



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Myter og sannheter om metanhemmere

Vibeke Lind og Grete M. Jørgensen, avd. Fôr og Husdyr, NIBIO Tjøtta

Lam 2026, 14. februar 2026





NIBIO – Norsk Institutt for Bioøkonomi Tjøtta



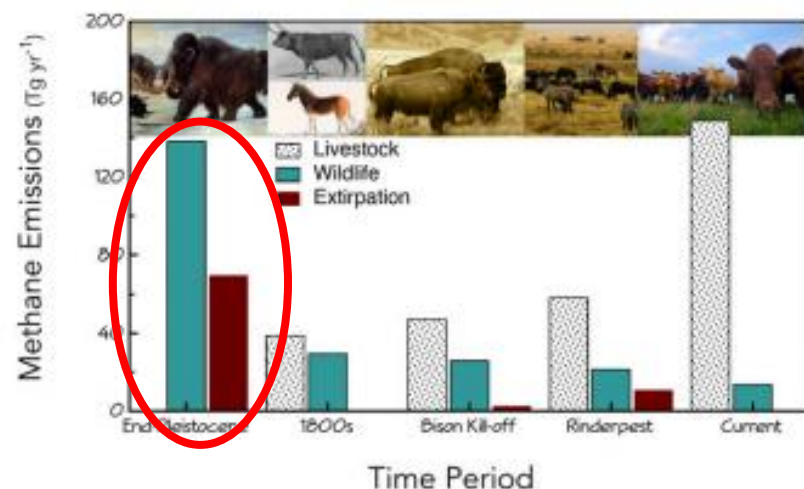
Photo: Thomas H. Carlsen, NIBIO



Hva skal jeg snakke om?

- Litt om metan fra drøvtyggere generelt
 - Hvorfor måle metan?
- Hva er en metanhemmer?
- Ulike metanreduserende fôrtilsetninger
- Hvordan måle enterisk metan?
- Veien videre?

- Spørsmål



Smith *et al.* 2015.

Exploring the influence of ancient and historic megaherbivore extirpations on the global methane budget

Pleistocen-epoken begynte ca. 2,6 millioner år siden og endte for ca. 11 700 år siden (<https://stratigraphy.org/chart>)

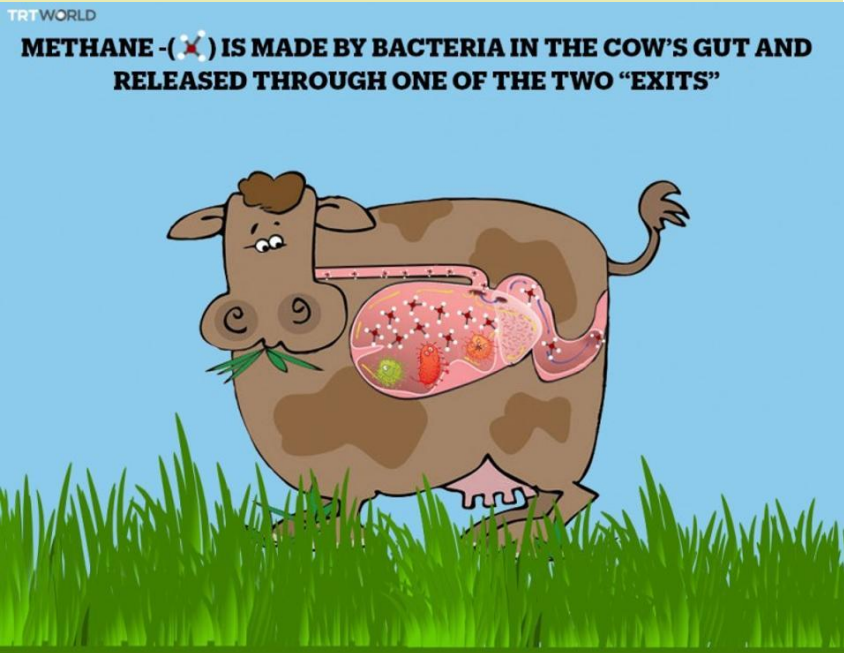
Alltid vært drøvtyggere

- Vært drøvtyggere siden før siste istid
- I USA, Hristov (2012) beregnet metan produksjon fra ville dyr FØR europeisk bosetting
- Bison, elg og rådyr produserte tilsvarende 86% metan av dagens nivå fra domestiserte drøvtyggere
- Dagens drøvtyggere er mer effektive enn noen sinne tidligere
- Aldri vært så mange domestiserte drøvtyggere
 - Men det har heller aldri vært så mye folk på kloden!

