

Norges miljø- og biovitenskapelige universitet  
Fakultet for biovitenskap  
Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap

2022 Sluttrapport

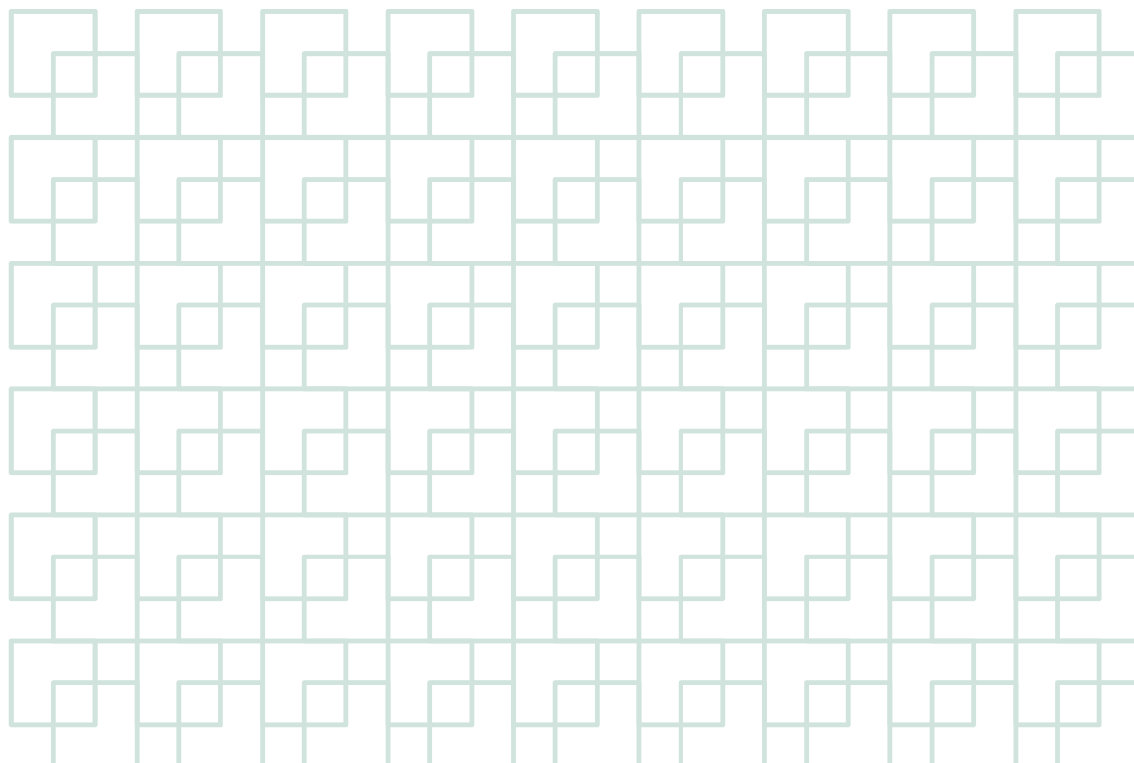
## **Betydning av bedre grovfôr kvalitet på utslipp av metan fra norsk storfeproduksjon**

Denne rapporten sammenfatter arbeid gjort i forbindelse med prosjekt "Forsknings-/utredningsoppdrag, utvikling av metodikk for å regne seg fram til fôrverdi og metanutskillelse hos norske melkekubesetninger".  
Anbudskonkurranse 241833 - 20/710

Dato for rapport: 25.01.2022

Prosjektdeltagere: Puchun Niu, Angela Schwarm, Harald Volden og Egil Prestløyken

Ansvarlige for denne rapporten: Harald volden og Egil Prestløyken



## Sammenfatning.

Inntak av fordøyelig av organisk stoff er den faktoren som har størst betydning for mengden enterisk metan produsert. Surfôr av gras er dominerende grovfôr i norsk storfeproduksjon, men det foreligger få studier hvor effekt av dets fordøyelighet på produksjon av metan i vom er beskrevet og tallfestet. Hovedmålet med dette prosjektet har vært å vurdere mulighetene for å ta hensyn til fordøyelighet av grovfôr ved beregning av enterisk metan fra melkeku. Det ble etablert to datasett basert på artikler publisert i perioden 2016 til 2021. Datasett 1 for å evaluere effekt av grovfôr kvalitet på metanproduksjon og Datasett 2 for å utvikle en operativ beregningsmodell basert på data tilgjengelig fra norske melkebruk.

Det ble ikke funnet signifikant sammenheng mellom fordøyelighet av organisk stoff i grovfôr og produksjonen av enterisk metan fra Datasett 1. Ved å tvinge fordøyelighet av organisk stoff inn i ligningen framkom følgende modell: **Metan = 6,9 + 1,07 x TSO – 0,46 x kraftfôr – 0,00135 x OMD**, der Metan er i MJ/dag, TSO er tørrstoffopptak i kg/dag, Kraftfôr er kraftfôr opptak i kg TS/dag og OMD er fordøyeligheten av organisk stoff i g/kg TS. Dette gir økt metanproduksjon med økt tørrstoffopptak med en modererende effekt av økt mengde kraftfôr i rasjonen. En variasjon i OMD fra 650 og 800 g/kg TS forklarte kun 0,9 % av variasjonen i daglig metanproduksjon, dvs. at effekten av høstetid for grovfôr var marginal.

