



**NIBIO**  
NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI



**Norsk  
Landbruksrådgiving** Vest



# Miljø- og klimavennlig melkeproduksjon

## Inspirasjon fra seks melkeproduksjonsbruk

NIBIO RAPPORT | VOL. 4 | NR. 96 | 2018



Sissel Hansen<sup>1</sup>, Torleiv Bakke Haavik<sup>2</sup>, Ildri Kristine (Rose) Bergslid<sup>1</sup>, Helena Elvatun<sup>2</sup>, Bart van Gool<sup>2</sup>, Tor Lunnan<sup>3</sup>, Gunnlaug Røthe<sup>2</sup>, Finn Walland<sup>3</sup>

NORSØK<sup>1</sup>, NLR Vest<sup>2</sup>, NIBIO<sup>3</sup>

TITTEL/TITLE	Miljø- og klimavennlig melkeproduksjon - Inspirasjon fra seks melkeproduksjonsbruk
FORFATTER(E)/AUTHOR(S)	Sissel Hansen, Torleiv Bakke Haavik, Ildri Kristine (Rose) Bergslid, Helena Elvatun, Bart van Gool, Tor Lunnan, Gunnlaug Røthe, Finn Walland

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKTNR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
26.07.2018	4/96/2018	åpen	690011	17/02145
ISBN:	ISSN:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:	
978-82-17-02150-6	2464-1162	53	3	

OPPDRAGSGIVER/EMPLOYER:	KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:
Landbruksdirektoratet (Klima- og miljøprogrammet), ref 14/63356	

STIKKORD/KEYWORDS:	FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:
Klima, melkeproduksjon	Miljø og naturressurser

SAMMENDRAG/SUMMARY:
<p>I denne rapporten presenterer vi seks gårder som viser at det er mulig å forene god økonomi med en miljømessig bærekraftig produksjon, men økonomien var best på de største gårdene. Felles for alle gårdene er næringsrik jord med god jordstruktur og god drenering, fokus på agronomi og godt husdyrstell. Dette resulterte i gode avlinger, god utnytting av tilførte næringsstoff, moderat bruk av energi og moderate utslipp av klimagasser. Fra observasjoner på disse gårdene og diskusjon på arbeidsseminar med gårdbrukerne, prosjektgruppe og inviterte gjester kan vi tipse om noen tiltak for miljøvennlig melkeproduksjon: god drenering, lite kjøring på våt jord, utføre jordarbeiding, gjødsling og høsting straks været og jorda er egnet, slepeslange med stripespreder i stedet for tankvogn for spredning av bløtgjødsel, unngå større og tyngre utstyr og større maskinpark enn nødvendig, riktige dekk og riktig lufttrykk, godt vedlikehold av maskiner og bygninger, bruk av tre i fjøsbygninger og -innredning, ombruk av gamle materialer, samarbeid med naboer om bruk av husdyrgjødsel for å spare kjøring, unngå sterk gjødsling, sats på kløver i enga, godt og rikelig grovfor, godt kalveoppdrett og god dyrevelferd. Flere tips finnes i rapporten.</p> <p><b>Summary</b></p> <p>In this report we present six farms that show that it is possible to unite good economy with an environmental friendly production. However, the economy was best on the largest farms. The farms have fertile soil with good structure and good drainage. They focus on good agronomy and animal husbandry. This resulted in good yields, good utilization of added nutrients, moderate use of energy and moderate emissions of greenhouse gases. From observations on these farms and discussions on a working seminar with the farmers, the project group and invited guests we remind on some</p>

measures for environmental friendly milk production: Good drainage, minimum tractor traffic on moist soil, start with soil tillage, fertilization and harvest immediately when the weather is opportune, slurry spraying with umbilical slurry spreader with line spreading boom, avoid larger tractors and equipment and more equipment than necessary, correct tires and tire pressure, good maintenance of machines and buildings, wooden stables, reuse of old materials, cooperation with neighbours in manure spraying, avoid heavy fertilization, use clover in grassland, good and plentiful roughage, dedicated calf rearing and good animal welfare. More suggested measures are given in the report.

LAND/COUNTRY: Norge

GODKJENT /APPROVED	PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER
Roald Sørheim	Sissel Hansen
_____ NAVN/NAME	_____ NAVN/NAME

# Forord

Rapporten er basert på resultat i prosjektet «Muligheter for miljø- og klimavennlig melkeproduksjon, Klimaprojektet» 2015-2017. Prosjektet er finansiert av Landbruksdirektoratet, NIBIO og NORSØK. Prosjektet er gjennomført som et samarbeid mellom NIBIO, NORSØK, NLR Hordaland (nå en del av NLR Vest) og gårdbrukerne i prosjektet og Ingenieurbüro Maximilian Schüler, Tyskland (modellbygging og modellering av utslipp av drivhusgasser). NIBIO har vært prosjekteier og Roald Sørheim har vært prosjektleder, mens NORSØK ved Sissel Hansen har vært fungerende prosjektleder. I tillegg har følgende vært aktivt deltagende i prosjektgruppa: Bart van Gool, Torleif Bakke Haavik, Gunnlaug Røthe, Helena Elvatun (NLR Hordaland, nå NLR Vest, diskusjon av modell, kjøring av kretsløpstolken samt gårdsbesøk og innhenting av data fra gårdene i Hordaland), Finn Walland (NIBIO, innhenting av økonomiske data og data fra Landbruksdirektoratet, gransking av økonomien), Tor Lunnan (NIBIO, bruk av gjødslingsplanleggingsprogrammet GJØK), Anne De Boer (NIBIO, organisering av data og arbeidsseminar), Ildri Kristine (Rose) Bergslid (NORSØK, videoer og rapport). Der fotograf ikke er nevnt, er bildet tatt av Sissel Hansen.

Det er krevende å holde styr på så mange ulike faktorer og sikre at det er gode og representative grunnlagsdata og resultat fra hver gård, men det er givende å arbeide sammen med trivelige folk som kan så mye som denne gjengen; både gårdbrukere, landbruksveiledere og kollegaer i NORSØK, NIBIO og Tyskland. Takk for innsatsen alle sammen.

Takk også til Grete Lene Serikstad og Martha Ebbesvik (NORSØK) for referat fra møte i Klimaprojektet og Grete Lene Serikstad for gjennomgang og korrektur av denne rapporten.

