vil følbar varmeoverføring gi positiv energifluks til jordoverflata, når lufta er varmere enn jordoverflata. Det skjer typisk nattestid, under stabile forhold. Antakelig vil husdyras effekt på vegetasjonen påvirke dette også, men totalt sett vil dagtidseffektene (med følbart varmetap fra jordoverflata) dominere.

Generelt vil trær lagre mer vann eller snø midlertidig i kronesjiktet (intersepsjonslageret) i vekstsesongen, sammenliknet med for eksempel kortvokst gras- eller lyngdekt areal (se f.eks. Andreasen et al., 2023; Šípek et al., 2020). Vannet fra intersepsjonslageret vil fordampe (eller sublimere ved snø), og bidra til en lokal nedkjøling av overflaten. Ettersom trærne er høyere enn lavvokst vegetasjon, og fordi vindeffekten mht. evapotranspirasjon grovt sett er en funksjon av høyden på vegetasjonen, vil vindeffektene gi høyere fordampning fra høyere vegetasjon (busker og trær) sammenliknet med lavvokst vegetasjon. Trær har også høyere transpirasjon enn lavvokst vegetasjon, og kan hente vann fra større omkrets og dypere jordlag enn mer lavvokst vegetasjon.

På grunn av variasjon i nedbørfrekvens, nedbørmengde og potensiell evapotranspirasjon, er ikke effektene av vegetasjon mht. latent og følbart varmetap lik i ulike regioner av Norge (se f.eks. Erlandsen et al., 2021). Beting i utmark vil derfor også ha ulik effekt i ulike områder og regioner.

Kunnskapsstatusen mht. beitedyr sin effekt på latent og følbart varmetap i Norge er lav. Som nevnt er det overveiende sannsynlig at beitedyras endringer i vegetasjonsdekket vil påvirke fluksene av både latent og følbart varmetap, men hvor store disse effektene vil være er foreløpig ukjent.

Noe av utfordringen består i manglende referanseverdier med høy oppløsning, store regionale forskjeller, samt interaksjoner og tilbakekoblinger med endringer i skydekke og nedbør. Forskning fra andre deler av verden kan heller ikke uten videre overføres til Norge (se f.eks. Lin et al., 2022), pga. forskjeller i nedbør, innstråling, temperatur og vind, ulik vegetasjon og respons på beiting m.m. Forskning mht. husdyras biogeofysiske effekter av latent og følbart varmetap i utmark er derfor i stor grad ukjent, selv om vi må kunne anta at effektene er store i relevante økosystemer og deler av landet (Rydsaa et al., 2017; Mooney et al., 2020).

Kunnskapsstatusen er lav fordi det mangler spesifikke studier som:

1. tall- og stedfester husdyras effekter på vegetasjonen i utmark; i ulike regioner, med ulike dyreslag og tettheter, for ulike økosystemer, skiller effekter av husdyr fra vilt og andre skadegjørere, osv.
2. tall- og stedfester de biogeofysiske effektene av latent og følbart varmetap som konsekvens av husdyras endringer på økosystemene; i ulike regioner, med ulike endringsforløp i vegetasjonen, osv.
3. inkluderer flere biogeofysiske prosesser (f.eks. albedo) og avregner effektene mot biogeokjemiske prosesser (lagring av karbon i jord og vegetasjon).
4. implementerer modeller som gir fulle tilbakekoblinger mellom atmosfære og jordoverflate mht. klimapådriv med beiteffekter inkludert.

Oppsummering om albedoeffekten

Albedo, jordas refleksjonsevne mht. kortbølga stråling, avhenger blant annet av vegetasjonen på jordoverflata. Ettersom husdyr på beite kan endre strukturen og artssammensetningen i vegetasjonen), vil beitinga påvirke klimapådrivet mht. albedo.

Generelt har granskog med mørk overflate høyere absorpsjon av energi og lavere refleksjon av kortbølga stråling (albedo), sammenliknet f.eks. med lysere løvskoger og åpne arealer med hei og eng. Områder dekket av lyse lavarter er det vegetasjonsdekte økosystemet som reflekterer mest kortbølga stråling, men i naturen reflekterer snødekte areal enda mer.

Arbeidet med å redusere klimagassutslipp og øke karbonopptak handler i bunn og grunn om å forhindre global oppvarming gjennom tiltak innen det som kalles biogeokjemi. Global oppvarming påvirkes også av biogeofysiske forhold som beitedyr også kan være med å påvirke, det er her diskusjonen om albedoeffekten kommer inn.

Vi vet lite, og det er vanskelig å si noe generelt om beitedyras påvirkning på albedoeffekten, fordi det mangler relevant forskning. Det er også vanskelig å trekke generelle konklusjoner fra eksisterende forskningen, blant annet fordi det mangler regionale studier som inkluderer beitedyras effekter på vegetasjonen, samt hele energiregnskapet og tilbakekoblinger mellom vegetasjonen og atmosfæren.

Prosjekter - albedoeffekten

Avslutta per 1. mars 2026
Bright et al (2024). Relevance of surface albedo to forestry policy in high latitude and altitude regions may be overvalued
Li et al (2024): Influence of grazing management strategy and data time scales on estimates of sensible heat flux in grasslands
McGregor et al (2024). Grassland albedo as a nature-based climate prospect: The role of growth form and grazing
Aslaksen et al (2025): Afforestation on Nordic grasslands: Trade-offs and synergies for climate mitigation, biodiversity, and ecosystem services
Svensson, A. & Dalen, L.S. (2025): Bærekraftig skogbruk i Norge. https://www.skogbruk.nibio.no/
Ramtvedt et al (2026): Greater increase in surface albedo following clear-cutting than wildfire in pine dominated northern Swedish boreal forests

4 Diskusjon

4.1 Mulige forbedringer av klimagassregnskapet

I kapittel 2 og 3 har vi beskrevet hvorvidt effekter av beite kan identifiseres i klimagassregnskapet i dag, og gjort noen vurderinger av hva som skal til for å bedre reflektere utslipp og opptak relatert til beitebruk. Som beskrevet innledningsvis er det ikke etablert metodikk for å ta hensyn til biogeofysiske effekter i de nasjonale klimagassregnskapene.