Drøvtyggerens speciale



- Nedbryte og utnytte planter ikke nyttbar som mat
- Kan høste fôr på arealer uten alternativ verdi (produksjon av korn, potet, annet)
- Mikrobefolkningen i vomma bestemmes i stor grad av hvilken type fôr dyrene får
 - stivelse (fra kraftfôr) eller cellulose (fra gras)



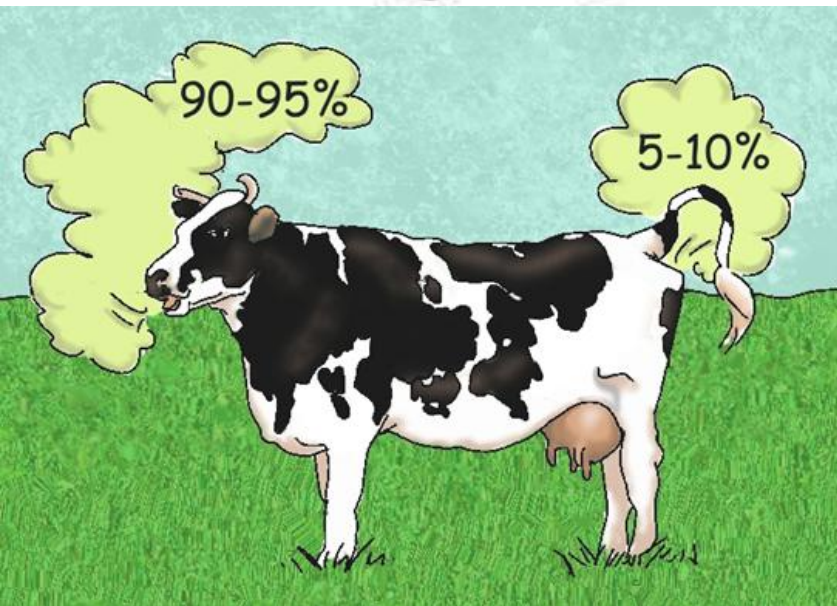
Enterisk metan

- Metan og CO₂ er naturlige “avfallsprodukter” fra nedbryting av karbohydrater
- Metan produseres under anaerobe forhold av spesialiserte metanogene bakterier
- Metan representerer et tap av energi på 5-7%
- Måle enterisk metan for å være bedre rustet til å si noe om norske drøvtyggers bidrag

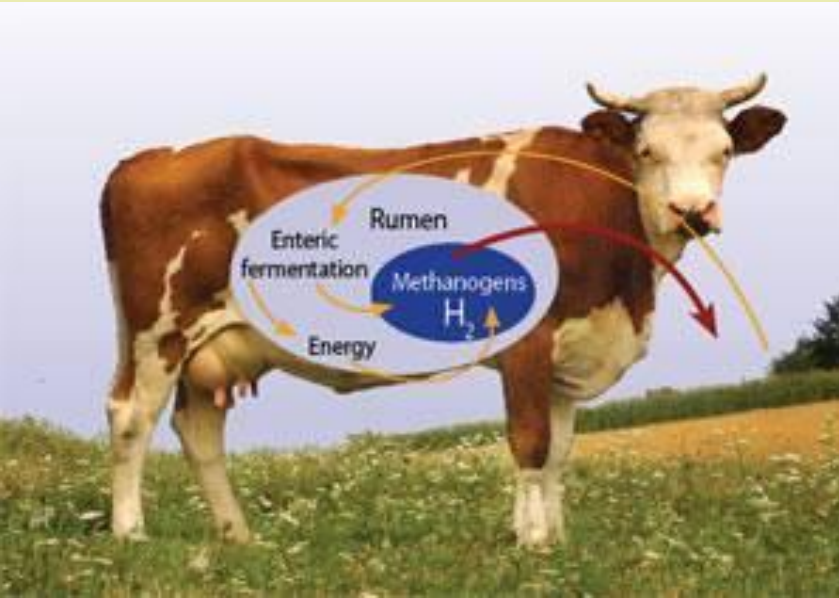


Hvorfor måle klimagasser fra drøvtyggere

- Klimagassutslipp fra husdyr på gårdsnivå avhenger av antall dyr og hva de spiser
- Økt produksjon medfører økt klimagassutslipp
- Bedre fôrutnyttelse medfører lavere klimagassutslipp per produktenhet (kg kjøtt eller liter melk)
- Oppgi metangass produksjon i forhold til
 - Melkeytelse (kg CH₄ / kg melk)
 - Tørrstoff opptak (kg CH₄ / kg TS opptak)
 - Annet