Tingvoll 26.07.18

Sissel Hansen

# Innhold

1	Innledning.....	8
2	Metode .....	10
2.1	Definisjoner brukt i rapporten.....	10
3	Presentasjon av gårdene .....	12
3.1	Gård 1, Næs, Rosendal - Konvensjonell drift .....	12
3.2	Gård 2, Dugstad, Voss - Økologisk drift .....	13
3.3	Gård 3, Kløverenga Samdrift, Tingvoll Gard- Økologisk drift.....	14
3.4	Gård 4, Skarbø, Stranda - Konvensjonell drift .....	16
3.5	Gård 5, Skaun Økomjøl DA, Skaun - Økologisk drift .....	17
3.6	Gård 6, Sandvollan Melk, Inderøy - Konvensjonell drift.....	18
4	Jordstruktur .....	19
4.1	Tilrådninger – god jordstruktur .....	24
5	Avling og næringsstoff .....	25
5.1	Næringsstoffbalanser ved engdyrking.....	27
5.2	Næringsstoffbalanser på gårdsnivå .....	30
5.3	Fôring / husdyrstell.....	31
5.4	Tilrådninger – avling og næringsstoff .....	33
6	Energibruk .....	34
6.1	Tilrådninger – energibruk .....	35
7	Drivhusgasser .....	36
7.1	Tilrådninger - drivhusgasser .....	39
8	Økonomi .....	40
8.1	Resultater fra brukene i prosjektet .....	43
8.2	Tilrådning – økonomi.....	44
9	Mulige miljøtiltak.....	45
9.1	Hva kan vi lære av gårdene i prosjektet .....	45
9.1.1	Jord og gjødsel .....	45
9.1.2	Husdyrhold .....	45
9.1.3	Hvordan unngå høstbrakking av eng med glyfosat.....	46
9.2	Virkemiddel for reduserte utslipp av drivhusgasser på melkeproduksjonsbruk.....	46
10	Modeller for bedømming av klimagassutslipp og økologisk bærekraft.....	48
10.1	Sammenligning av resultater for utslipp av drivhusgasser i FARMnor og NLR Kretsløpstolken .....	50
10.1.1	Oppsummering av gårdsmodeller.....	51
	Referanser .....	52
	Vedlegg.....	54

# Sammendrag

Legitimiteten til norsk landbruk er avhengig av et godt omdømme. Miljømessige konsekvenser av gårdsdrifta og utslipp av drivhusgasser er viktige punkt for omdømmet. Denne rapporten handler om jordstruktur, næringsstoffbalanser, energibruk, utslipp av drivhusgasser og økonomi på seks melkeproduksjonsbruk i Norge. Dette er to gårder i Hordaland, to i Møre og Romsdal og to i Trøndelag. Tre gårder drives økologisk og tre drives konvensjonelt. Rapporten handler også om hva vi kan lære av disse gårdene, som alle drives agronomisk godt, og forslag til tiltak for bedret jordstruktur og utnytting av næringsstoff, og redusert bruk av energi og reduserte utslipp av drivhusgasser på norske melkebruk.

Det er vanskelig å måle overskudd av næringsstoff og utslipp av drivhusgasser. Det brukes derfor ulike modeller til å beregne næringsbalanser og utslipp. I rapporten diskuterer vi egenskaper ved tre ulike modeller i bruk i Norge (FARMnor, NLR Kretsløpstolken og HOLOSnor), og vi sammenligner resultat fra to av modellene, hvor vi har beregnet næringsbalanser og utslipp av drivhusgasser på disse seks gårdene (FARMnor og NLR Kretsløpstolken). Det er stor usikkerhet i estimatene, spesielt i beregning av utslipp av drivhusgasser, noe vi diskuterer i rapporten.

Felles for alle de seks gårdene var en jevnt over god jordstruktur. Dette ble oppnådd gjennom fokus på tiltak som reduserte jordpakking. Eksempler på tiltak: god drenering, unngå mest mulig kjøring på våt jord, være klar til å få gjort jordarbeiding, gjødsling og høsting straks været og jorda er egnet, slepeslange i stedet for tankvogn for spredning av bløtgjødsel, unngå større og tyngre utstyr enn nødvendig, riktige dekk og riktig lufttrykk.

Avlingsnivået varierer mellom skifter og gårder, men er gjennomgående høyt i forhold til avlingsstatistikken for de samme områdene. På de økologiske gårdene, og på en av de konvensjonelle gårdene bidro biologisk nitrogenfiksering via kløver mye til nitrogenforsyninga, opptil 6 kg nitrogen per daa i høstet avling. Beregninger med gjødslingsprogrammet GJØK viste at på de gårdene som ble drevet økologisk lå registrert avling noe under potensiell avling, mens det på de andre var liten forskjell mellom registrert og potensiell avling. Det var størst overskudd av nitrogen på de gårdene som drev konvensjonelt (15-19 kg N/daa). Overskudd er beregnet som tilført minus bortført, enten på jorde-/skifte- eller gårdsnivå. Overskuddet var i samme størrelsesorden for begge beregningsmåtene. På disse gårdene ble det brukt moderat med kunstgjødsel (13 kg N per daa og år). Sterkere gjødsling er ofte vanlig, noe som vil bidra til større overskudd. På de økologiske gårdene var N-overskuddet betydelig lavere. Husdyrgjødsel var hovedkilden til fosfor på alle gårdene. På grunn av høyt innhold av fosfor i jorda ble det ikke brukt ekstra P-gjødsling. Noen gårder hadde svært lave kaliumoverskudd og til dels negative kaliumbalanser. Da det er gode reserver i jorda på disse gårdene, er ikke det noe problem. På gårder med små reserver av kalium og fosfor i jorda er det viktig å følge med på jordanalysene for å unngå næringsmangel. Disse gårdene viser at en kan få gode avlinger ved moderat til liten gjødsling ved god jord med god struktur, god utnytting av husdyrgjødsel og kløver i enga.

Det var stor variasjon i energibruken mellom gårdene. Det meste av energien ble brukt på elektrisitet, kraftfôr, diesel, gjødsel og siloplast. Energi brukt til å produsere bygninger og maskiner er ikke med i beregningene i denne rapporten. Fordi energi har vært rimelig og stort sett fornybar i Norge, har det vært lite fokus på tiltak som reduserer energibruken. God agronomi reduserer energibruken fordi de tilførte ressursene da utnyttes bedre. Eksempler på andre energisparende tiltak: godt vedlikehold av maskiner og bygninger, ikke større maskinpark enn nødvendig, bruk av tre i fjøs i stedet for stål og betong, ombruk av gamle materialer ved nybygg, gjødselkum lavere i terrenget enn fjøset, samarbeid med naboer om bruk av husdyrgjødsel for å spare kjøring.