Det er kun for utslipp fra husdyrgjødsel i jordbrukssektoren og utslipp fra arealbruksendringer i kategorien «Aktivt beita innmark» i arealbrukssektoren at beiting kan identifiseres direkte i det nasjonale klimagassregnskapet i dag. To problemstillinger som er diskutert i rapporten er muligheter for å ta hensyn til beiteperiode ved beregning av metanutslipp fra dyras fordøyelse, og beitingas betydning for jordkarbon i utmark. I begge tilfeller er konklusjonen at det trengs langt flere studier under norske forhold for å utvikle utslippsfaktorene. I tillegg trengs det aktivitetsdata om hhv. husdyras fôropptak på beite og beitetrykk i utmark, noe som både er metodisk og ressursmessig krevende. De få norske studiene som er gjort så langt antyder at beiting (på fulldyrka jord) kan ha en positiv, men liten, effekt på enteriske metanutslipp, mens når det gjelder sammenheng mellom beitetrykk og jordkarbon i utmark er resultatene mer sprikende. Det vil være svært ressurskrevende å gjennomføre den mengden studier som må til for å få bedre dokumentasjon og å sikre gode aktivitetsdata.

For mer detaljere vurderinger viser vi til de nevnte kapitlene.

4.2 Samlet vurdering av de ulike klimaeffektene

I klimagassregnskapet er det først og fremst i arealbrukssektoren at beiting har vesentlig betydning. Utslipp og opptak påvirkes både av arealbruksendring (arealer gjøres om til beite), og fra beitebruken (eksisterende beitearealer). I perioden 2019 til 2023 var utslippene fra avskoging til innmarksbeite i snitt på drøyt 400 000 tonn CO_2 i året. Det er også utslipp fra innmarksbeiter på drenert myr, i snitt 70 000 tonn CO_2 i året i denne perioden. Siden 2020 har det vært forbudt å dyrke opp nye myrarealer, men utslipp fra allerede drenerte myrer vil fortsette å ha utslipp. Det er dessuten fortsatt mulig å nydyrke i særlig tilfeller.

I jordbrukssektoren er enterisk metan og utslipp fra husdyrgjødsel viktige utslippskilder. Selv om de få norske studiene som er gjennomført antyder noe lavere utslipp fra melkeku på godt beite på fulldyrka jord, og utslippene fra husdyrgjødsel også reduseres noe når den avsettes på beite, vil dette bare i begrenset grad bidra til å redusere de totale utslippene. Samtidig må det understrekes at klimaeffekt handler om oppvarming eller nedkjøling av atmosfæren, og fordi metan er en kortlevd klimagass, vil stabile utslipp av metan fra husdyr ikke føre til *økende* oppvarming på lang sikt. Dette hensyntas ikke i klimagassregnskapet i dag.

Beitedyr kan påvirke albedo, noe som kan gi en avkjølende effekt, men det er vanskelig å trekke generelle konklusjoner da det mangler regionale studier som inkluderer beitedyras påvirkning på vegetasjonen. For netto effekt for klima må en se den nedkjølende effekten opp mot den karbonlagringen som kunne vært der dersom arealet hadde blitt opprettholdt som eller plantet til med skog.

Økt fôropptak på beite vil redusere behovet for fôrproduksjon noe. Denne besparelsen vil være størst når beitingen foregår på utmarksbeite eller ekstensive innmarksbeiter, og minst ved beiting på areal som gjødsles og jordarbeides. De totale effektene i det nasjonale klimagassregnskapet er uansett relativt små.

Samtidig vil beiting på utmarksbeite eller ekstensivt innmarksbeite gi lavere gjennomsnittlig fôropptak per dag, sammenlignet med om dyra beiter for eksempel på fulldyrka beite, fôres i luftegård/innomhus eller går på et godt innmarksbeite. Ekstensive beiter vil gi en lavere tilvekst/melkeavdrått, og beitedyra vil da bruke en større andel av fôret til vedlikehold. Metanutslipp per kilo produkt vil da kunne bli høyere. Likevel er ekstensive beiter godt egnet til sinkyr, ungdyr, kastrater, lette ammekuraser og sau.

Samlet sett kan man altså si at klimavirkningene av beiting vil variere mye ut fra hvilke arealer dyrene beiter på.

Se også tabellen i sammendraget innledningsvis i rapporten.

4.3 Virkemidler for endret beitepraksis

Uavhengig av hvordan beite blir beregnet i klimagassregnskapet og om det er grunnlag for å forbedre metodikken for hvordan beiting gjenspeiles, kan det være aktuelt å gjøre tilpasninger i beitepraksis, for økt måloppnåelse av de landbrukspolitiske målene, inkludert mer klimavennlig beiting.

4.3.1 Dagens virkemiddelbruk

Det er en rekke virkemidler knyttet til å stimulere til beiting, og det har vær en betydelig økning i budsjettene til de økonomiske virkemidlene over jordbruksavtalen de siste fem årene. Det har ikke vært mulig innenfor oppdragets ramme å gjøre noen omfattende virkemiddelvurderinger. Vi har allikevel valgt å ta med en oversikt over lovkrav, driftstilskudd og investeringstilskudd som direkte regulerer eller stimulerer til beitebruk i Norge. Disse er vist i tabell 10 og tabell 11. Dette må ses i sammenheng med de øvrige rammevilkårene for drøvtyggerproduksjon spesielt og jordbruksproduksjon generelt. Dette omfatter blant annet jordbruksavtalens øvrige tilskudd og andre ordninger, lover og forskrifter, markedsforhold, økonomien i produksjonene, rekruttering og rovviltforvaltning.

Det kan for eksempel trekkes frem at rovviltforvaltningen er geografisk differensiert, som vil si at det er definert områder hvor man ønsker at rovvilt skal etablere seg, og dette har vært og er en viktig faktor som påvirker mulighetene for beitebruk i utmark i en del regioner. Andre utfordringer som særlig gjelder i utmarka og som vil variere fra sted til sted er konflikter rundt beiterett og gjerdehold, skogbruk, hyttebygging, infrastruktur og ulike typer fritidsbruk.

En viktig del av den norske jordbruksmodellen er også at jordbruksavtalen bidrar til finansiering av forskning, avlsarbeid, rådgiving og annen type kunnskapsdeling og nettverk, som på ulike måter støtter opp under utviklingen i beitenæringene.

Tabell 10: Oversikt over juridiske virkemidler som direkte regulerer eller stimulerer til beitebruk i Norge. I tillegg kommer en rekke tilskudd og andre ordninger rettet generelt mot hold av drøvtyggere.