Det var god sammenheng mellom samlet tørrstoffopptak og metanproduksjon ( $r=0,75$ ). Tørrstoffopptak blir ikke målt i praksis og tørrstoffopptak ble erstattet med melkeytelse og kraftfôrmengde i følgende operative modell: **Metan = 12,75 + 0,275 x EKM + 0,547 x Kraftfôr – 0,0375 x Kfett**, der Metan er i MJ/dag, EKM er energikorrigert melk i kg/dag, Kraftfôr er opptak i kg TS/dag og Kfett er Råfett i kraftfôret i gram/kg TS. Modellen gir økt produksjon av metan med økt melkeytelse og kraftfôr opptak, og redusert metanproduksjon med økt fettinnhold i kraftfôret.

Prosjektet som helhet ga ikke grunnlag for utvikling av ligninger hvor kvaliteten av grovfôr målt som fordøyelighet av organisk stoff inngår direkte. Siden det er sterk sammenheng mellom fordøyelighet av grovfôr, melkeyting og kraftfôrbehov ble ligningen fra Datasett 2 benyttet i simuleringer med TINE OptiFôr. Disse simuleringene viser at det er mulig å ta hensyn til grovfôr kvalitet indirekte gjennom lavere fôrbehov ved økende fordøyelighet av grovfôr. En framgangsmåte for det er presentert og beregningene viser en reduksjon i metanproduksjon på ca. 0,85 % pr. 10 gram endring i OMD av grovfôr, tilsvarende ca. 2.5% ved å øke OMD i grovfôret fra 720 til 750 g/kg TS.

## **Innledning**

Metan fra jordbruket står for 3,7 % av det norske klimagassutslippet og 59 % av jordbrukets utslipp er metan. Av jordbrukets metanutslipp kommer 74 % fra storfeproduksjonen og av dette er 39 % fra enterisk fermentering hos melkeku. Mulighetene for å redusere utslippene er knyttet til kvantitative tiltak som redusert produksjonsomfang, eller kvalitative tiltak som økt produksjonsintensitet og endret fôring. Fôring som tiltak for redusert metanutslipp er knyttet til bruk av metanhemmende tilsetningsstoffer, eller endret sammensetting av fôrrasjonen.

Dagens modeller for beregning av metanutslipp fra mjølkeku er basert på en kombinasjon av empiriske ligninger utviklet fra forsøk der metanproduksjonen er målt og datasimuleringer med TINE OptiFôr der ulike fôrrasjonssammensetninger og ytelsesnivå inngår (Niu et al., 2021). Når inntak av tørrstoff og kjemisk sammensetning av rasjonen er kjent gir de empiriske ligningene et godt estimat av enterisk metan på gårdsnivå. Tilsvarende gir beregningene basert på TINE OptiFôr et godt estimat når årsproduksjon og kraftfôrandel i rasjonen er kjent.

Grassurfôr og beite av gras er den dominerende grovfôrtypen i norsk storfeproduksjon. Et tidligere norsk forsøk viste at tidlig høstet grassurfôr med høy fordøyelighet ga lavere metanproduksjon enn seinere høstet grassurfôr med lav fordøyelighet (Garmo et al., 2008). Tilsvarende indikerer beregninger at bedre grovfôr kvalitet målt som økt fordøyelighet av organisk stoff er et mulig tiltak for å redusere enterisk produksjon av metan (Åby et al., 2019). Dagens modeller for beregning av enterisk metan fra melkeku tar ikke hensyn til grovfôr kvalitet da grunnlagsmaterialet benyttet til utvikling av dem ikke inneholder denne informasjonen. Hovedmålet med denne rapporten er derfor å evaluere og å vurdere mulighetene for å ta hensyn til grovfôrets fordøyelighet i modellene for beregning av enterisk metan fra melkeku. Det er imidlertid sparsomt med dokumentasjon over i hvilken grad kvaliteten av grovfôr påvirker enterisk produksjon av metan, og det foreligger få studier hvor effekten av fordøyeligheten av organisk stoff i grovfôr på produksjonen av metan i vom er beskrevet og tallfestet. Første del av arbeidet er derfor en systematisk gjennomgang av litteratur for å etablere en database der fordøyelighet av grovfôret er dokumentert sammen med produksjon av melk, fôropptak, næringsinnhold i fôret og enterisk metanproduksjon.