Sammenlignet med mange gårder med tilsvarende drift er utslippene av drivhusgasser moderate til små på disse gårdene. Omtrent halvparten av de estimerte utslippene fra gårdene er knyttet til selve

besetningen, vesentlig på grunn av metanproduksjon fra fordøyelsen til storfe. Disse utslippene er vanskelige å redusere, men generelt vil godt husdyrstell og god agronomi med fokus på god jordstruktur og god utnytting av gårdens eget fôr og husdyrgjødsel føre til lavere utslipp av drivhusgasser. De samme tiltakene som reduserer energibruken, vil også redusere utslippene av drivhusgasser.

De seks gårdene har i gjennomsnitt betydelig bedre økonomisk resultat enn gjennomsnittet i driftsgranskingene (både for økologiske og konvensjonelle bruk), men det var de to største brukene som dro opp gjennomsnittet. Målt som lønnssevne per time lå de fire mindre brukene noe under gjennomsnittet for driftsgranskingene. Blant de seks gårdene var det mindre forskjell i melkeytelsen mellom driftsformene enn i driftsgranskingene generelt. Resultat pr. dyreenhet var omtrent lik i begge driftsformer for de fleste gårdene, men en av de konvensjonelle gårdene hadde betydelig bedre resultat enn de fem andre gårdene. Gårdene i prosjektet har god agronomi, godt dyrestell og greier å utnytte gårdens ressurser godt. I tillegg er disse gårdene forsiktige med investeringer.

På grunn av noe forskjellig beregningsmetodikk viste to modeller for beregning av bærekraft litt ulike estimat for næringsbalanser og utslipp av drivhusgasser, mens helhetsinntrykket av næringsstoffoverskudd og utslipp av drivhusgasser var det samme for de to modellene.

# 1 Innledning

Globalt blir det stadig varmere, og utslippene av drivhusgasser må reduseres. I den forbindelse må jordbruket også redusere sine utslipp. Klimautfordringer oppstår på grunn av ubalanse i karbon- og nitrogenkretsløpet. Fossile ressurser – lagret over millioner av år – brennes av i et historisk sett kort tidsrom. Dette fører til at atmosfæren tilføres karbon raskere enn noen gang tidligere. Nitrogen fra landbruket er en stor kilde til økt konsentrasjon av lystgass i atmosfæren. Norske utslipp av drivhusgasser skal reduseres med 40% innen 2030, og vi skal være et lavutslippssamfunn innen 2050 (80 – 95% reduksjon av utslippene sammenlignet med 1990). Det er derfor et stort press på landbruket – som i alle andre næringer – for å redusere og synliggjøre reduksjon av drivhusgassutslipp. En klimavennlig landbruksproduksjon handler om god ressursutnyttelse, sirkulering av næringsstoff og god agronomi. Dersom bygninger, gjødsel, arealressurser, maskiner m.m. stelles, brukes og vedlikeholdes på en god måte, bidrar det til reduserte utslipp. Jordbearbeiding, gjødsling, høsting m.m. bør gjøres under optimale forhold.

Kravet til effektiv drift i norsk melkeproduksjon er høyt. Mange melkeprodusenter har økt sin produksjon betydelig, og investert store beløp i nye driftsbygninger. Dette har ført til at stadig færre bønder driver et stadig større areal. Delvis utfordrende arrondering med mange små jordlapper spredt rundt i bygda kan utfordre bondens evne til å drive klimaoptimalt, som f.eks. å bruke slepeslanger til spredning av husdyrgjødsel. Ytelsen per ku øker, og det samme gjør kraftforprosenten. Denne utviklingen skjer både innen konvensjonelt og økologisk landbruk.

Driftsforhold og driftsstruktur i Norge er forskjellig fra forholdene i store deler av Europa. Utenlandske konklusjoner om hva som er mest klimavennlig og miljøvennlig drift kan derfor ikke overføres direkte. Det må undersøkes hva som fungerer best for norske forhold. De fleste gårdbrukere er opptatt av miljø og god agronomi. Både de som driver økologisk, og de som driver konvensjonelt. Gode eksempler gjør det lettere å se hva som er mulig på egen gård. Vi ønsket derfor å følge noen gårdbrukere som har gode agronomiske resultat, og undersøke hvordan de ulike faktorene i gårdsdrifta deres påvirket agronomi, ulike miljøfaktorer og utslipp av drivhusgasser. I dette prosjektet har vi studert tre økologiske og tre konvensjonelle gårder. Ikke for å teste om økologisk eller konvensjonell drift er best, men for å identifisere de beste løsningene.

Det er mange faktorer som skal på plass for å få en etterrettelig analyse av miljøeffekter og utslipp av drivhusgasser på melkeproduksjonsbruk, og de ulike modellene som prøves ut i Norge har forskjellige innfallsvinkler. Det er derfor viktig at man får de samme hovedkonklusjonene ved bruk av ulike modeller. I Norge er det i hovedsak tre modeller som har vært aktuelle å prøve ut nærmere; FARMnor som har utgangspunkt i en tysk gårdsmodell som ble utviklet for norske melkeproduksjonsgårder, NLR Kretsløpstolken som har utgangspunkt i en nederlandsk gårdsmodell, HOLOSnor som har utgangspunkt i en kanadisk gårdsmodell.

**Formålet med denne rapporten er å presentere noen agronomiske, miljømessige og økonomiske resultat for disse gårdene, og basert på arbeidet med disse gårdene foreslå tiltak på gårdsnivå som kan bedre miljøeffekter og redusere utslipp av drivhusgasser fra melkeproduksjon.**

Vi ser spesielt på jord og jordstruktur, avling, gjødsling og overskudd av plantenæringsstoff, energibruk og utslipp av drivhusgasser. I tillegg sammenlignes modeller for bedømming av miljømessig bærekraft og utslipp av drivhusgasser på gårdsnivå.





*Gårdbrukere, prosjektgruppa og noen gjester ble samlet for å diskutere resultat fra gårdene.*



*Det blir videoer fra prosjektet. Her er gårdbrukerne klare til filmopptak fra fjøset på Tingvoll Gard.*

## 2 Metode

Seks melkeproduksjonsgårder er brukt som eksempel gårder i prosjektet. Det er to gårder fra Hordaland (Voss og Kvinnherad), to fra Møre og Romsdal (Stranda og Tingvoll), to fra Trøndelag (Inderøy og Skaun). De fem første har overveiende grasproduksjon, mens på gården i Skaun er det også litt grønnfôr. Disse gårdene ble valgt som eksempler på gårder hvor driverne er opptatt av miljø, og samtidig har en god agronomi som gjør det mulig å få til ei klima- og miljøvennlig drift. Halvparten av produsentene måtte være godkjent for økologisk melkeproduksjon.

Daværende NLR Hordaland valgte ut de to første gårdene basert på resultater i prosjektet «NLR Kretsløpstolken», gårdene fra Møre og Romsdal var med i «Miljømelkprosjektet» og de to fra Trøndelag ble plukket ut i samråd med veiledere fra NLR og Tine.