	Virkemiddel	Beskrivelse
Lovkrav	Beiteloven	Regler om ansvar for husdyr på beite.
	Gjerdeloven	Bestemmelser om hvem som har ansvar for å sette opp og vedlikeholde gjerder.
	Forskrift om hold av storfe §10 Mosjon og beite	Beitekrav storfe i båsfjøs: Min. 16 uker i sone 1-4 og min. 12 uker i sone 5-7. Beitekrav storfe i løsdrift: Min. 8 uker. Dersom fjøset er bygget før 1.1.14 og egnet beite ikke er tilgjengelig, kan kravet innfris med luftegård. Gjelder ikke ukastrerte okser eldre enn seks måneder.
	Forskrift om velferd for småfe Kapittel V. Beitebruk	Beitekrav min. 16 uker, med mindre klimatiske eller andre dyrevernmessige forhold er til hinder.
	Hanndyrloven	Værer og bukker født før 15. april samme år og okser eldre enn 6 måneder kan ikke beite sammen med andre dyr, og må holdes forsvarlig inngjerdet dersom de skal være på beite.
	Avskogingsforordningen	
	Forskrift om nydyrking	Nydyrking av myr ble forbudt 2.6.20. Kommunen kan gi dispensasjon når grunneier mister andre produksjonsarealer til offentlig utbygging, der grunneiers eneste dyrkingsressurs er myr, eller for å ivareta særskilte produksjoner i myr på fjellgrunn.

Tabell 11: Oversikt over økonomiske virkemidler som direkte regulerer eller stimulerer til beitebruk i Norge. I tillegg kommer en rekke tilskudd og andre ordninger rettet generelt mot hold av drøvtyggere.

	Beskrivelse
Driftstilskudd	Tilskuddene beregnes ved å gange størrelsen på arealet (målt i dekar) med satser fastsatt i jordbruksoppgjøret.
	Tilskuddene beregnes ved å gange antall dyr med satser fastsatt i jordbruksoppgjøret. Utmarksbeitetilskudd: Min. 5 uker. Beitetilskudd: Min. 16 uker i sone 1-4 og min. 12 uker i sone 5-7.
	Beitelag kan få tilskudd til drift, det vil si til beiteslipp, tilsyn og sanking av dyr. Tilskuddet kan ikke fordeles på de enkelte medlemmene i beitelaget. Utmåles per dyr sluppet på utmarksbeite.
	Inkluderer også innmarksbeite. Utmåles per dekar, ulik sats for helningsgrad (1:3 eller 1:5). Jf. jordbruksavtale 2018 skal alle fylker tilby tilskudd, med unntak av Østfold, Akershus, Vestfold, Finnmark.
	Utmåles per seter eller deltaker i fellesseter.
	§6 Beiting av verdifulle jordbrukslandskap i innmark, §7 Beiting av verdifulle jordbrukslandskap i utmark, §9 Skjøtsel av åkerholmer og gårdsdammer, §11 Beiting av kystlynghei, §13 Skjøtsel av biologisk verdifulle arealer, §14 Skjøtsel av trua naturtyper. Skjøtsel = slått eller beite.
Investerings-tilskudd	Tilskudd til investeringer i faste installasjoner (f.eks. sankebinger), elektronisk overvåkingsutstyr (inkl. virtuelle gjerder) og planleggings- og tilretteleggingsprosjekter. I hovedsak beitelag som kan søke. Gjelder utmark.
	Tilskudd til investering i tiltak som bidrar til miljøgoder eller redusert forurensning, utover det som kan forventes gjennom vanlig jordbruksdrift.

4.3.2 Fremtidig virkemiddelbruk for endret beitepraksis

Beitesesongen i Norge er forholdsvis kort, noe som begrenser beite som mulig fôrkilde. De bakenforliggende forholdene som påvirker beitepraksis er mange og sammensatte. Det er et omfattende sett av tilskuddordninger, krav og andre virkemidler som har betydning for bondens tilpasninger. Endrede eller nye virkemidler for endret beitepraksis må vurderes i en helhet og i sammenheng med andre landbrukspolitiske mål. For eksempel kan rydding av skog til beite i nærheten av fjøset gi mer effektiv drift og enklere tilsyn for bonden, mens det av hensyn til klimagassutslipp, biologisk mangfold og kulturlandskap kan være fordelaktig å heller frakte dyrene til ledige innmarksbeiter på jordbrukseiendommer der husdyrholdet er avviklet.

Landbruksdirektoratet utredet i 2021 mulige forbedringer av virkemidler med sikte på økt produksjon og bruk av norsk fôr, og vi vil vise til denne for grundigere kunnskapssammenstilling og virkemiddelvurderinger knyttet til både beite og øvrig grovfôrproduksjon. Her er vurderingene rundt beitebruk primært rettet mot hvordan mer og bedre grovfôr kan bidra til å øke norskandelen, og klimahensyn er ikke et hovedanliggende i denne rapporten. Landbruksdirektoratet vurderte at mulighetene for å øke fôropptaket fra beite særlig vil gjelde melkeku og øvrig storfe, enten ved at en større andel av dyra slippes på beite, eller ved at oppholdstid per døgn økes. Hvor potensialet for beiting er størst i dag, har ikke vært sentralt i vårt oppdrag, men er likevel sentralt i vurdering av virkemiddelbruken fremover.

I vårt arbeid konsentrerer vi oss om noen konkrete problemstillinger som kan vurderes nærmere i fremtidig utvikling av virkemiddelbruk for både økonomisk, økologisk og sosial bærekraftig beitepraksis, med utgangspunkt i den kunnskapen om klimavirkninger av beite som er belyst i vårt arbeid.

4.3.2.1 Avskoging og gjengroing av innmarksbeiteareal

Denne gjennomgangen har vist at avskoging til innmarksbeiter gir betydelige utslag i klimagassregnskapet. En betydelig andel av tidligere etablerte innmarksbeiter ikke er i bruk i dag. Ser man på utviklingen i innmarksbeiteareal det søkes produksjonstilskudd for i perioden 2010 til 2025, så har totalt innmarksbeiteareal imidlertid holdt seg forholdsvis stabilt de siste 15 årene. Det har innenfor rammene av dette prosjektet ikke vært mulig å se nærmere på hvordan disse arealene brukes og i hvor stort omfang det bak dette forholdsvis stabile arealet skjuler seg betydelig utskifting av innmarksbeitearealer i form av at gamle innmarksbeitearealer går ut av produksjon og gror igjen, samtidig som det avskoges og etableres nye.

At gamle innmarksbeitearealer ikke brukes, mens det samtidig ryddes nye arealer kan forklares med at det skjer endringer i drifta, og at det i praksis blir krevende for gårdbrukeren å bruke de eksisterende innmarksbeitearealene. Strukturutviklingen i jordbruket i retning av større bruksenheter gjør at det tidligere driftsopplegget for beitinga ikke lenger er funksjonell og logistikken knyttet til bruk av innmarksbeiter på jordbrukseiendommer der husdyrholdet er avviklet blir mer krevende. Ved investeringer i fjøs settes det nye fjøset i en del tilfeller opp på et annet sted på eiendommen enn der fjøset lå opprinnelig (inkludert bygging på utskilte tomter) og dette kan også gjøre at tilgangen til eksisterende innmarksbeiter blir endret. Fortsatt bruk av innmarksbeitearealene vil kunne kreve transport av dyra, i en del tilfeller til

små og spredte arealer, mens nyrydding av beite på arealer i nærheten av fjøset altså vil gi mer rasjonell drift.