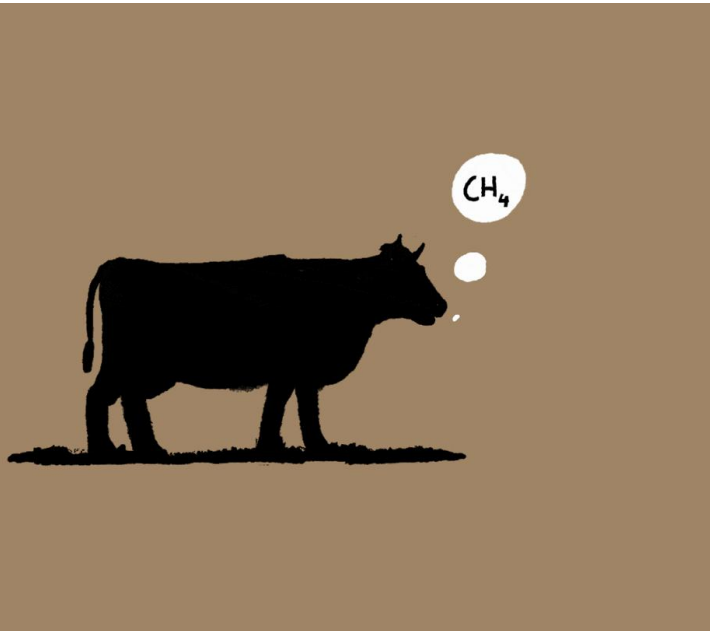


Redusere metanutslipp



- $\text{CO}_2 + 8\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ (Anaerobe forhold)
- Fôring
 - Kraftfôr – propionsyre ($-\text{H}_2$)
 - Sukker + $\text{H} \Rightarrow$ propionsyre og H_2O
 - Grovfôr – eddiksyre og smørsyre ($+\text{H}_2$)
 - Sukker + $\text{H}_2\text{O} \Rightarrow$ eddiksyre + CO_2 + H
 - Sukker $\Rightarrow$ smørsyre + CO_2 + H

Hva er en metanhemmer



- Et stoff (fôrtilskudd) som reduserer produksjonen av metan i fordøyelsessystemet til drøvtyggere som kyr og sauer
- De virker ved å inngå i de mikrobielle prosessene i vommen, der metan produseres naturlig under fordøyelsen av fôr
- Metanhemmere bidrar til å redusere klimagassutslippene fra husdyr



MetanHUB

- Mål:
 - Bruk av metanhemmere skal bidra til å oppfylle landbrukets Klimaplan. Det skal gjøres gjennom kunnskapsbygging, uttesting og en trygg implementering av metanhemmere for drøvtyggere under norske forhold



Tiltak som det jobbes med

- Avl
- Tilsetningsstoffer/metanhemmere
 - Essensielle oljer
 - Agolin Ruminant
 - 3-Nitroxypropanol (3-NOP) Bovaer®
 - SilvAir
 - Kalsiumperoksid
 - Makroalger