Det ble samlet inn data for årene 2015 og 2016. Vi samlet inn data på hvor mye som ble produsert på gårdene av melk og kjøtt, hvor mye som ble solgt av dette og andre produkt fra gårdene, og hvor mye som ble importert til gårdene i form av fôr (kraftfôr og grovfôr), gjødsel (kunstgjødsel, husdyrgjødsel, annen organisk gjødsel), pesticider, elektrisk kraft, diesel og andre forbruksvarer som ble brukt til storfe på gården. Vi hentet inn data fra Landbruksdirektoratet, Kukontrollen, gårdsregnskapet, landbruksveiledere og ikke minst fra samtaler med bøndene selv i forbindelse med gårdsbesøk.

På tre skifter på hver gård ble det registrert avling ut fra antall lass eller rundballer høstet på disse skiftene. Förverdi og innhold av næringsstoffer ble analysert i surførprøver fra de aktuelle skiftene. Ved hjelp av bilder hvor kløverinnholdet var kjent anslo gårdbrukerne kløverandelen i sine skifter. Dette ble brukt til å estimere hvor mye nitrogen som ble bundet i kløver via biologisk nitrogenfiksering. Vi tok jordprøver og bestemte surhetsgrad og innhold av plantenæringsstoff i jorda. I tillegg gjorde vi en visuell bestemmelse av jorda og vurderte infiltrasjon, jordstruktur, rotvekst og mengden meitemark. Til dette brukte vi skjemaet som er utviklet til «Jordlappen» (<http://orgprints.org/32509/1/Kurs%20i%20Jordlappen%20Trinn%201%20bildekollasj.pdf>).

En samleprøve fra husdyrgjødsel tatt på våren begge årene ble analysert for innhold av plantenæringsstoff.

Modellene FARMnor, NLR Kretsløpstolken og GJØK ble brukt til å analysere næringsstoffbalanser, utslipp av drivhusgasser og energibruk. Økonomi ble analysert med NILFs driftsplanleggingsprogram NORKAP i tillegg til NORKON. Det var også planlagt å analysere dataene med HOLOSnor for å kunne sammenligne tre modeller for beregning av drivhusgasser (FARMnor, NLR kretsløpstolken og HOLOSnor). Vi endte opp med å analysere gårdene med FARMnor og Kretsløpstolken da det viste seg vanskelig å bruke HOLOSnor.

De fleste resultatene er presentert som enhet per vektet storfeareal. Vektet storfeareal er beregnet som daa fulldyrket areal x 1 + daa overflatedyrket areal x 0,6 + daa innmarksbeite x 0,3. Areal brukt til andre dyr enn storfe eller til planteprodukt som eksporteres fra gården er trukket fra.

Fordi dette er en populærvitenskapelig rapport, har vi valgt å ikke sette inn referanser på tilrådinger. Kontakt Sissel Hansen om du er interessert i flere bakgrunnsdata.

### 2.1 Definisjoner brukt i rapporten

**Aktivitetsdata:** Mengde av en aktivitet i produksjonen som kan brukes til å beregne utslipp. Eksempel på aktivitet er daa jord, antall kyr, mengde gjødsel brukt.

**Agronomisk tiltak:** Tiltak i en driftspraksis for å bedre resultat på agronomiske mål (f.eks. på produksjon, miljø og økonomi), f.eks. drenering, spredning av gjødsel om våren, redusert kjørebekymring.

**Biologisk nitrogenfiksering:** Nitrogen som blir fiksert fra lufta i symbiose mellom kløver og Rhizobium-bakterier.

**Konvensjonell drift:** En gård som ikke driver etter Mattilsynets regelverk for økologisk drift

**Innmarksbeite:** *Innmarksbeite er jordbruksareal som kan benyttes som beite, men som ikke kan høstes maskinelt. Minst 50 prosent av arealet skal være dekket av grasarter / beitetålende urter.*

**Overflatedyrket jord:** Grunn jord som ikke kan pløyes.

**Næringsbalanse:** Mengde næringsstoff (f.eks. nitrogen, fosfor) tilført gården minus mengde næringsstoff solgt i produkt.

**Næringsstoffeffektivitet:** Mengde næringsstoff tilført gården per mengde næringsstoff i produkt (melk og kjøtt).

**Skyggeareal:** Areal utenfor gården som brukes til å dyrke fôr eller ale opp livdyr som importeres til gården.

**Skifte:** En gård er ofte delt opp i ulike jordstykker. Disse kalles for skifter.

**Storfeareal:** Den delen av arealet på gården som brukes til produksjon av fôr til storfe. Areal brukt til produksjon av fôr til sau, dyrking av grønnsaker osv. er trukket fra det totale arealet på gården for å få storfeareal.

**Vektet areal:**  $\text{Daa fulldyrket jord} \times 1 + \text{daa overflatedyrket} \times 0.6 + \text{daa innmarksbeite} \times 0.3$ . Arealet er vektet fordi gjødsling og avling er lavere på overflatedyrket areal og innmarksbeite, enn på fulldyrka jord.

**Økologisk drift:** En gård som er sertifisert av Debio etter Mattilsynets regelverk for økologisk drift

**Utslippsfaktor:** Hvor mye av en type drivhusgass som slippes ut per aktivitet.

## 3 Presentasjon av gårdene

Gårdene ligger forskjellige steder i landet, har ulikt klima, jord, arrondering og topografi, og ulik størrelse og driftsmåte. Driftsbygningene er også ulike, både i alder og type. Noen har andre husdyr enn bare melkekyr. Bøndene har alle gjort tilpasninger til forholdene der de driver og til egne interesser og de mulighetene de har for å drive gården. Noe er imidlertid felles for alle gårdene. Hovedinntekten kommer fra melkeproduksjon. Oksekalvene selges enten som små eller som livdyr over 100 kg. Det er interesserte gårdbrukere, som har fokus på godt husdyrstell med trivsel i fjøset og god agronomi ute på jordet. Det er gjennomgående gårder som har næringsrik og god jord, og jorda tas vare på med kontinuerlig vedlikeholdsgrøfting og omtanke ved kjøring for å unngå kjøreskade og jordpakking. Fokus på å få gjort ting til rett tid er en gjenganger.