Av rene klimahensyn vil det, når vi ser at innmarksbeitearealer går ut i drift samtidig som det ryddes skog for etablering av nye innmarksbeitearealer, være fornuftig å stimulere til bruk av eksisterende innmarksbeiter istedenfor å rydde nye. Avskogingsforordningen som trer i kraft i EU i 2026/27 og delvis skal tas inn i norsk rett vil sette restriksjoner på omsetning av tømmer og storfehuder fra arealer som er avskoget til beiteformål etter 2020. I hvor stor grad dette vil påvirke omfanget av fremtidig avskoging til beite, er usikkert, men er et viktig element å ha med i vurderinger av fremtidig virkemiddelbruk.

4.3.2.2 Økt og mer målretta beitebruk for melkekyr

Norske forsøk med melkeku tyder på at godt beite på fulldyrka jord bidrar til noe lavere utslipp av enterisk metan i beiteperioden. Det er i hovedsak for melkeku at det er potensial for lengre beiteperiode (utover lovkravet), mens sau og ammeku allerede har en lang beitesesong. Ut fra det som har fremkommet i vårt arbeid, bør det også ses på om det kan være hensiktsmessig med sterkere insentiver spesielt rettet mot økt beiting for melkekyr utover lovkravet.

I perioden 2000 til 2025 er antall melkekyr redusert med 93 000 mordyr, mens antall ammekyr har økt med 65 000 mordyr. Samlet er antall mordyr av storfe redusert med 7,7 prosent. Utviklingen i ytelse i melkeproduksjonen og et tilsvarende redusert behov for antall kyr som produserer melk, har gitt grunnlag for veksten i ammekyr for å dekke etterspørselen etter kjøtt. Denne utviklingen har også påvirket bruken av beitearealene. Ammekyrne går i større grad på utmarksbeite, mens melkekyrne må være i nærheten av fjøset for å kunne melkes og de er avhengig av god beitekvalitet for å holde oppe en høy melkeproduksjon.

I 2024 var 44 prosent av melkebesetningene båsfjøs, og andelen løsdriftsfjøs øker sakte men sikkert. Dette gjør det ekstra viktig å ha oppmerksomhet på barrierene for beitebruk for produsenter som bygger nytt og legger om produksjonen, og en virkemiddelbruk som balanserer de ulike målsetningene og gir de riktige insentivene.

Beiting på utmarksbeite eller ekstensivt innmarksbeite må forventes å gi lavere gjennomsnittlig fôropptak per dag og dermed lavere tilvekst/melkeavdrått. En større andel av fôret vil dermed gå til vedlikehold slik at metanutslipp per kilo produkt kan bli høyere sammenlignet med når dyra er innomhus eller på godt innmarksbeite. Med andre ord så er det ikke uvesentlig for klimaeffekten hvilke arealer dyrene beiter på. Likevel er ekstensive beiter godt egnet til melkekyr i den perioden av året de ikke melker (sinkyr).

Selv om utslipp per produsert enhet kan være noe høyere knyttet til bruk av utmarksbeite eller ekstensive innmarksbeiter, er disse arealene viktige for biologisk mangfold og andre natur- og kulturlandskapsverdier i jordbruket. Når det gjelder politiske mål om økt selvforsyning, matvareberedskap og landbruk over hele landet kan det argumenteres for at man må holde jordbruksareal i drift og utnytte ressursene i utmarka, og dette vil nødvendigvis innebære ulike nivåer av klimagassutslipp per produsert enhet melk og kjøtt.

4.3.2.3 Mulige virkemidler

Som sagt har vi i dette oppdraget hatt begrenset med kapasitet til å utrede virkemiddelbruken. Noen aktuelle virkemidler som er relevante er imidlertid de nasjonale og regionale beitetilskuddene. Det har vært en betydelig økning i størrelsen på de nasjonale beite- og utmarksbeitetilskuddene de siste fem årene, men utover satsøkninger har det i liten grad blitt gjort justeringer for å bruke tilskuddene til å målrette beitepraksisen. I 2027 skal Landbruksdirektoratet rullere nasjonal instruks for regionale miljøtilskudd. Dette kan være en av flere muligheter til å vurdere hvordan virkemidler kan stimulere til økt bruk av eksisterende innmarksbeiter fremfor avskoging til innmarksbeite, samt økt beiting for melkekyr.

Bilde: Kvit norsk spælsau på beite. Foto: Anita Land, NIBIO

Litteraturliste

Ahlstrøm, A. P., Bjørkelo, K., & Fadnes, K. (2019). AR5 klassifikasjonssystem: Klassifisering av arealressurser (NIBIO Bok 5(5)). NIBIO.

Andreasen, M., Christiansen, J. R., Sonnenborg, T. O., Stisen, S., & Looms, M. C. (2023). Seasonal dynamics of canopy interception loss within a deciduous and coniferous forest. Hydrological Processes, 37(4), e14828. https://doi.org/10.1002/hyp.14828

Aslaksen, I., Bryn, A., Clemmensen, K., de Wit, H., Emanuelsson, U., Garnåsjordet, P.A., Glomsrød, S., Graesse, M., Grimsrud, K., Gudmundsson, J., Hillestad, M.E., Holtsmark, B., Iversen, E.K., Kardol, P., Kumm, K-I., Lennartsson, T., Lindhjem, H., Norderhaug, A., Palme, U., Stendahl, J. & Thorhallsdottir, A.G. (2025): Afforestation on Nordic grasslands: Trade-offs and synergies for climate mitigation, biodiversity, and ecosystem services. Global Environmental Change Advances 4: 100015. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2950138525000038

Austrheim, G., Martinsen, V., Mulder, J., Mysterud, A., & Speed, J. D. M. (2014). Experimental effects of herbivore density on aboveground plant biomass in an alpine grassland ecosystem. Arctic, Antarctic, and Alpine Research, 46(3), 535–541.

Austrheim, G., Speed, J. D. M., Evju, M., Hester, A., Holand, Ø., Loe, L. E., Martinsen, V., Mobæk, R., Mulder, J., Steen, H., Thompson, D. B. A., & Mysterud, A. (2016).
Synergies and trade-offs between ecosystem services in an alpine ecosystem grazed by sheep: An experimental approach. Basic and Applied Ecology, 17(7), 596–608.
https://doi.org/10.1016/j.baae.2016.06.003

Bai, Y., & Cotrufo, M. F. (2022). Grassland soil carbon sequestration: Current understanding, challenges, and solutions. Science, 377(6606), 603–608.