Avl

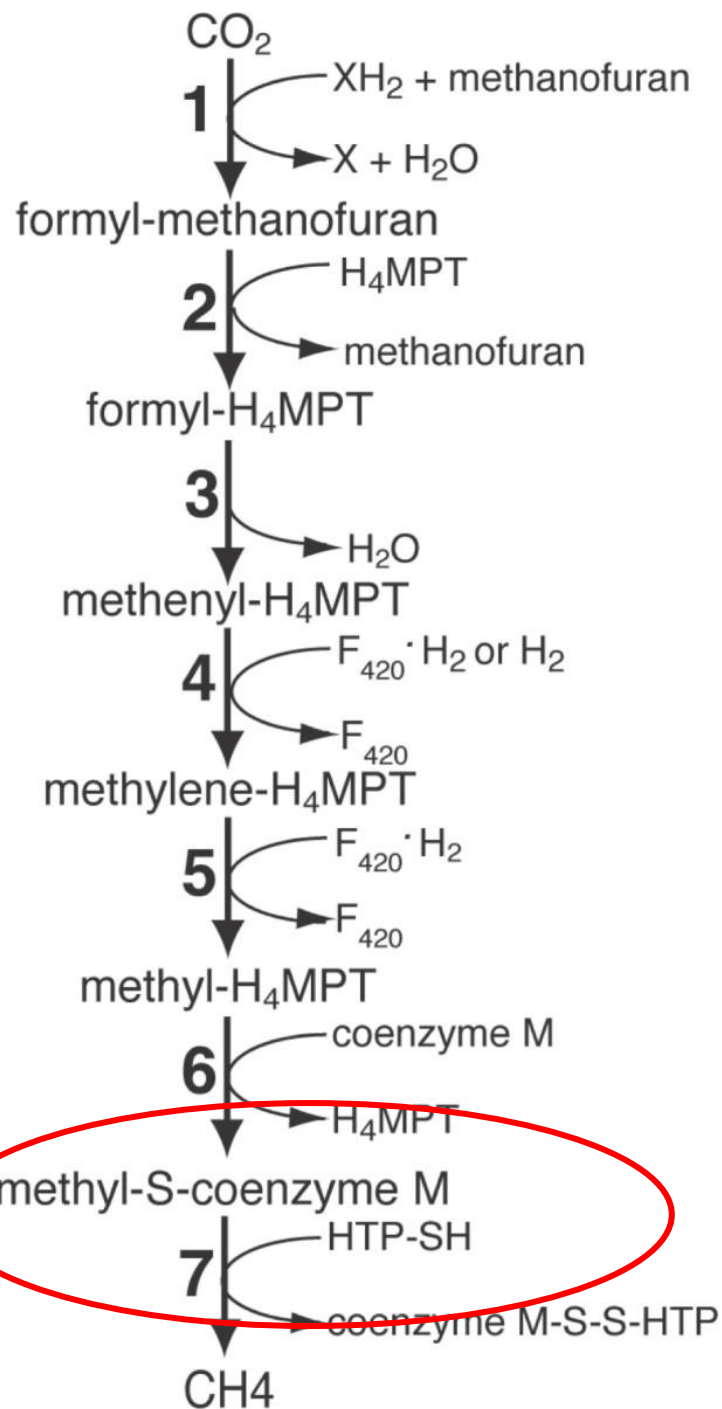


- GENO GreenFeed i fjøs Trøndelag
 - Skanner dyr i praksis
 - Avlsindeks i forhold til metanutslipp
 - Naturlig forskjell i utslipp ved samme fôring
 - Avler på kyr med naturlig lavt utslipp
 - Langvarig satsing
- NSG Metanmåler bilen
 - Skannet mange 1000 søyer
 - Fant for høy utslippsfaktor benyttet for norske sau



Metanhemmere

- Essensielle oljer
 - Påvirker mikrobefolkningen i vomba, potensiale for å redusere aktiviteten til metanogene bakterier
- Agolin ruminant
 - Planteekstrakt
 - Godkjent EU
 - Tilsatt FORMEL sortimentet siden 2018
 - Ingen kjent bi-effekt
- Tanniner og polyfenoler
 - Hemmer metanogene bakterier og indirekte påvirker fermentering som resulterer i produksjon av metan i vomba



3-NOP Bovaer – hvorfor gikk det galt? Vi har ikke svaret – forskning fra DK

- Nedbrytes til nitrat og 1,3-propanideol i vomma
- Hemmer siste ledd i omdanning av CO_2 til metan
- Reduksjon rundt 20-30 % **men avhenger av fiberinnholdet i fôret**
- Effekten påvirkes av dose, fôrsammensetning og når, hvor ofte det tildeles
- Frigjør hydrogen
- Tildeling av raps eller annen svovlholdig fôr medfører dannelse av H_2S (hydrogen sulfid)
- H_2S dannes naturlig i vom
- Høyt innhold av H_2S medfører redusert fôropptak og påvirker hjernefunksjon



Andre metanhemmere

- Silvair (kalsium nitrat)
 - Inneholder nitrat
 - Omdanning til nitritt
 - For mye nitritt: absorberes i blod; omdanner hemoglobin til methemoglobin
 - Methemoglobin kan ikke føre oksygen rundt i kroppen
- CaO_2 (kalsiumperoksid)
 - Tilfører oksygen i vomma som hindrer metanogene bakterier å jobbe effektivt
 - Fanger hydrogen, danner H_2O_2
 - H_2O_2 omdannes raskt i vom til vann og oksygen
 - Foreløpige resultater viser 14,3% lavere metan med tildeling av CaO_2

Biokull

- Organisk materiale med stor overflate
- Positiv for helse, lukt i fjøs,
- *In vitro* redusere metan
- *In vivo* ingen effekt funnet

Finansiering: Statsforvalteren i
Nordland, Nordland fylkeskommune



Statsforvalteren i Nordland

Foto: V. Lind, NIBIO





Makroalger som metanhemmer?