En utfordring er at mange av disse parameterne kun er tilgjengelig i kontrollerte forsøk. Beregning av enterisk metanproduksjon under praktiske produksjonsbetingelser må derfor gjøres indirekte gjennom relaterte inngangsvariabler, eller proksier. Dagens modell benyttet til beregning av enterisk metan baserer dette på årsytelse og kraftfôrandel i rasjonen for

gjennomsnittskua (Niu et al., 2021). Modellen gir imidlertid ikke mulighet til å beregne effekt av grovfôrkvalitet på enterisk metanproduksjon. Et viktig delmål i denne rapporten er derfor å revidere dagens modell slik at den blir i stand til det. Det er viktig at datagrunnlaget for disse beregningene kan framskaffes enkelt og presist. Et viktig delmål er derfor også å foreslå et datagrunnlag for en operativ beregningsmodell for enterisk metanproduksjon fra melkeku.

### **Datagrunnlag og modellutvikling.**

For å kunne svare ut formålet med prosjektet ble det opprettet to ulike datasett. Datasett 1 for å evaluere effekten av grovfôrkvaliteten på metanproduksjonen, og Datasett 2 for å utvikle operative beregningsmodeller basert på datavariabler tilgjengelig fra norsk melkeproduksjon. I begge datasett er grovfôrkvalitet definert som fordøyelighet av organisk stoff (OMD) da OMD er den faktoren som har størst betydning for grovfôrets energiverdi. Hypotesen er at OMD er den egenskapen ved grovfôret som har størst effekt på mengden metan produsert i vom både med hensyn til mengde materiale som blir fermentert og hvilke produkt som blir dannet, dvs. fermenteringsprofilen.

### **Datasett 1. Vurdering og utvikling av modeller hvor det tas hensyn til grovfôrkvaliteten**

Grunnlag for vurderingen er litteraturdata samlet inn fra forsøk publisert i perioden 2016-2021 hvor grassurfôr av ulik kvalitet er benyttet i forsøk med melkekyr. I tillegg til OMD for grovfôr og produksjon av enterisk metan var kriteriene at det skulle være opplysninger om fôropptak, kjemisk sammensetning av fôrrasjonen og mjølkeyting. Tabell 1 gir oversikt over sentrale datavariabler i Datasett 1. I datasettet inngår total 33 studier med 152 forsøksledd. Alle datavariabler er ikke tilgjengelig fra alle studier og antall observasjoner varierer derfor avhengig av datamodell. Det er særlig opplysninger av fordøyelighet av grovfôret spesifikt som mangler slik at antall forsøksledd som inngår i modeller med OMD er lavere enn angitt i Tabellen. Tabell 1 viser imidlertid stor variasjon i fôropptak, forholdet grovfôr:kraftfôr og rasjonssammensetning. Datasettet viser også stor variasjon i produksjon av metan (megajoule per dag) og OMD. Datasettet egner seg derfor godt til å studere effekt av OMD i grovfôr og kjemisk innhold i både grovfôr og totalrasjon på produksjon av metan.

Tabell 1. Deskriptiv statistikk over viktige variabler i Datasett 1 for å studere effekten av grovfôrets fordøyelighet på produksjon av metan. Total 152 forsøksledd

Variabel	Gjennomsnitt	STD <sup>1</sup>	Minimum	Maksimum
Tørrstoffopptak, kg/dag	18,5	3,4	7,3	23,7
Grovfôr kg TS/dag	11,4	2,3	4,4	15,3
Kraftfôr kg TS/dag	7,5	2,8	2,9	15,1
Grovfôrandel, %	59,0	9,3	37,4	78,7
Råprotein, g/kg TS	176	25,7	122	264
NDF, g/kg TS	343	59,2	192	496
Stivelse, g/kg TS	159	73,3	5	318
Råfett, g/kg TS	27	5,4	22	38
OMD grovfôr <sup>2</sup> , g/kg TS	697	75	484	810
EKM <sup>3</sup> , kg/dag	26,8	7,3	0	45,2
Metan, MJ/dag	22,8	3,8	10,7	34,2

<sup>1</sup>STD=standardavvik

<sup>2</sup>OMD=fordøyeligheten av organisk stoff

<sup>3</sup>EKM=energikorrigert melk

På tross av stor variasjon ga OMD i grovfôret ingen signifikant forklaring på produksjonen av metan. En ikke signifikant effekt av grovfôrets fordøyelighet er overraskende sett ut fra tidligere enkeltforsøk. Den viktigste forklaringen på at OMD av grovfôr, på tross av stor variasjon, ikke gir en signifikant effekt på metanproduksjonen i et større datasett, er den positive sammenhengen mellom OMD og grovfôropptak. Når grovfôropptaket øker så øker produksjonen av metan, noe som går frem av datasettet. Den underliggende årsaken er at mengden metan er direkte relatert til mengden organisk stoff fermentert i vom. I grovfôr er dette i hovedsak fiber i form av NDF og vannløselige karbohydrat med eddiksyre og smørsyre som sluttprodukt. Dette skaper et overskudd av hydrogen og mengden metan øker med økt fordøyelighet. I motsetning av grovfôr blir det ved mikrobiell fermentering av kraftfôr i vomma dannet en større andel propionsyre. Danningen av propionsyre binder opp hydrogen, og kraftfôr i rasjonen har derfor en modererende effekt på produksjonen av enterisk metan. Dette samsvarer med den statistiske analysen som viser at daglig tørrstoffopptaket (TSO) er den enkeltvariabelen som har best sammenheng med produksjonen av metan. Når TSO øker med 1 kg så øker metanproduksjonen med 0,94 MJ per dag. Videre viser analysen at i tillegg