Bakken, A. K., Daugstad, K., Johansen, A., Hjelkrem, A. G. R., Fystro, G., Strømman, A. H., & Korsaeth, A. (2017). Environmental impacts along intensity gradients in Norwegian dairy production as evaluated by life cycle assessments. Agricultural Systems, 158, 50–60.
https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.09.001

Bárcena, T. G., Dalsgaard, L., Strand, L. T., Mohr, C. W., Bjørkelo, K., Eriksen, R., & Søgaard, G. (2021). A tier 1 methodology for estimating changes in soil organic carbon after land use change on mineral soil. NIBIO Rapport, 7(49).

Belanche, A., Hristov, A. N., van Lingen, H. J., Denman, S. E., Kebreab, E., Schwarm, A., Kreuzer, M., Niu, M., Eugène, M., Niderkorn, V., Martin, C., Archimède, H., McGee, M., Reynolds, C. K., Crompton, L. A., Bayat, A. R., Yu, Z., Bannink, A., Dijkstra, J., Chaves, A. V., Clark, H., Muetzel, S., Lind, V., Moorby, J. M., Rooke, J. A., Aubry, A., Antezana, W., Wang, M., Hegarty, R., Hutton Oddy, V., Hill, J., Vercoe, P. E., Savian, J. V., Abdalla, A. L., Soltan, Y. A., Gomes Monteiro, A. L., Ku-Vera, J. C., Jaurena, G., Gómez-Bravo, C. A., Mayorga, O. L., Congio, G. F. S., & Yáñez-Ruiz, D. R. (2023).
Prediction of enteric methane emissions by sheep using an intercontinental database. Journal of Cleaner Production, 384, 135523. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.135523

Bonan, G., Pollard, D., & Thompson, S. (1992). Effects of boreal forest vegetation on global climate. Nature, 359, 716–718. https://doi.org/10.1038/359716a0

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. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2012.12.016

Brachmann, C. G., Vowles, T., Rinnan, R., Björkman, M. P., Ekberg, A., & Björk, R. (2023). Herbivore–shrub interactions influence ecosystem respiration and biogenic volatile organic compound composition in the subarctic. Biogeosciences, 20, 4069–4086. https://doi.org/10.5194/bg-20-4069-2023

Breidenbach, J., Eiter, S., Eriksen, R., Bjørkelo, K., Taff, G. N., Søgaard, G., Tomter, S., Dalsgaard, L., Granhus, A., & Astrup, R. (2017). Analyse av størrelse, årsaker til og reduksjonsmuligheter for avskoging i Norge. NIBIO-rapport, 3(152).

Bright, R. M., Antón-Fernández, C., Astrup, R., Cherubini, F., Kvalevåg, M., & Strømman, A. H. (2014). Climate change implications of shifting forest management strategy in a boreal forest ecosystem of Norway. Global Change Biology, 20, 607–621. https://doi.org/10.1111/gcb.12451

Bright, R. M., Eisner, S., Lund, M. T., Majasalmi, T., Myhre, G., & Astrup, R. (2018). Inferring surface albedo prediction error linked to forest structure at high latitudes. Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 123(10), 4910-4925.

Bright R.M., Allen M., Antón-Fernández C., et al. (2020) Evaluating the terrestrial carbon dioxide removal potential of improved forest management and accelerated forest conversion in Norway. Glob Change Biol; 26: 5087–5105. https://doi.org/10.1111/gcb.15228

Bright, R. M., & Lund, M. T. (2021). CO_2-equivalence metrics for surface albedo change based on the radiative forcing concept: A critical review. Atmospheric Chemistry and Physics, 21, 9887–9907. https://doi.org/10.5194/acp-21-9887-2021

Bright, R. M., Cattaneo, N., Antón-Fernández, C., Eisner, S., & Astrup, R. (2024). Relevance of surface albedo to forestry policy in high latitude and altitude regions may be overvalued. Environmental Research Letters, 19, 094023. https://doi.org/10.1088/1748-9326/ad657e

Bryn, A., Dourojeanni, P., Hemsing, L. Ø., & O'Donnel, S. (2013). A high-resolution GIS null model of potential forest expansion following land use changes in Norway. Scandinavian Journal of Forest Research, 28(1), 81–98. https://doi.org/10.1080/02827581.2012.689005

Bryn, A., & Flø, B. E. (2013). Grana redder ikke klimaet. Klassekampen, p. 14. 2013, October 7

Cai, Y., Chang, S. X., & Cheng, Y. (2017). Greenhouse gas emissions from excreta patches of grazing animals and their mitigation strategies. Earth-Science Reviews, 171, 44–57.

Carbon Limits & Miljødirektoratet (2021) Methane emissions from enteric fermentation in Norwegian agriculture, rapport nr. M-2123, 49 s.

Chen, L., Brask, M. J., Sembach, L., Thorup, V. M., & Østergaard, S. (2025). Assessing the carbon footprint of converting confinement dairy production to seasonal grazing in a dairy herd: A scenario study. Livestock Science, 105881. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2025.105881

Cohen, J., Pulliainen, J., Ménard, C. B., Johansen, B., Oksanen, L., Luojus, K., & Ikonen, J. (2013). Effect of reindeer grazing on snowmelt, albedo and energy balance based on satellite data analyses. Remote Sensing of Environment, 135, 107–117. https://doi.org/10.1016/j.rse.2013.03.029

Dall-Orsoletta, A. C., Almeida, J. G. R., Carvalho, P. C. F., Savian, J. V., & Ribeiro Filho, H. M. N. (2016). Ryegrass pasture combined with partial total mixed ration reduces enteric methane emissions and maintains the performance of dairy cows during mid to late lactation. Journal of Dairy Science, 99(6), 4374–4383.

de Wit, H., Bryn, A., Hofgaard, A., Karstensen, J., Kvalevåg, M., & Peters, G. (2013). Climate warming feedback from mountain birch forest expansion: Reduced albedo dominates carbon uptake. Global Change Biology, 20, 2344–2355. https://doi.org/10.1111/gcb.12483

EIP-AGRI Focus Group. (2018). Grazing for carbon: Final report. EU CAP Network. https://eu-cap-network.ec.europa.eu/publications/eip-agri-focus-group-grazing-carbon-final-report_en

Erlandsen, H. B., Beldring, S., Eisner, S., Hisdal, H., Huang, S., & Tallaksen, L. M. (2021). Constraining the HBV model for robust water balance assessments in a cold climate. Hydrology Research, 52(2), 356–372. https://doi.org/10.2166/nh.2021.132

European Environment Agency. (2023). EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2023 (EEA Report No. 06/2023). https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/emep-eea-guidebook-2023