- Stor variasjon mellom arter og årstid
- Røde (fjørehinne, søl)
 - Tilgjengelige næringsstoffer
- Grønne (havsalat)
 - Tilgjengelige næringsstoffer
- Brune (sukkertare, butare)
 - Akkumulerer tungmetaller og jod
 - Høyt mineralinnhold
 - Sekundære metabolitter

Makroalger med påvist metanreduserende effekt

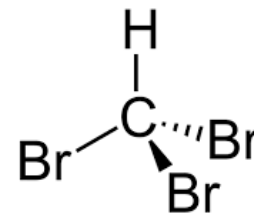


A. armata



A. taxiformis

- *Asparagopsis armata* subtropisk til temperert klima
- *Asparagopsis taxiformis* tropisk til subtropisk klima
- Aktive stoff: bromoform (CHBr_3)
- Kan redusere opp til 80% CH_4
- For mye medfører redusert fôropptak, lavere ytelse, dårligere vomfunksjon, dyrehelse og velferd





Stortare rest-råstoff – metanhemmer?

- 2,5 % stortare i diett
- Ingen forskjell i fôropptak mellom behandling
- Ingen forskjell i metan-utslipp mellom behandling
- Lam i kontroll-gruppe høyere tilvekst enn lam i alge-gruppe
- Ingen forskjell i nitrogen fordøyelighet mellom behandling



Jod i fôr til sau

- Brune makroalger høyt innhold jod
- Grenseverdi Jod: 10 mg / kg TS
- Fôret 200 mg / kg TS – uten forgiftningssymptomer
- Undersøkte jod i avføring, urin, blod og vom

Finansiering: Mabit

Viktige vurderinger



SCIENTIFIC OPINION

ADOPTED: 30 September 2021

doi: 10.2903/j.efsa.2021.6905

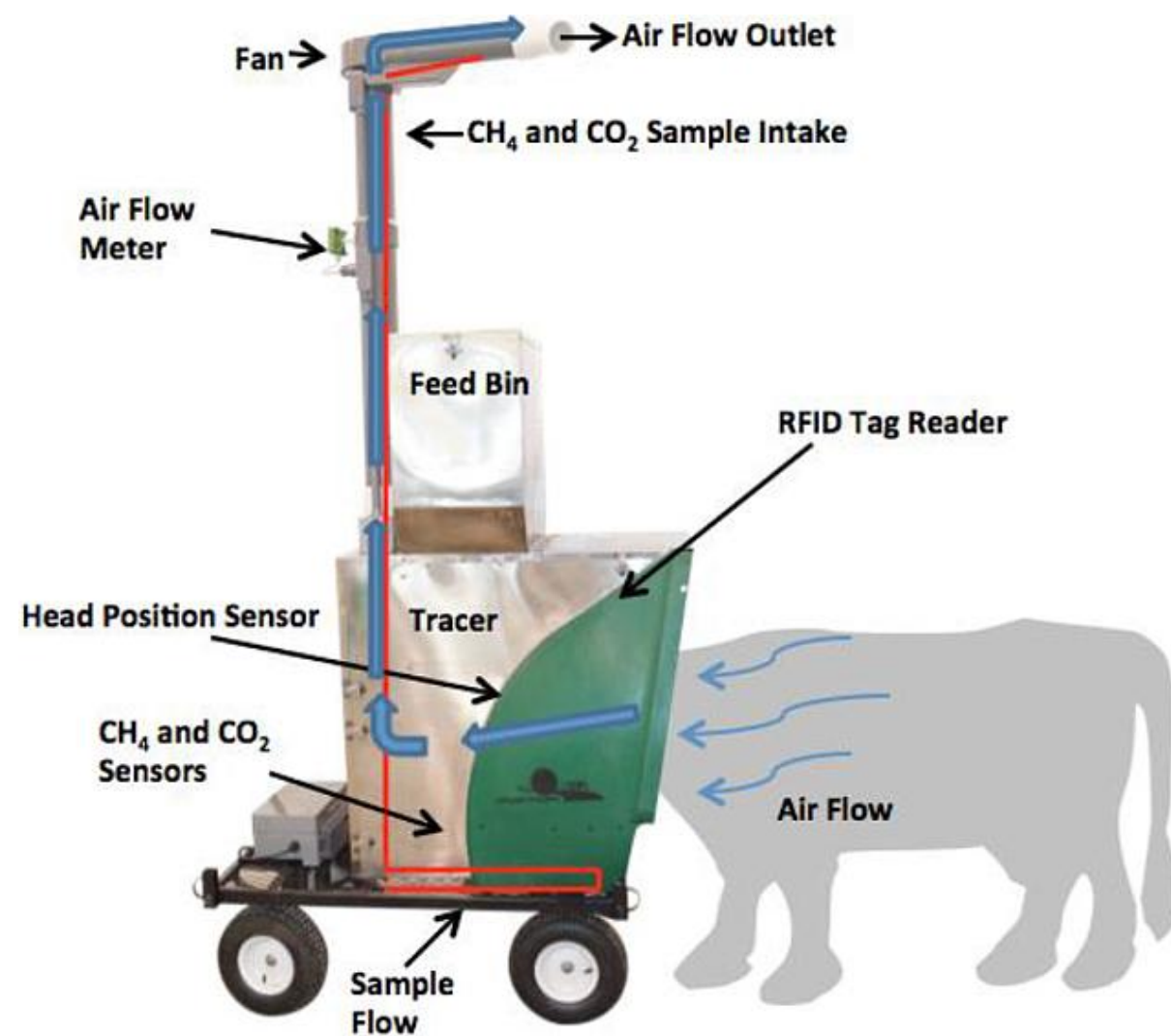
Safety and efficacy of a feed additive consisting of 3-nitrooxypropanol (Bovaer[®] 10) for ruminants for milk production and reproduction (DSM Nutritional Products Ltd)