til samlet tørrstoffopptak har kraftfôropptak (Kraftfôr) en signifikant negativ effekt på metanproduksjonen. Dermed gir økt tørrstoffopptak økt metanproduksjon, mens økt kraftfôropptak gir redusert metanproduksjonen. Økt tørrstoffopptak har dermed større effekt på metanproduksjonen i vomma enn en spesifikk effekt av fordøyeligheten av grovfôret på vomomsetningen, hovedsakelig produksjonen av flyktige fettsyrer (VFA). Sammenhengene i Datasett 1 er vist i ligningene nedenfor. I ligningene hvor OMD inngår, er denne tvunget inn. Vår anbefaling er å benytte ligning 4 når TSO, Kraftfôr og OMD er tilgjengelig.

$$\text{Metan} = 4,8 + 0,94 \text{ TSO} \quad \text{Ligning 1}$$

$$\text{Metan} = 3,7 + 1,14 \times \text{TSO} - 0,38 \times \text{Kraftfôr} \quad \text{Ligning 2}$$

$$\text{Metan} = 21,2 + 0,00249 \times \text{OMD} \quad \text{Ligning 3}$$

$$\text{Metan} = 6,9 + 1,07 \times \text{TSO} - 0,46 \times \text{Kraftfôr} - 0,00135 \times \text{OMD} \quad \text{Ligning 4}$$

Hvor:

Metan = metan, megajoule per dag

TSO = tørrstoffopptak, kg per dag

Kraftfôr = kraftfôr, kg tørrstoff per dag

OMD= fordøyeligheten av organisk stoff, g per kg tørrstoff

I ligningene er tørrstoff- og kraftfôropptak begge signifikante ( $P < 0,001$ ), mens P-verdien for OMD er 0,68 i ligningen hvor TSO og Kraftfôr inngår og 0,53 i ligningen med kun OMD, begge langt fra signifikante. I ligningen med kun OMD er koeffisienten positiv, dvs. at metanproduksjonen øker med økt fordøyelighet. I ligningen hvor TSO og Kraftfôr inngår er koeffisienten for OMD negativ, dvs. at metanproduksjonen avtar med økende fordøyelighet. Effekten er imidlertid marginal da eksempelvis en OMD på 650 vil gi et bidrag på 0,87 MJ per dag og en OMD på 800 et bidrag på 1,08 MJ per dag. Ved tørrstoffopptak på 20 kg TS per dag og en kraftfôrandel på 50 % utgjør denne forskjellen bare 0,9 % av variasjonen i daglig metanproduksjon. Under normale forhold tilsvarer en forskjell i OMD på 15 %-enheter en forskjell i høstetid for gras på ca. tre uker. Gjennomsnittlig OMD i norsk grovfôr er ca. 720.

En videre analyse av dataene viser at grovfôrets fordøyelighet har en indirekte effekt på produksjonen av metan per kg energikorrigert melk (EKM) ved at det samlede fôropptaket går ned med økt fordøyelighet i grovfôret, dvs. det trengs mindre fôr til produksjon av 1 kg melk. Dette blir hensyntatt i den operative modellen utviklet fra Datasett 2 og diskutert videre der.

## **Datasett 2. Operative modeller for beregning av metan fra enterisk fermentering hos melkeku**

Operative modeller for beregning av metanutslipp, uavhengig av om det er på individ-, besetnings- eller nasjonalt nivå, må baseres på variabler som er enkelt å skaffe i praktisk husdyrproduksjon. I Norge er 98,6 % av kyrne tilknyttet Kukontrollen hvor det blir registrert melkemengde, kjemisk innhold i melk og kraftfôrforbruk for hver enkelt ku. I TINE OptiFôr legger kraftfôrindustrien inn kjemisk innhold og fôrverdi i kraftfôrblendingene i markedet. Produksjon av EKM, kraftfôrforbruk og fettinnhold i kraftfôr er derfor tilgjengelig for de fleste melkebruk. I tillegg foreligger minst en grovfôranalyse fra om lag 50 % av brukene.

Tilgang på data er vektlagt ved utvikling og forslag til operativ modell. I dette arbeidet er det testet og utviklet beregningsmodell basert på innsamlede data beskrevet i Tabell 2. Datasett 2 er framskaffet på samme måte som Datasett 1, dvs. studier publisert i perioden 2016 til 2021. Datasettet inneholder 236 observasjoner fra 59 studier. I tillegg til utviklet operativ modell er det foretatt evaluering av relevante modeller fra litteraturen, samt dagens modeller benyttet i det nasjonale utslippsregnskapet (Niu et al., 2021).

Tabell 2. Deskriptiv statistikk over viktige variabler i Datasett 2 for å utvikle en operativ modell for beregning av metan hos melkeku. Total 236 forsøksledd.