Finne, E. A., Bjerke, J. W., Erlandsson, R., Tømmervik, H., Stordal, F., & Tallaksen, L. M. (2023). Variation in albedo and other vegetation characteristics in non-forested northern ecosystems: The role of lichens and mosses. Environmental Research Letters, 18, 074038. https://doi.org/10.1088/1748-9326/ace06

Forster, P., Storelvmo, T., Armour, K., Collins, W., Dufresne, J.-L., Frame, D., Lunt, D.J., Mauritsen, T., Palmer, M.D., Watanabe, M., Wild, M. & Zhang, H. (2021): The Earth's Energy Budget, Climate Feedbacks, and Climate Sensitivity. In Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 923–1054. https://doi.org/10.1017/9781009157896.009

Grønlund, A., de Zarruk, K. K., Rasse, D.P., 2010. Klimatiltak i jordbruket – binding av karbon i jordbruksjord. Bioforsk Rapport Vol. 5 Nr. 5

Haarsaker, V., & Thuen, A. E. (2019). Metodikk for beregning av utslipp av enterisk metan fra sau (24 s.). AgriAnalyse.

Hammond, K.J., Crompton, L.A., Bannink, A., Dijkstra, J., Yáñez-Ruiz, D.R., O'Kiely, P., Kebreab, E., Eugène, M.A., Yu, Z., Shingfield, K.J., Schwarm, A., Hristov, A.N. & Reynolds, C.K. (2016). Review of current in vivo measurement techniques for quantifying enteric methane emission from ruminants. Animal Feed Science and Technology, 219:13–30. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.05.018

Haugland, H., Anfinnsen, B., Aasen, H., Løbersli, E., Selboe, O.-K., Terum, T., … Hanssen, K. H. (2013). Planting av skog på nye arealer som klimatiltak – egnede arealer og miljøkriterier (M26-2013). Miljødirektoratet, Statens landbruksforvaltning og Norsk institutt for skog og landskap.

Hjeljord, O., Histøl, T., & Wam, H. K. (2014). Forest pasturing of livestock in Norway: Effects on spruce regeneration. Journal of Forestry Research, 25, 941–945. https://doi.org/10.1007/s11676-014-0487-5

Hillestad, M. E., Thorhallsdottir, A. G., Gudmundsson, J., & Norderhaug, A. (2023). Kan fjellandbruket bidra til biologisk mangfold, og fangst og lagring av karbon i jord? AgriAnalyse Rapport, 7–2023.

https://www.agrianalyse.no/publikasjoner/kan-fjellandbruket-bidra-til-biologisk-mangfold-og-fangst-og-lagring-av-karbon-i-jord-article1519-856.html

Hulley, G.C., Hook, S.J., Abbott, E., Malakar, N., Islam, T. & Abrams, M. (2015): The ASTER Global Emissivity Dataset (ASTER GED): Mapping Earth's emissivity at 100 meters spatial scale. Geophysical Research Letters 42: 7966–7976, https://doi.org/10.1002/2015GL065564

Hristov, A. N., Oh, J., Firkins, J. L., Dijkstra, J., Kebreab, E., Waghorn, G., Makkar, H. P. S., Adesogan, A. T., Yang, W., Lee, W., Gerber, P. J., Henderson, B., & Tricarico, J. M. (2013).
Special topics—Mitigation of methane and nitrous oxide emissions from animal operations: I. A review of enteric methane mitigation options. Journal of Animal Science, 91(11), 5045–5069. https://doi.org/10.2527/jas.2013-6583

IPCC. (2006). 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories (H. S. Eggleston, L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara, & K. Tanabe, Eds.). IGES.

IPCC. (2019). 2019 refinement to the 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories (E. Calvo Buendia, K. Tanabe, A. Kranjc, J. Baasansuren, M. Fukuda, Eds.). IPCC.

IPCC. (2021). Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC.

Jaramillo, D. M., Bauman, L. M., Ogden, R. O., Akins, M. S., & Kalscheur, K. F. (2025). Dosing and fecal sample collection effects on the estimates of intake using n-alkanes as markers. Journal of Animal Science, 103. https://doi.org/10.1093/jas/skaf106

Jayanegara, A., Leiber, F., & Kreuzer, M. (2012). Meta-analysis of the relationship between dietary tannin level and methane formation in ruminants from in vivo and in vitro experiments. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 96(3), 365–375. https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.2011.01172.x

Johansen, A., & Hjelkrem, A. G. R. (2018). Livsløpsanalyser av norsk svineproduksjon med og utan heimeprodusert grassaft som fôr. NIBIO Rapport, 4(103).

Klootwijk, C., Koning, L., Holshof, G., Klop, A., & Zom, R. (2021). Enterische methaanemissie van melkvee in relatie tot (vers) graskwaliteit: Jaarrapport 1: 2020: Resultaten eerste jaar (2020) van een meerjarige beweidingsproef naar methaanemissie bij weidegang, zomerstalvoedering en graskuil. Rapport / Wageningen Livestock Research; Nr. 1342. https://doi.org/10.18174/556029

Knudsen, M. T., Hermansen, J. E., Cederberg, C., Herzog, F., Vale, J., Jeanneret, P., Sarthou, J. P., Friedel, J. K., Balázs, K., Fjellstad, W., Kainz, M., Wolfrum, S., & Dennis, P. (2017). Characterization factors for land use impacts on biodiversity in life cycle assessment based on direct measures of plant species richness in European farmland in the 'Temperate Broadleaf and Mixed Forest' biome. Science of the Total Environment, 580, 358–366. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.11.172

Koesling, M., Škibin, A., Štukelj, M., & Grøva, L. (2024). LCA unveils positive contribution from traditional sheep-farming. In M. Núñez (Ed.), Book of abstracts of the 14th International Conference on Life Cycle Assessment of Food (LCA Food 2024) (pp. 70–72).
https://www.lcafood2024.com/programme/book-of-abstracts

Koesling, M., Hansen, K. N. J., Hansen, S., & Steinshamn, H. (2025). Environmental impact and economic performance of Norwegian dairy farms. Science of the Total Environment, 981, 179609. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2025.179609

Landbruks- og matdepartementet (2025) Prop. 149 S (2024–2025). Endringer i statsbudsjettet 2025 under Landbruks- og matdepartementet (Jordbruksoppgjøret 2025)

Landbruksdirektoratet. (2026). Produksjonstilskudd og avløsertilskudd – søkeveiledning: Dyr på beite. https://www.landbruksdirektoratet.no/

Lardy, Q., Kismul, H., Nyamuryekung'e, S., Sandvik, J., Hetta, M., Ramin, M., & Lind, V. (2025). Milk production and methane emissions in dairy cows on production or exercise pastures with an automatic milking system. Journal of Dairy Science, 108(9), 9802–9812.