- Kostnader vs gevinst – metanavgift?
- Kostnadskompensasjon – finansieringsmodeller
- Nasjonale utslippsberegninger – godskriving – krav til verifisering
- Dokumentasjon på bruk – Klimakalkulatoren
- Godkjenning og krav til dokumentasjon

Målemetoder: Respirasjonskammer

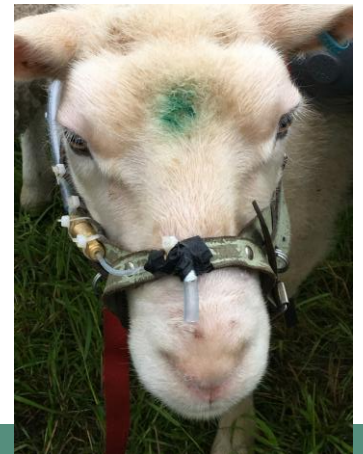
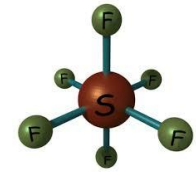


Målemetoder: Greenfeed



SF₆-tracer gas teknikk

- Svovel-hexa-flourid (SF₆) sterk klimagass
- Metoden validert
- Tids- og arbeidskrevende
- Alle ledd i teknikken «kan gå galt!»





Veien videre

- Undersøke utslipp av enterisk metan fra sau og melkeku
 - I fjøs
 - fra ulike typer beite (innmark/utmark/eng)
 - med ulik dyretetthet per areal og beitevarighet?
 - med ulik beitekvalitet og plantesammensetning

Beite som tiltak

Klimagassutslipp fra dyr på beite – hvilke tiltak kan bringe oss nærmere klimavennlig (eller klimanøytral) kjøtt- og melkeproduksjon?





Beiteforsøk sau NIBIO Tjøtta 2020

- Estimert metanproduksjon fra sau på raigrasbeite i to perioder
- Beitekvalitet påvirket fordøyelse av fôret
- Beitekvalitet påvirket metanproduksjon
- Lavere kvalitet medførte høyere metanproduksjon



Beiteforsøk melkekyr Röbäcksdalen, SLU, Umeå, 2021

- To grupper med 16 kyr
- Inne 12 timer, beite 10 timer
- Tilgang GreenFeed inne og ute
- Fôropptak og estimert beiteopptak
- Melkeproduksjon
- Metangass



Melk og metanproduksjon

Variabel		Dag	Natt
Estimert fôropptak	Kg TS/d	21,6	20,1
Ytelse, melk	Kg/d	26,3	26,0
EKM	Kg/d	29,0	28,2
CH ₄ utslipp	g/kg TS	17,3	18,3
CH ₄ intensitet	g/kg EKM	13,4	13,4

Ingen forskjell i metanproduksjon om kyrne beitet natt eller dag



Beiteforsøk melkekyr Mære landbruksskole, 2023

- To grupper med 16 kyr per gruppe
- Løsdriftsfjøs med melkerobot
- En gruppe fri tilgang mosjonsbeite
 - Fôropptak 5% beite, 95% surfôr og kraftfôr
- En gruppe fri tilgang produksjonsbeite
 - Fôropptak 50% beite, 50% surfôr og kraftfôr