### 3.1 Gård 1, Næs, Rosendal - Konvensjonell drift

Gården Næs i Sunnhordland drives av Elisabeth og Lars Johan Næs. Driftsbygningen er et båsøs fra 1970 som har vært gjennom flere oppgraderinger. Melkekvoten er 160 000 liter, og det produseres melk gjennom hele året. De har 22 årskyr, og en ytelse på ca. 8 400 kg EKM per årsku. I gjennomsnitt leverer de om lag 175 000 kg EKM melk årlig. Kalvene får melkeerstatning. Grovfôr og kraftfôr føres automatisk med vogn. Alle oksekalver selges som små. I gjennomsnitt selges det kjøtt fra gården – enten som levende eller slaktede storfe - tilsvarende 3,5 tonn slaktevekt per år.



*Gården Næs ligger til høyre i bildet.*

*Foto: NLR Hordaland*

Gården består av 320 daa; 160 daa innmarksbeite og 160 daa fulldyrka eng. Av disse er 90 daa leid. En del av innmarka blir brukt til beite om sommeren, mens ungdyra blir sluppet i utmarka. Enga snus regelmessig hvert 4. år. I gjenlegg brukes det ikke dekkvekst, men det blandes inn frø av flerårig raigras. Det utføres suppleringssåing med flerårig raigras ved behov. Det er fokus på tidlig slått, og avlinga på gården ligger på 680 – 690 FEm/daa.

Det er relativt kort kjøreavstand til det meste av leiejorda, bortsett fra en teig som ligger 4 km unna. Husdyrgjødsla spres med ei vogn med bladspreder og som tar 6,5 m<sup>3</sup>. Det brukes lett traktor med breie dekk. 1. slåtten legges i tårnsilo. Det meste av 2. slåtten blir pakka i rundballer. Til denne jobben leies det inn entreprenører. De har det tyngste utstyret som brukes på gården.



*Stor innsats for prosjektet. Har tar Lars Johan Næs ut gjødselprøve.*

*Foto: NLR Vest*

### 3.2 Gård 2, Dugstad, Voss - Økologisk drift

Gården Dugstad på Voss har blitt drevet av Knut O. og Merete Dugstad på heltid siden 1976. Sønnen Olav overtok gården i 2017. Gården drives økologisk, og melkeproduksjonen foregår i løsdrifts fjøs med en kvote på 145 000 tonn. Det produseres melk gjennom hele året på 24 årskyr, med en ytelse på ca. 7 000 kg EKM per årsku. I gjennomsnitt leverer de om lag 151 000 kg EKM melk årlig. Melk fra egne kyr brukes til kalveoppdrett. De fleste oksekalvene selges som små. I gjennomsnitt per år selges det kjøtt fra gården – enten som levende eller slaktede storfe – tilsvarende 3,9 tonn slaktevekt.

Gården består av 260 daa, med 30 daa innmarksbeite og 200 daa fulldyrka eng. Resten av arealet brukes til å dyrke ulike åkervekster. I alt 40 daa er leid. På 1990-tallet ble det gjort beregninger på næringsstoffbalansen på gården. Bøndene likte ikke det store næringsoverskuddet beregningene viste. Mineralgjødsla ble kuttet ut, og drifta har vært Debio-sertifisert siden 1999.

Kyr som skal kalve i oktober blir sendt til fjells ca. 1. august. Ungdyra sendes til fjells i juni. Sommermelk produseres hjemme på gården, basert på stripe- og skiftebeiting og silosaft.



*Tresking og krossing av eget kraftfôr.*

*Foto Olav Dugstad*



*Stølen Furteset i Raundalen på Voss.*

*Foto: Olav Dugstad*

Graset blir direktehøsta og lagt i plansilo. Silosafta lagres i lufttett pose og føres til kyrne. Husdyrgjødsla spres med slangeutstyr med stripespreder (arbeidsbredde på 12 m). De har brukt slangespreder de siste 25 årene, og kjøpte stripespreder i 2014. Stripespreder førte til bedre utnytting av nitrogenet og dermed økt avling. Avlingsøkningen var størst på areal med lite eller ingen kløver. Gjennomsnittlig avling i 2015 og 2016 ble beregnet til 770 og 570 FEm/daa på utvalgte skifter. Bygg brukes som dekkvekst, og avlingen blir krossa til eget bruk. Om lag 2 – 3 daa med bygg leveres hvert år til et lokalt ølbryggeri. Det dyrkes litt grønnsaker på gården, både kålrot, gresskar og rødbeter. Det dyrkes kålrot på 1,5 daa. Ugras kontrolleres med falskt såbed og ugrasharving en gang per uke. Grønnsakene selges til Finnegarden ([www.finnegarden.no](http://www.finnegarden.no)).

### 3.3 Gård 3, Kløverenga Samdrift, Tingvoll Gard- Økologisk drift

Kløverenga Samdrift på Tingvoll drives av Erik Lindhardt og Anne de Boer. De driver økologisk melkeproduksjon i et rundt, uisolert løsdriftsfjøs i tre, bygd i 2011. De disponerer en melkekvote på 150 tonn, og har 20 årskyr. Ytelsen er på om lag 8 900 kg EKM per årsku, og det leveres i gjennomsnitt 158 000 kg EKM melk årlig. Melk fra egne kyr brukes til kalveoppdrett. Oksekalvene selges når de er små. I gjennomsnitt selges det kjøtt fra gården – enten som levende eller slaktede storfe – tilsvarende 3,7 tonn slaktevekt årlig.



*På vei inn til melking i rundt trefjøs.*

*Foto: Heine Schjølberg*

Samdrifta disponerer i alt 377 daa, 10 daa overflatedyrka, 72 daa innmarksbeite, 253 daa fulldyrka eng og 42 daa annet grovfôr. Gården var ferdig omlagt til økologisk drift i 1993. Høymole på fulldyrka mark er en stor utfordring. All blautgjødsel spres på eng med ei vogn på 3m<sup>3</sup>. Om lag 1/5 av arealet pløyes hvert år. Det brukes fastgjødsel fra ungdyr på talle på det arealet som skal pløyes. Dekkvekst i gjenlegget er havre eller bygg.

For å fylle kvoten kjøpes det inn 100 rundballer årlig. Det er ikke mulig å leie areal i nærheten. Fôr slås og rankes av bonden sjøl, mens pressing og pakking gjøres av innleid entreprenør.



*Fjøset har kalvingsbinger og lufteveranda til kyrne.*

*Foto: Heine Schjølberg*

### 3.4 Gård 4, Skarbø, Stranda - Konvensjonell drift

Gården Skarbø i Stranda har blitt drevet av Eli og Lars Helge Skarbø fram til 2014, da Kristine Skarbø og Carlos Rabelo overtok. Gården har 20 årskyr og en melkekvote på 140 tonn. Ytelsen er på om lag 8 600 kg EKM per årsku og det leveres i gjennomsnitt 155 000 kg EKM melk årlig. Melk fra egne kyr brukes til kalveoppdrett. Det brukes ikke melkeerstatning. Høstkalving er en del av driftsopplegget. Kyrne er ute på dagbeite fra ca. 20.mai til ca. 15.juni, mens de fremdeles melker. Tørrkyrne beiter i utmarka fram til det nærmer seg kalving i august/september. Oksekalver selges som små. I gjennomsnitt selges det kjøtt fra gården – enten som levende eller slaktede storfe – tilsvarende 3,3 tonn slaktevekt per år.