Lardy, Q., Ramin, M., Hetta, M., Jørgensen, G. H. M., & Lind, V. (2024). Predicted methane production from Italian ryegrass pastures with contrasting chemical composition under sheep grazing in Northern Norway. JSFA Reports, 4(8), 316–322.

Lardy, Q., Ramin, M., Lind, V., Jørgensen, G., Höglind, M., Ternman, E., & Hetta, M. (2023). Effects of daytime or night-time grazing on animal performance, diurnal behaviour and enteric methane emissions from dairy cows at high latitudes. Acta Agriculturae Scandinavica, Section A – Animal Science, 73(1–2), 28–42.

Li, R., Pei, H., Zhang, S., Li, F., Lin, X., Wang, S., Yang, L., Zhao, X. & Fang, K. (2024): Influence of grazing management strategy and data time scales on estimates of sensible heat flux in grasslands. Journal of Hydrology: Regional Studies 55: 101949. https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2024.101949

Lin, H., Li, Y., & Zhao, L. (2022). Partitioning of sensible and latent heat fluxes in different vegetation types and their spatiotemporal variations based on 203 FLUXNET sites. Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 127, e2022JD037142. https://doi.org/10.1029/2022JD037142

Lind, V., Schwarm, A., Mele, M., Cappucci, A., Foggi, G., Sizmaz, O., Tsiplakou, E., Atzori, A. S., Van Mullem, J., & Peiren, N. (2023). Nutritional approaches to reduce enteric methane emissions from ruminants. In T. Bartzanas (Ed.), Technology for environmentally friendly livestock production (Chap. 4, pp. 65–98). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-19730-7

Martinsen, V., Mulder, J., Austrheim, G., & Mysterud, A. (2011). Carbon storage in low-alpine grassland soils: Effects of different grazing intensities of sheep. European Journal of Soil Science, 62(6), 822–833.

McGregor, S., Cromsigt, J. P. G. M., te Beest, M., Chen, J., Roy, D. P., Hawkins, H.-J., & Kerley, G. I. H. (2024). Grassland albedo as a nature-based climate prospect: The role of growth form and grazing. Environmental Research Letters, 19(12), 124004. https://doi.org/10.1088/1748-9326/ad8765

McSherry, M. E., & Ritchie, M. E. (2013). Effects of grazing on grassland soil carbon: A global review. Global Change Biology, 19(5), 1347–1357.

Meld. St. 21 (2011–2012). Norsk klimapolitikk. Det Kongelige Miljøverndepartement, Oslo.

Meyer, S., Leifeld, J., Bahn, M., & Fuhrer, J. (2012). Free and protected soil organic carbon dynamics respond differently to abandonment of mountain grassland. Biogeosciences, 9(2), 853–865.

Miljødirektoratet, Landbruksdirektoratet, Norges vassdrags- og energidirektorat, & Statens vegvesen. (2023). Tiltaksanalyse for skog- og arealbrukssektoren (LULUCF): Hvordan Norge kan redusere utslipp av klimagasser fra arealbruksendringer innen 2030 (Miljødirektoratet rapport nr. M-2493).

Miljødirektoratet, Statistisk sentralbyrå, & Norsk institutt for bioøkonomi. (2025). Greenhouse gas emissions 1990–2023: National Inventory Document (Rapport M-2948).

Mooney, P. A., Lee, H., & Sobolowski, S. (2020). Impact of quasi-idealized future land cover scenarios at high latitudes in complex terrain. Earth's Future, 8, e2020EF001838. https://doi.org/10.1029/2020EF001838

Nationen, https://www.nationen.no/norge-har-rapportert-altfor-hoge-utslepp-fra-sauer-i-over-30-ar/s/5-148-816146

NIBIO (2019) Effekter av planting av skog på nye arealer - Betydning for klima, miljø og næring. Oppdragsrapport nr. M-1313. 92 s.

NIBIO (2026) Ressursgrunnlag og beitebruk. https://www.nibio.no/tema/landskap/utmarksbeite?locationfilter=true

NIBIO (2026) Arealbarometer for Norge. Areal egnet for matproduksjon. https://arealbarometer.nibio.no/

NID 2025/Miljødirektoratet (2025). Greenhouse gas emissions 1990–2023: National Inventory Document (NID 2025) (Report M-2948). Norwegian Environment Agency. https://www.miljodirektoratet.no/publikasjoner/2025/greenhouse-gas-emissions-1990-2023--national-inventory-document/

Norges miljø- og biovitenskaptlige universitet (2023), MethanePasture - økt bærekraft i mjølk og kjøtt fra drøvtyggere. www.nmbu.no. https://www.nmbu.no/forskning/prosjekter/methanepasture-okt-baerekraft-i-mjolk-og-kjott-fra-drovtyggere

O'Neill, B. F., Deighton, M. H., O'Loughlin, B. M., Galvin, N., O'Donovan, M., & Lewis, E. (2012). The effects of supplementing grazing dairy cows with partial mixed ration on enteric methane emissions and milk production during mid to late lactation. Journal of Dairy Science, 95(11), 6582–6590.

Prop. 173 S (2012–2013). Proposisjon til Stortinget (forslag til stortingsvedtak). Det Kongelige Utenriksdepartement, Oslo.

Ramtvedt, E.N., Bright, R.M., Gobakken, T., Cidre-González, A., Sundqvist, M.K., Stangl, Z.R., Nilsson, M-C., Metcalfe, D.B. & Gundale, M.J. (2026): Greater increase in surface albedo following clear-cutting than wildfire in pine dominated northern Swedish boreal forests. Agricultural and Forest Meteorology 376: 110924. https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2025.110924

Rasse, D. P., 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, 5(36).

Reeder, J. D., & Schuman, G. E. (2002). Influence of livestock grazing on C sequestration in semi-arid mixed-grass and short-grass rangelands. Environmental Pollution, 116(3), 457–463.

Reeder, J. D., Schuman, G. E., Morgan, J. A., & LeCain, D. R. (2004). Response of organic and inorganic carbon and nitrogen to long-term grazing of the shortgrass steppe. Environmental Management, 33, 485–495.