Variabel	Gjennomsnitt	STD	Minimum	Maksimum
Tørrstoffopptak, kg/dag	18,4	3,5	7,3	27,2
Grovfôr kg TS/dag	11,4	2,6	4,4	21,3
Kraftfôr kg TS/dag	7,3	2,8	1,7	15,1
Grovfôrandel, %	63,4	13,5	10,4	62,6
Råprotein, g/kg TS	171	24,1	122	264
NDF, g/kg TS	362	60,4	192	555
Stivelse, g/kg TS	163	73,3	5	326
Råfett, g/kg TS	40	15,4	17	85
EKM <sup>2</sup> , kg/dag	27,6	9,3	0	45,7
Metan, MJ/dag	22,1	4,2	10,2	36,6

<sup>1</sup>STD=standardavvik

<sup>2</sup>EKM=energikorrigert melk

Det var god sammenheng mellom samlet tørrstoffopptak og metanproduksjon ( $r=0,75$ ) også i Datasett 2. Siden tørrstoffopptaket ikke blir målt i praksis, er tørrstoffopptaket i modellen erstattet med melkeytelse og kraftfôrmengde da disse variablene er positivt korrelert ( $r=0,70$ ) med samlet tørrstoffopptak. I tillegg viste den statistiske analysen en klar negativ effekt av mengden fett i fra kraftfôr. I så måte representerer melkeytelse, kraftfôropptak og fettinnhold i kraftfôr det samme som tørrstoffopptak, kraftfôropptak og OMD i Datasett 1. Flere modeller er testet, men kun modellen med best forklaringsgrad, og som samtidig tilfredsstillt kravet til lett tilgjengelige inputvariabler fra praksis, er presentert her. Den er følgende:

$$\text{Metan} = 12,75 + 0,275 \times \text{EKM} + 0,547 \times \text{Kraftfôr} - 0,0375 \times \text{KFett}$$

Hvor:

Metan = metan, megajoule per dag

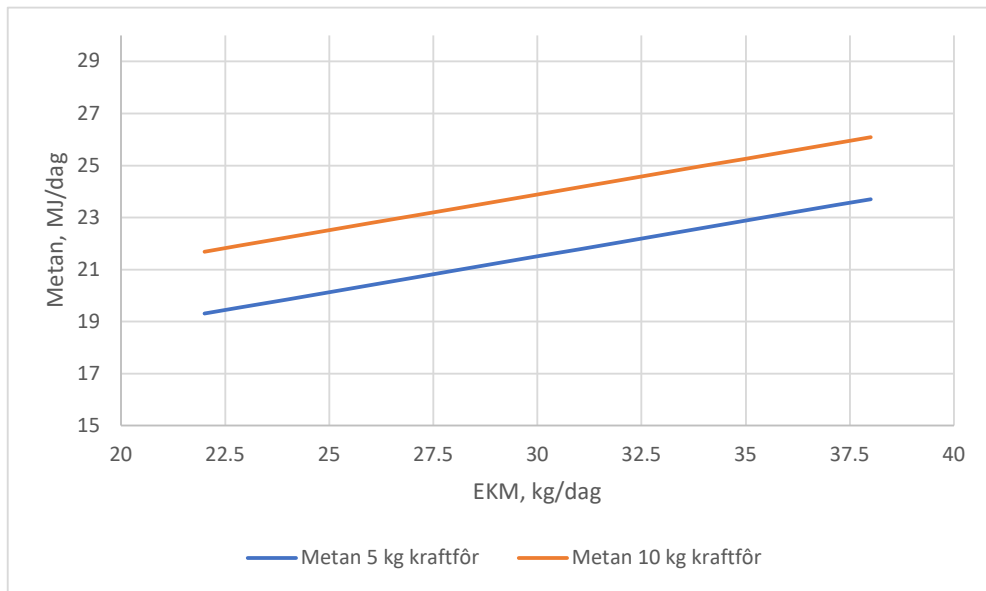
EKM = energikorrigert melk, kg per dag

Kraftfôr = kraftfôr, kg tørrstoff per dag

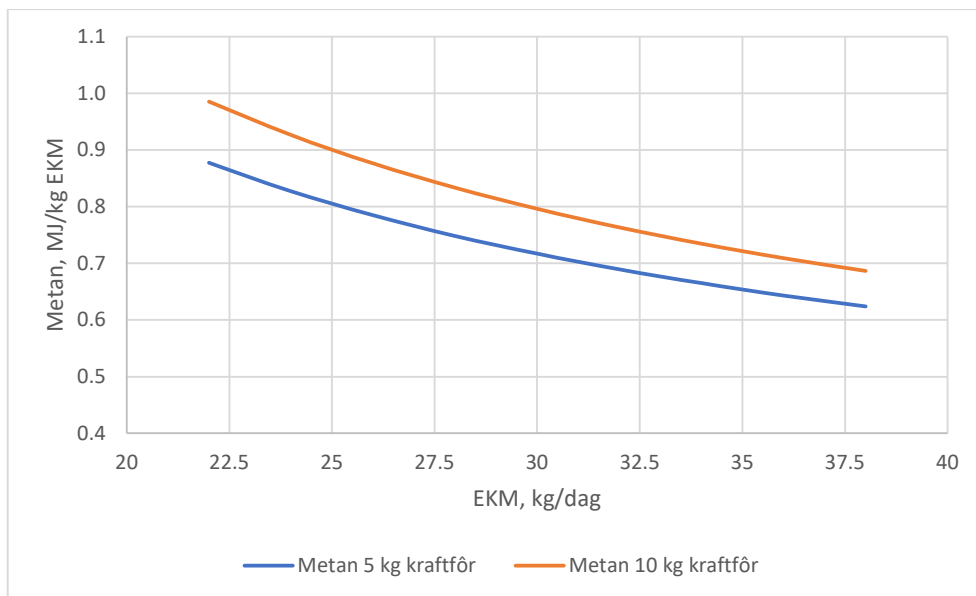
KFett = Råfett i kraftfôret, gram per kg tørrstoff