Fôropptak, melk- og metanproduksjon

Variabel		Produksjon	Mosjon
Estimert fôropptak	Kg TS/d	16,6	16,7
Beite opptak	Kg TS/d	8,5	0,6
Ytelse, melk	Kg/d	22,6	23,3
EKM	Kg/d	23,8	24,3
CH ₄ utslipp	g/kg TS	19,4	24,5
CH ₄ intensitet	g/kg EKM	12,9	18,4

Beiteandel påvirker metanproduksjon



Oppsummering av funnene

- Beite med høy fôrkvalitet bidrar til lavere metanutslipp
- Tidspunktet for når dyrene beiter (dag eller natt) har ingen betydning for fôropptak, melkeproduksjon eller metanutslipp
- Fri tilgang til produksjonsbeite av høy kvalitet påvirker ikke totalt fôropptak eller melkeproduksjon, men reduserer metanutslippene

Effekt av beite på metanproduksjon



- Beite bør få en større plass i det nasjonale klimaregnskapet, og legges inn i klimakalkulatoren som et tiltak for å redusere klimagassutslipp på gårdsnivå
- Bønder som bruker beite, bør belønnes for gode klimatiltak
- Det bør stimuleres til økt bruk av beite for alle dyreslag i norsk landbruksproduksjon

NIBIO POP: <https://doi.org/10.21350/w1m5-3s58>



NIBIO POP

VOL. 6 • NO. 3 • 2020

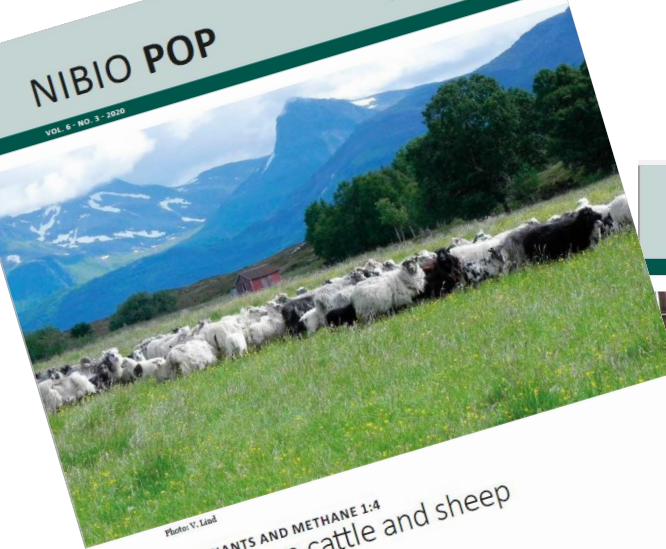


Photo: V. Lind

RUMINANTS AND METHANE 1:4 European cattle and sheep production

GHG EMISSIONS FROM RUMINANTS
In recent years, greenhouse gas (GHG) emissions from ruminants have gained increased attention. Anthropogenic emissions of enteric methane (CH₄) are estimated to be responsible for about 18% of global GHG emissions (Gerber et al., 2013). The most important GHG are methane (CH₄) and nitrous oxide (N₂O). Enteric emissions of CH₄ from domesticated ruminants, arising primarily from the fermentation of feed in the

rumen, are considered to be one of the three largest sources of methane on a global scale. The emission of methane by cattle and sheep is a major pathway for carbon loss that results in reduced productivity (Johnson and Johnson, 1995). If the energy could be rechannelled into weight gain or milk production, it would increase production efficiency while reducing methane emission to the atmosphere. At pasture, the

NIBIO POP

VOL. 6 • NO. 4 • 2020



Photo: B. Hansen

RUMINANTS AND METHANE 2:4

Methods and techniques for measuring GHG emissions from ruminants

GHG EMISSIONS FROM RUMINANTS
In recent years, greenhouse gas (GHG) emissions from ruminants have gained increased attention. Anthropogenic emissions of enteric methane (CH₄) are estimated to be responsible for about 18% of global GHG emissions (Gerber et al., 2013). The most important GHG are methane (CH₄) and nitrous oxide (N₂O). Enteric emissions of CH₄ from domesticated ruminants, arising primarily from

the fermentation of feed in the rumen, are considered to be one of the three largest sources of methane on a global scale. The emission of methane by cattle and sheep is a major pathway for carbon loss that results in reduced productivity (Johnson and Johnson, 1995). If the energy could be rechannelled into weight gain or milk production, it would increase production efficiency while