*Foto: Kristine Skarbø*

Gården består av 218 daa, 54 daa innmarksbeite og 164 daa fulldyrka eng. 86 daa er leid. Arealet er delvis bratt og utfordrende å drive. Fôret blir lagt i tre tårnsiloer. De har i tillegg noen rundballer (leiepressing). Det er fokus på lett utstyr for å unngå jordpakking, og det brukes tvillinghjul på traktoren.

I tillegg til gårdsdrifta har bøndene drevet med «Inn på tunet» siden år 2000, og småskala osteproduksjon er nettopp startet opp.



*Godt dyrestell og beiting er viktige fundament i gårdsdrifta. Til venstre kyr på høstbære kyr utmarksbeite om sommeren. Til høyre Kristine Skarbø fører kalver.*

*Foto: Skarbø*



### 3.5 Gård 5, Skaun Økomjøl DA, Skaun - Økologisk drift

Skaun Økomjøl i Skaun har blitt drevet av Aud og Lorens Landrø i samdrift med flere fram til 2017. Da overtok Ingvild Rekstad og Jørgen Soknes. De leier kvote og jord av to andre gårder. De disponerer en melkekvote på 541 tonn som produseres av 72 årskyr. Nytt fellesfjøs ble bygd i 2009. Dette er et kaldfjøs med melkerobot.



Ytelsen er om lag 8 200 kg EKM per årsku, og det leveres i gjennomsnitt 556 000 kg EKM melk årlig. Kalvene får melk fra «tantekyr», og ikke melkeerstatning. Oksekalver selges som små, i tillegg til 20 – 25% av de drektige kvigene. I gjennomsnitt selges det kjøtt fra gården – enten som levende eller slaktede storfe – tilsvarende 13 tonn slaktevekt per år.

Driftsenheten disponerer 1 072 daa, 954 daa fulldyrka, 10 daa overflatedyrka og 108 daa innmarksbeite. I alt 838 daa er leid. Fra 2017 blir alt fôret høstet i rundballer. Samdrifta har eget utstyr, men leier inn entreprenør i tillegg for å få raskt tempo på innhøstinga. Det blir dyrka noe korn til grønnfôr. Gjødsla lagres i et utvendig lager på 3 000 m<sup>3</sup>, plassert utenfor fjøset. IGret har naturlig skorpe, men ikke tak. Gjødsla spres med slangesprederutstyr.

Ungdyra går på utmarksbeite i perioden juni – september/oktober. Melkekyrne er ute fra mai til september, men føres inne om natta. Kyr som ikke passer i melkeroboten brukes som ammekyr til kalvene.



*Det dyrkes korn til grønnfôr. Kyr som ikke passer i melkeroboten brukes som «tantekyr» til kalvene.*

### 3.6 Gård 6, Sandvolla Melk, Inderøy - Konvensjonell drift

Gården Sandvolla på Inderøy drives av Tove Kristin og Asle Sølvberg. De har 60 årskyr og en melkekvote på 418 tonn. Det ble bygd nytt løsdriftsfjøs i 2005. Ytelsen er på om lag 8 600 kg EKM per årsku, og det produseres rundt 458 000 kg EKM melk. Imidlertid leveres bare 418 000 årlig fordi kalvene føres på egen melk. Oksekalvene selges som livdyr (fôringsokse over 100 kg). I gjennomsnitt selges det kjøtt fra gården – enten som levende eller slaktede storfe – tilsvarende 11 til 14 tonn slaktevekt per år.

Gården består av 623 daa, 63 daa innmarksbeite eller overflatedyrka og 560 daa fulldyrka eng. I alt 50 daa er leid. Enga fornyes hvert 5.-6. år. Enga pløyes om våren etter at det har blitt sprøytet med glyfosat om høsten. I det siste har det blitt dyrket noe raisvingel (80 daa). Grøftene blir kontrollert hver gang eng fornyes og ødelagte grøfter blir reparert.



Det er vårkalving fra mars og utover, og kyrne sines i desember. Både kyr og ungdyr går på innmarksbeiter om sommeren. Kyrne beiter som oftest på raigras om natta og skrinne beite på dagen. 20-25% av beite er innmarksbeite, resten er fulldyrka. Eng som ikke beites legges i rundballer. Gården ligger i nærheten av Hoff potetindustri, og en del kunstgjødsel er erstattet med potetsaft fra potetindustrien. En sterkt trafikkert vei deler gården i to, noe som har gjort det vanskelig å få til en god løsning for slangespredning av husdyrgjødsel. Gjødsel spres derfor med tankvogn.



*Dagslys ovenfra sparer strøm i fjøset.*

## 4 Jordstruktur

God jordstruktur er en av forutsetningene for å kunne lykkes med ei miljøvennlig drift. I ei jord med god struktur er det god luftveksling slik at jordorganismer og planterøtter har tilgang på oksygen. Det er god infiltrasjon slik at vann ikke blir stående på overflata. Planterøtter får utvikle seg slik at de kan hente opp vann og næring fra dypere jordlag. I ei jord med god struktur og god drenering vil det være begrenset produksjon av klimagassene lystgass ( $N_2O$ ) og metan ( $CH_4$ ). Tvert imot vil metanoksiderende bakterier føre til et opptak av metan. God jordstruktur bidrar derfor til god plantevekst, klimatilpasning og reduserte utslipp av drivhusgasser.