Koeffisientene både for EKM og Kraftfôr er positive, mens koeffisienten for fett i kraftfôret er negativ. Det betyr at økt melkeytelse og kraftfôropptak gir økt produksjon av metan, mens metanproduksjonen går ned med økt innhold av råfett i kraftfôret. Figur 1 viser hvordan metanproduksjonen (MJ/dag) endrer seg med melkeytelsen (EKM/dag) når kraftfôrmengden er henholdsvis 5 og 10 kg TS per ku og dag og innholdet av råfett i kraftfôret er 50 gram per kg TS. Figur 2 viser hvordan metan per kg EKM endrer seg med melkeytelsen ved de samme kraftfôrnivåene. Ved 30 kg EKM er forskjellen mellom linjene ca. 10%, eller 2 % per kg tørrstoff kraftfôr. Figur 3 viser tilsvarende effekt av fettinnhold i kraftfôret på produksjonen av metan. En økning fra 30 til 70 gram per kg TS reduserer produksjonen av metan med ca. 6,5 %, tilsvarende ca. 0,16 % per gram fett i kraftfôret.

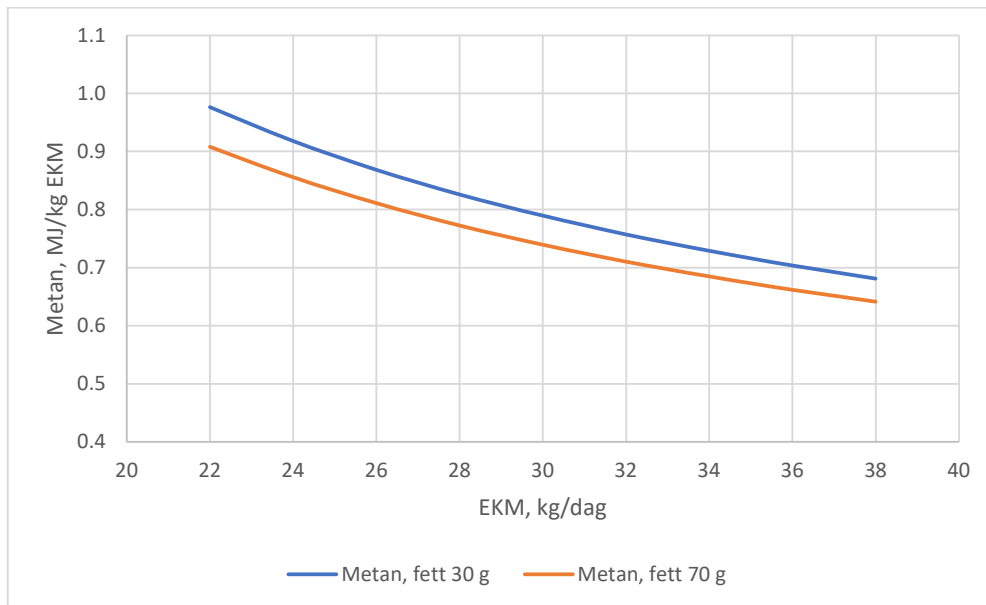




Figur 1. Effekt av melkeytelse på produksjonen av metan ved to ulike kraftfôrmengder



Figur 2. Effekt av melkeytelse på produksjonen av metan per kg energikorrigert melk (EKM) ved to ulike kraftfôrmengder