NIBIO POP

VOL. 6 • NO. 5 • 2020



Photo: Vibeko Lind

RUMINANTS AND METHANE 4:4 Sustainable food and nutrient value

GHG EMISSIONS FROM RUMINANTS
In recent years, greenhouse gas (GHG) emissions from ruminants have gained increased attention. Anthropogenic emissions of enteric methane (CH₄) are estimated to be responsible for about 18% of global GHG emissions (Gerber et al., 2013). The most important GHG are methane (CH₄) and nitrous oxide (N₂O). Enteric emissions of CH₄ from domesticated ruminants, arising primarily from the fermentation of feed in the rumen, are considered as one of the three largest sources of GHG on a global scale. The

emission of methane by cattle and sheep results in losses of carbon and energy (Johnson and Johnson, 1995). If the energy could be rechannelled into weight gain or milk production, it would increase production efficiency while reducing methane emission to the atmosphere. In pastoral ecosystem management, the challenge is to reach an equilibrium between pasture growth and animal intake. When proper grazing management practices are adopted, animal productivity is high while CH₄ emissions per kg of animal product is minimized (DeRamus et al., 2003). In Norway, GHG emission from ruminants are estimated to account for 4 %

NIBIO POP

VOL. 6 • NO. 10 • 2020



Photo: Vibeko Lind

RUMINANTS AND METHANE 3:4 Global Warming Potential

GHG EMISSIONS FROM RUMINANTS
In recent years, greenhouse gas (GHG) emissions from ruminants have gained increased attention. Anthropogenic emissions of enteric methane (CH₄) are estimated to be responsible for about 18% of global GHG emissions (Gerber et al., 2013). The most important GHG are methane (CH₄) and nitrous oxide (N₂O). Enteric emissions of CH₄ from domesticated ruminants, arising primarily from the fermentation of feed in the rumen, are considered as one of the three largest sources of GHG on a global scale. The

emission of methane by cattle and sheep results in losses of carbon and energy (Johnson and Johnson, 1995). If the energy could be rechannelled into weight gain or milk production, it would increase production efficiency while reducing methane emission to the atmosphere. In pastoral ecosystem management, the challenge is to reach an equilibrium between pasture growth and animal intake. When proper grazing management practices are adopted, animal productivity is high while CH₄ emissions per kg of animal product is minimized (DeRamus et al., 2003). In Norway, GHG emission from ruminants are estimated to account for 4 % (SSR).

SPØRSMÅL



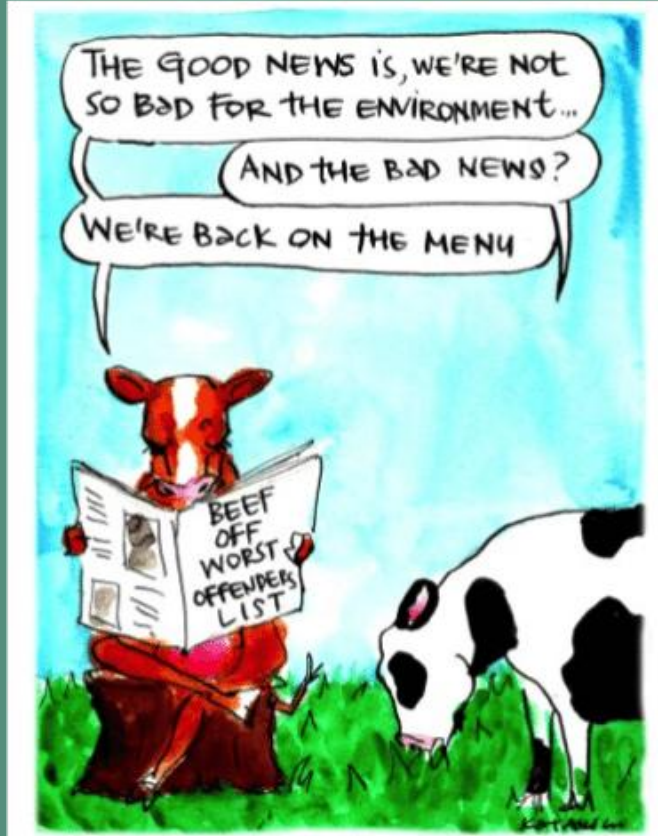
Takk for oppmerksomheten

Grete Jørgensen

Grete.jorgensen@nibio.no

Vibeke Lind

Vibeke.lind@nibio.no



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI



NIBIO_no



NIBIO.no



NIBIO_no

www.nibio.no