Reinsch, T., Loza, C., Malisch, C. S., Vogeler, I., Kluß, C., Loges, R., & Taube, F. (2021). Toward specialized or integrated systems in Northwest Europe: On-farm eco-efficiency of dairy farming in

Germany. Frontiers in Sustainable Food Systems, 5, 614348. https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.614348

Rekdal, Y., & Angeloff, M. (2021). Arealrekneskap i utmarksbeite – ressursgrunnlag og beitebruk. NIBIO Rapport, 7(208). https://hdl.handle.net/11250/2837610

Rydsaa, J. H., Stordal, F., Bryn, A., & Tallaksen, L. M. (2017). Effects of shrub and tree cover increase on the near-surface atmosphere in northern Fennoscandia. Biogeosciences, 14, 4209–4227. https://doi.org/10.5194/bg-14-4209-2017

Schueler, M., Hansen, S., & Paulsen, H. M. (2018). Discrimination of milk carbon footprints from different dairy farms when using IPCC Tier 1 methodology for calculation of GHG emissions from managed soils. Journal of Cleaner Production, 177, 899–907. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.227

Schwaab, J., Bavay, M., Davin, E., Hagedorn, F., Hüsler, F., Lehning, M., Schneebeli, M., Thürig, E. & Bebi, P. (2015): Carbon storage versus albedo change: radiative forcing of forest expansion in temperate mountainous regions of Switzerland. Biogeosciences 12: 467–487. https://doi.org/10.5194/bg-12-467-2015

Shrestha, G., & Stahl, P. D. (2008). Carbon accumulation and storage in semi-arid sagebrush steppe: Effects of long-term grazing exclusion. Agriculture, Ecosystems & Environment, 125(1–4), 173–181.

Šípek, V., Hnilica, J., Vlček, L., Hnilicová, S., & Tesař, M. (2020). Influence of vegetation type and soil properties on soil water dynamics in the Šumava Mountains (Southern Bohemia). Journal of Hydrology, 582, 124285. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2019.124285

Smith, S. W., Johnson, D., Quin, S. L., Munro, K., Pakeman, R. J., Van der Wal, R., & Woodin, S. J. (2015). Combination of herbivore removal and nitrogen deposition increases upland carbon storage. Global Change Biology, 21(8), 3036–3048.

Smoliak, S., Dormaar, J. F., & Johnson, A. (1972). Long-term grazing effects on Stipa–Bouteloua prairie soils. Journal of Range Management, 25(4), 246–250.

Speed, J. D. M., Austrheim, G., Hester, A. J., & Mysterud, A. (2011). Growth limitation of mountain birch caused by sheep browsing at the altitudinal treeline. Forest Ecology and Management, 261(7), 1344–1352. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2011.01.017

Speed, J. D. M., Martinsen, V., Hester, A. J., Holand, Ø., Mulder, J., Mysterud, A., & Austrheim, G. (2015). Continuous and discontinuous variation in ecosystem carbon stocks with elevation across a treeline ecotone. Biogeosciences, 12(5), 1615–1627.

Speed, J. M., Martinsen, V., Mysterud, A., Mulder, J., Holand, Ø., & Austrheim, G. (2014). Long-term increase in aboveground carbon stocks following exclusion of grazers and forest establishment in an alpine ecosystem. Ecosystems, 17(7), 1138–1150.

SSB (2026) *Statistikk om Gardsbruk, jordbruksareal og husdyr* Gardsbruk, jordbruksareal og husdyr – SSB

Steffens, M., Kölbl, A., Totsche, K. U., & Kögel-Knabner, I. (2008). Grazing effects on soil chemical and physical properties in a semiarid steppe of Inner Mongolia (PR China). Geoderma, 143(1–2), 63–72.

Steinshamn, H., Grøva, L., Adler, S.A., Brunberg, E., Lande, U.S. (2018). Effects of grazing abandoned grassland on herbage production and utilization, and sheep preference and performance. Frontiers in Environmental Science 6, 33.

Storlien, T. M., & Harstad, O. M. (2015). Enteric methane emissions from the cattle population in Norway: Method description. Notat, NMBU.

Svensson, A. & Dalen, L.S. (2025): Bærekraftig skogbruk i Norge. https://www.skogbruk.nibio.no/

Tonjer L.-R., Thoen, E., Morgado, L., Botnen, S., Mundra, S., Nybakken, L., Bryn, A., & Kauserud, H. (2021). Fungal community dynamics across a forest–alpine ecotone. Molecular Ecology, 30, 4926–4938. https://doi.org/10.1111/mec.16095

Taboada, M., Rubio, G., Chaneton, E., (2011). Grazing Impacts on Soil Physical, Chemical, and Ecological Properties in Forage Production Systems. In: Hatfield JL, Sauer TJ, editors. Soil management: building a stable base for agriculture. American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, pp. 301320.

Trettvik, M., Haugland, M., Samsonstuen, S., Konstad, M., Olsen Wedaa, M., Åby, B. A., Wiik, J., & Gjerlaug-Enger, E. J. (2025). Brukerveiledning for klimakalkulatoren (Versjon 2.1). Landbrukets klimaselskap SA. Lastet ned fra: https://klimasmartlandbruk.no/getfile.php/134771-1763069307/2.1%20Brukerveileder(1).pdf

Vedel-Sørensen, M., Strimbeck, R., Nystuen, K. O., Kapas, R.E., Enquist, B.J., Graae, B.J. (2018). Draining the Pool? Carbon storage and fluxes in three Alpine plant communities. Ecosystems 21 (2), s. 1-15

Volden, H., & Nes, S. K. (2006). Methane emissions from enteric fermentation in Norway's cattle and sheep population: Method description. Norway NIR 2014, Annex X.

Volden, H., Niu, P., & Prestløkken, E. (2023). Models to predict enteric methane emissions from dairy cows to be used in the Norwegian inventory calculations. Norwegian University of Life Sciences, Faculty of Bioscience.

Wang, Y.-R., Samset, B. H., Stordal, F., Bryn, A., & Hessen, D. O. (2023). Past and future trends of diurnal temperature range and their correlation with vegetation assessed by MODIS and CMIP6. Science of the Total Environment, 904, 166727. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.166727

Yong Zhong, S., YuLin, L., JianYuan, C., & WenZhi, Z. (2005). Influences of continuous grazing and livestock exclusion on soil properties in a degraded sandy grassland, Inner Mongolia, northern China. Catena, 59(3), 267–278.

Åby, B.A., Randby, Å.T., Bonesmo, H. & Aass, L. (2019). Impact of grass silage quality on greenhouse gas emissions from dairy and beef production. Grass and Forage Science, 74(3). https://doi.org/10.1111/gfs.12433

Åby, B. A., Samsonstuen, S., Beauchemin, K., & Aass, L. (2024). Modelling of on-farm greenhouse gas emissions from dual-purpose meat and wool sheep. Livestock Science, 283(105472), 1–14. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2024.105472

NIBIO
NORSK INSTITUTT FOR BIOØKONOMI

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 underlagt Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter.

Forsidefoto: Yngve Rekdal / NIBIO

nibio.no