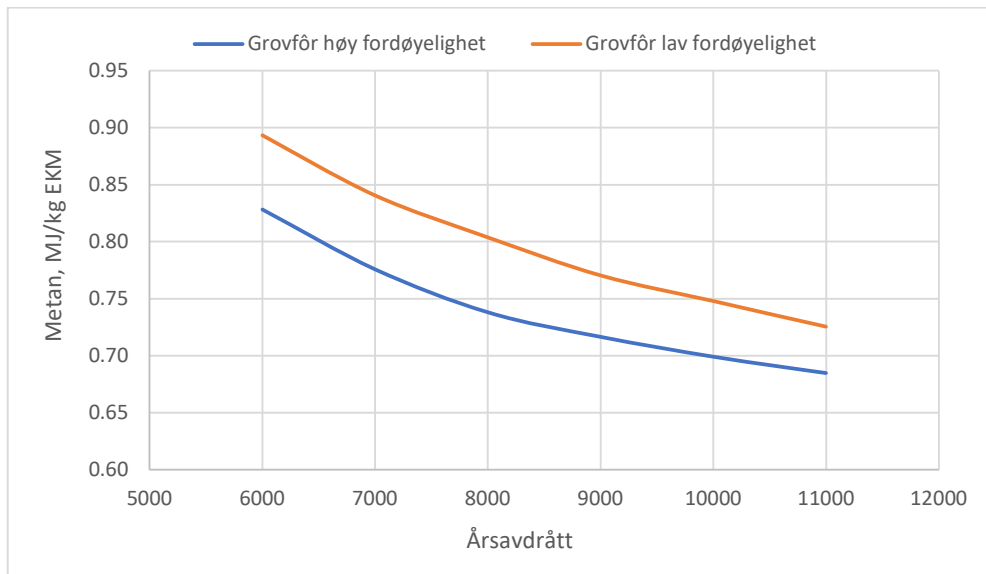


Figur 3. Effekt av fettinnhold i kraftfôret på produksjonen av metan per kg energikorrigert melk (EKM) ved ulike melkeytelser

### Praktisk anbefaling

Figur 1 til 3 viser at ligningen for beregning av metanproduksjon beskrevet gjør det mulig å ta hensyn til grovfôr kvaliteten i melkeproduksjonen indirekte. Den indirekte effekten er knyttet til redusert fôrbehov ved økende OMD i grovfôret, forutsatt en gitt melkeyting. Utfordringen er imidlertid at fôropptak og rasjonssammensetning endrer seg med kvaliteten av grovfôret.

Høyere energiinnhold i grovfôret (høyere fordøyelighet av OMD) vil gi lavere fôrforbruk og kraftfôrbehov ved en gitt yting. Denne effekten kan beregnes ved hjelp av fôrvurderings-systemet NorFor. Basert på simuleringer med TINE OptiFôr, og ligningen beskrevet i forrige avsnitt, er det gjennomført beregninger for produksjon av metan per kg EKM ved ulike fordøyelighet i grovfôret ved ulike årsavdrått (Figur 4). I eksemplet er det benyttet grovfôr med OMD på henholdsvis 680 og 770 g/kg TS. Gjennomsnittlig OMD for grovfôr de siste 10 år har vært ca. 720 g/kg TS med noe variasjon mellom år. Figuren representerer dermed seint og tidlig høstet gras innen et forventet variasjonsområde for hoveddelen av norsk grovfôr.



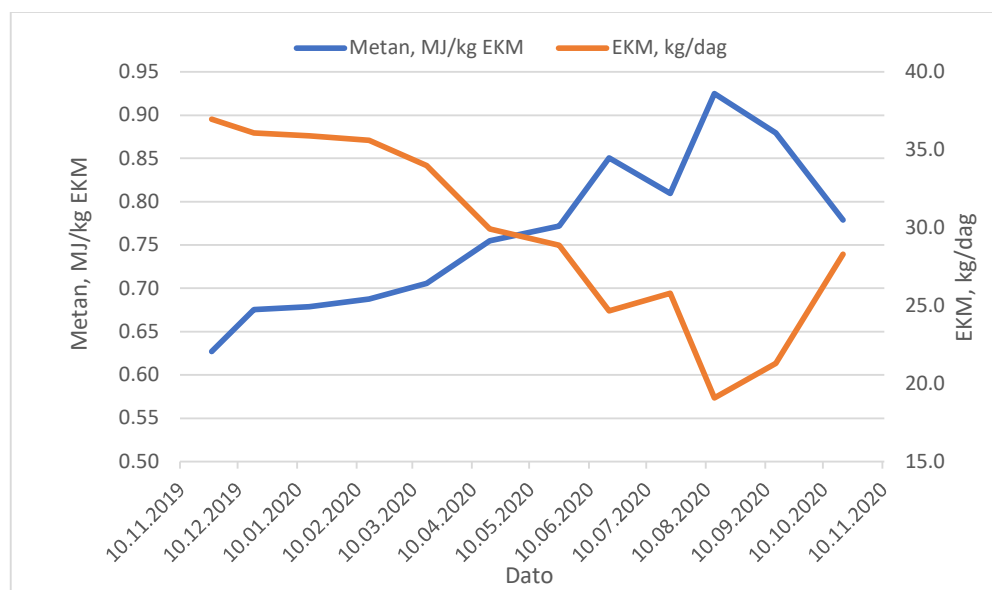
Figur 4. Effekt av ulike årsavdrått (kg EKM) og fordøyeligheten av organisk stoff i grovfôret på produksjonen av metan (MJ/kg EKM)