**Konsekvenser av dårlig jordstruktur**

**Nedsatt:**

- Rotutvikling
- Næringsopptak
- Dyreliv
- Omsetning av organisk materiale
- $CH_4$ -opptak

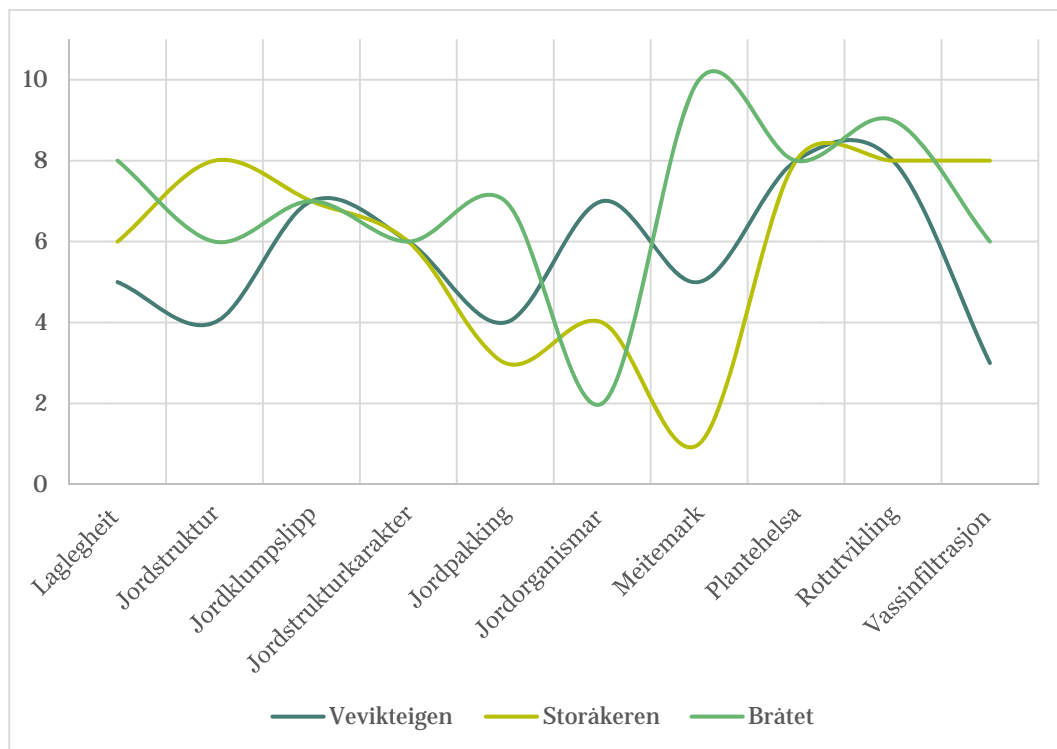
Dårlig avling

**Økt tap av:**  
 $N_2O$ ,  $NO$ ,  $NO_3$ ,  $NH_3$



Vi undersøkte jordkvaliteten på gårdene. Til det brukte vi jordkvalitetsindikatorene i et kursopplegg kalt Jordlappen. I Vedlegg 1 er det et eksempel på hvordan den er brukt for å bedømme jorda på et skifte (<http://orgprints.org/32509/1/Kurs%20i%20Jordlappen%20Trinn%201%20bildekollasj.pdf>). Jordlappen består av 10 ulike indikatorer som beskriver jordkvaliteten. Vi valgte å bruke disse fordi de gir en god indikator på jordkvaliteten og fordi Jordlappen brukes ved mange kurs i Norge.

Felles for alle de seks gårdene var en jevnt over god jordstruktur. Noen av indikatørene, som jordpakking (vaier stikkes ned i jorda), meitemark og infiltrasjon vil variere med fuktigheten i jorda. I tabell 1 er resultatene for gårdene oppsummert. Figur 1 viser resultat for de undersøkte indikatørene på gård 1 (Næs). Nedenfor er det gjengitt noen andre eksempler fra jordkvalitetsundersøkelsene på gårdene i prosjektet.



Figur 1. Jordkvalitetsindikatorer for tre utvalgte jordstykker på gården Næs. 10 indikerer svært gode forhold.



Eksempel på fruktbar, levende jord på gård 2 (Dugstad).

Foto: Gunnlaug Røthe.



*Anne De Boer og Erik Lindhardt gjør klar til måling av vanninfiltrasjon og jordklumpslipp og på gård 3 (Tingvoll Gard).*



*Rødkløverrot med knoller med Rhizobiumbakterier på gård 4 (Skarbø).*

Vår og sommer 2015 regnet det mye i Trøndelag og det var mange som søkte om avlingsskadeerstatning fordi de ikke kunne kjøre utpå den våte jorda. Lorens Landrø fra Skaun Økomjølke fortalte at de hadde svært gode avlinger dette året, og tilskriver det den gode jordstrukturen som gjorde at vannet raskt ble infiltrert og jorda tørka opp slik at de kunne få gjort våronn før neste regnvær satte inn.



*God infiltrasjon på gård 5 (Skaun Økomjøl) gjør det lettere å drive i år med mye nedbør. Her er det Lorens Landrø som ser på jorda i byggåkeren.*



*Planterøtter og jordorganismer løsner opp i jorda på et skifte med leirjord på gård 6 (Sandvollan).*

Tabell 1. Noen jordkvalitetsindikatorer, gjennomsnitt for tre skifter på hver gård sommeren 2016 på en skala fra 1-10, hvor 10 er best.

Gård	1	2	3	4	5	6
Jordstruktur	6	9	7	8	7	6
Jordklumpslipp	7	9	7	8	7	6
Jordpakking	5	9	7	9	7	7
Meitemark	5	8	7	9	9	5
Rotutvikling	8	9	9	8	9	9
Vanninfiltrasjon	6	10	6	9	9	4

Gårdbrukerne har valgt ulike strategier for å oppnå god jordstruktur, men alle er bevisste på - så mye som mulig - å unngå og kjøre på våt jord. Eng fører generelt til en bedring av jordstrukturen, men ved gjentatt kjøring i våt jord vil det danne seg en platestruktur i øvre jordlag som hindrer infiltrasjon og rotvekst. Kjøring med tunge maskiner vil også gi pakking i dypere jordlag. En av de største utfordringene på en gård med melkekyr er å få ut gjødsla på en god måte slik at en får nytta næringsstoffene godt, unngår jordpakking og får kjørt ut gjødsla effektivt. Det er store mengder gjødsel som skal ut på jorda.

På to av gårdene (Dugstad og Skaun Økomjolk) har de slangespreder, og de er begge svært fornøyde med hvor effektivt de får spredd gjødsla med det, og hvor god gjødselutnytting de får. Knut Dugstad merka momentan avlingsøkning ved overgang til stripespreder på slepeslangen.

Andre er påpasselige med å være klare til kjøring straks forholdene for spredning var laglige.



*Sommeren 2016 var det langvarig tørke i Trøndelag. Straks det begynte å regne ble det møkkakjøring på Sandvolla. På den måten fikk de ut gjødsla mens jorda fortsatt var tørr, og samtidig gjorde regnet som kom etter at gjødsla var spredd at gjødsla ble infiltrert i jorda.*

Innhøsting kan være en stor utfordring på Vestlandet og i Trøndelag. God drenering er en forutsetning for at jorda skal kunne tørke så raskt opp mellom regnværsperiodene at det er mulig å komme utpå uten å pakke jorda. Alle gårdbrukerne hadde fokus på god drenering. Stort utstyr gjør det mulig å få slåtten raskt unna, slik at en kan rekke å bli ferdig før neste regnvær, men samtidig vil det tunge utstyret øke faren for jordpakking. Er utstyret lite og lett, blir skadene mindre om en må kjøre utpå før det tørker opp. På Skarbø har de valgt å bruke Vossakasse til å frakte graset, noe som er godt tilpassa de bratte bakkene på gården. Samtidig reduseres marktrykket. Det er ofte tilhengeren, med bare en aksling, som forårsaker de største pakkeskadene.