Figuren viser at økt årsavdrått gir et lavere utslipp av metan per kg EKM. Videre viser figuren at denne effekten ikke er lineær, og avtar med økende ytelse. Produksjonen av metan er i gjennomsnitt ca. 7,5 % lavere for grovfôret med høy OMD enn for grovfôret med lav OMD, tilsvarende ca. 0,85 % reduksjon i produksjonen av metan per 10 gram endring i OMD. Dette er nærmere vist i Tabell 3 som gir enterisk metan for tre ulike årsyttinger ved OMD på 680, 720, 750 og 780 g/kg TS. Tabellen viser dette beregnet i kg/år og som prosentvis reduksjon der OMD på 680 g/kg TS er satt som nullpunkt. I beregningen er det forutsatt samme daglige produksjon av metan i en 60 dagers tørrperiode som daglig gjennomsnittet i en 305 dagers laktasjonsperiode. Siden daglig produksjon av metan er lavere i tørrperioden enn under laktasjon er derfor verdiene vist i Tabell 3 litt høye.

Tabell 3. Årlig produksjon av enterisk metan (kg) ved ulik årsytting og fordøyelighet av organisk stoff (OMD), og beregnet reduksjon (%) med OMD på 680 g/kg TS som nullpunkt.

	Fordøyelig organisk stoff, g/kg tørrstoff			
	680	720	750	780
<b>Årsytting, kg EKM;</b>				
7000	126,4	122,1	118,8	115,6
8500	142,6	138,1	134,8	131,4
10000	161,3	156,5	152,9	149,3
<b>Reduksjon med 680 g/kg TS som nullpunkt, %;</b>				
7000		3,44	6,02	8,60
8500		3,13	5,48	7,84
10000		2,96	5,19	7,41

Basert på data fra Kukontrollen og opplysning om sammensetting av kraftfôret, er det ved hjelp av den foreslåtte ligningen også mulig å beregne metanproduksjonen på besetningsnivå gjennom et år. Figur 5 viser resultatene fra en faktisk besetning i perioden november 2019 til oktober 2020.



Figur 5. Produksjon av metan (MJ/kg EKM) i en faktisk besetning basert på data innrapportert gjennom Kukontrollen.

Dette er en besetning med mange kalvinger på høsten, og dermed en høyere avdrått i denne perioden. Påfølgende variasjon i melkeavdrått og kraftfôrforbruk gir variasjonen i metan per kg EKM mellom måneder. Løpende 12 måneders gjennomsnittlige metanproduksjon var 0,76 MJ per kg EKM. Disse beregningene kan utføres for alle bruk hvor produksjon av EKM (kg/dag), kraftfôrmengde (kg tørrstoff/dag) og fettinnhold i kraftfôr (g/kg tørrstoff) er kjent. På denne måten kan effekten av grovfôr kvalitet på produksjonen av enterisk metan indirekte beregnes gjennom et lavere behov for kraftfôr i rasjonen ved økende grovfôr kvalitet.

## **Konklusjon**

På det nåværende tidspunkt viser beregningene gjort på Datasett 1 at det ikke er grunnlag for utvikling av beregningsligninger hvor kvaliteten av grovfôr målt som fordøyelighet av organisk stoff inngår direkte. Vårt forslag er derfor at den operative modellen beskrevet i denne rapporten tas i bruk for å beregne innvirkning av grovfôr kvalitet på produksjonen av enterisk metan fra melkeku. Modellen er robust og tar hensyn til produksjonsintensitet og elementer ved fôrrasjonens sammensetting. Modellen tar indirekte hensyn til grovfôrets fordøyelighet og dermed energiinnhold ved beregning av metanutslippet. Beregningene viser at det vil bli en besparelse på ca. 2,5 % metan per år fra melkeku ved å øke OMD i grovfôret fra 72 til 75 %, forutsatt samme melkeproduksjon som i dag.

## **Andre effekter**

Fordøyelighet av organisk stoff i grovfôret har innvirkning på energiverdien av det. Ved tidligere høsting vil normalt OMD og energiverdien øke slik at det ved en gitt ytelse er behov for totalt sett mindre fôr til produksjonen av denne melka. I praktisk fôring blir imidlertid grovfôr tildelt etter appetitt slik at grovfôropptaket og samlet fôropptak øker. I tillegg vil normalt tidligere høstetid gi økt proteinverdi av grovfôret slik at behovet for protein tilført gjennom kraftfôret kan bli redusert. Hva som er nettoeffekten av økt fordøyelighet på melkeproduksjonen og fôrbehovet, inkludert mengde og kvalitet av kraftfôret, er derfor en komplisert beregning. Vi har ikke gjort forsøk på å beregne dette, men disse beregningene kan gjøres ved hjelp av NorFôr og TINE Optifôr. Et sannsynlig scenario av en slik beregning ved et gitt melkevolum (på individ-, besetning- eller nasjonalt nivå) vil være at økt fordøyelighet av OMD i grovfôr vil redusere totalbehovet for kraftfôr. Forutsatt økt proteinverdi i grovfôret vil dette gjelde proteinkraftfôr spesielt, og dermed importbehovet. Vi vil imidlertid presisere at kvantifisering av dette krever nærmere beregninger.