## 4.1 Tilrådninger – god jordstruktur

Eksempler på tiltak som bedrer jordstrukturen er:

- God drenering
- Unngå mest mulig kjøring på våt jord
- Være klar til å få gjort jordarbeiding, gjødsling og høsting når jord og vær er lagelig
- Der det er mulig – bruk slepeslange i stedet for tankvogn for spredning av husdyrgjødsel
- Unngå større og tyngre utstyr enn nødvendig
- Riktige dekk og riktig lufttrykk



*Lett utstyr er en viktig forutsetning for god jordstruktur.*

*Foto Rose Bergslid*



## 5 Avling og næringsstoff

Jorda gjødsles for at plantene skal vokse. Blir det for mye gjødsel i forhold til plantenes opptak av næring, blir det næring på avveie, noe som bidrar til forurensing. Noe avrenning og gasstap vil det alltid være, men hvor mye avhenger av hvor godt vi greier å utnytte de næringsstoffene vi tilfører.

Vi har undersøkt antatt mengde opptatt gjødsel og potensiell avling i forhold til avlingsregistreringer basert på mengde gras høstet i rundballer og eller gras, næringsbalanser på skiftenivå og næringsbalanser på gårdsnivå. Det er travelt på en melkeproduksjonsgård og selv for de som er mest iherdige til å notere, er det enkelte ting som glipper. Det gjelder også for disse gårdene. En av de tingene som er vanskeligst å beregne er avling. Hvor mange lass eller rundballer er egentlig høstet og hvor tunge er de? Noen ganger er det vanskelig å finne igjen silo fra det aktuelle skiftet for å få analysert innholdet i surfôret derfra. Noen ganger glipper det å få tatt ut prøver til analyse i det hele tatt, og vi må lage et estimat basert på andre år eller andre skifter. Fordi alle beregninger vi gjør av avling, næringsstoffopptak, næringsbalanser etc. på skiftenivå er basert på disse dataene, er det viktig å huske at dette er omtrentlige beregninger og ikke eksakte verdier.

Gjødslingsplanleggingsprogrammet GJØK er utviklet av Gustav Fystro ved NIBIO Løken. Det beregner behovet for nitrogengjødning til eng med gras og kløver basert på delmodeller for husdyrgjødsel, mineralgjødning, nitrogenomsetning i jord, kløver i enga og potensiell avling på skiftet. Foreløpig er programmet i Excel da det ennå ikke er utviklet en brukerversjon. Tor Lunnan, NIBIO, har brukt GJØK til å beregne hvor mye nitrogen som er tatt opp i enga og forholdet mellom registrert avling og potensiell avling (Tabell 2). Det mangler data fra én gård på grunn av manglende registrering fra en slått.

Opptak av nitrogen er ikke det samme som gjødslet eller tilført nitrogen. N-min. gjødsel, N-husdyrgjødsel og N-kløver i tabell 2, er beregnet som hvor mye av den tilførte gjødsel som en antar finnes igjen i høstet avling. I tillegg vil det være en del igjen i røtter, stubb, jord og jordorganismer og en del vil tapes som ammoniakk-gass eller vaskes ut. Noe nitrogen vil også tapes via andre gasser, som lystgass (N<sub>2</sub>O), men det er så lite at det ikke har noen agronomisk betydning. På gård 1 skifte 1 er det for eksempel beregnet 12,1 kg nitrogen tatt opp fra kunstgjødsel, 4,5 kg N tatt opp fra husdyrgjødsel, mens det er gjødslet med 20 kg N i kunstgjødsel og 19 kg N i husdyrgjødsel.

Forholdet mellom registrert avling og potensiell avling er et indirekte mål for nitrogenforsyninga på skiftene, og dette forholdet er ikke uventet lavest på noen av skiftene på økologisk drevne bruk. Potensiell avling er beregnet på grunnlag av avling, proteinprosent og kløverinnhold. Dersom N-innholdet er likt eller over kritisk N-innhold, er potensiell avling lik oppnådd avling. Dersom N-innholdet i høsta planter er lavere enn kritisk N-innhold, er potensiell avling høyere enn den avlinga som er oppnådd. Forholdet mellom registrert og potensiell avling viser hvor mye av potensialet som er utnyttet på denne enga. Beregningene gjøres separat for hver slått.

Tabell 2. Opptak av nitrogen i eng, kg/daa (N-opptak = kg N i høstet avling), beregnet for tre jordstykker på fem gårder i gjennomsnitt for to år. For de samme skiftene er det oppgitt anslått kløverprosent i enga (kløver %), og beregnet mengde høstet nitrogen i kg per daa fra mineralgjødning (N-min.gj.), husdyrgjødsel (N-husdyrgj.), via biologisk nitrogenfiksering (N-kløver) og tatt opp fra jorda (N-jord), potensiell avling (Pot. avling) og registrert avling (Reg. avling) i kg tørrstoff per daa og forholdet mellom potensiell og registrert avling (Reg/Pot)

Gård	1.Næs			2.Dugstad			3.Tingvoll			4.Skarbø			6.Sandvollan		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
<b>Stykke</b>															
<b>N-opptak</b>	28	28	15	20	16	22	21	11	14	15	18	20	20	17	24
<b>kløver %</b>	10	0	0	26	26	26	26	19	30	30	30	10	5	5	0
<b>N-min.gj.</b>	12,1	12,1	12,1	0	0	0	0	0	0	5,8	6,6	5,8	6,9	7,5	9,3
<b>N-husdyrgj.</b>	4,5	4,5	4,7	6,6	4,9	6,8	3,5	3,7	3,8	5,9	4,7	5,8	6,7	6,4	8,0
<b>N-kløver</b>	1,0	0	0	3,2	4,0	6,2	5,7	2,6	4,8	6,0	6,1	1,4	0,4	0,6	0
<b>N-jord</b>	10,2	11,1	-1,8	10,0	7,0	8,6	11,6	5,0	5,4	-2,7	0,6	6,9	5,7	2,2	6,8
<b>Pot. avling</b>	1304	1299	796	939	865	1088	1051	652	795	804	845	891	868	749	982
<b>Reg. avling</b>	1279	1289	773	888	745	1066	943	508	628	735	812	886	861	740	972
<b>Reg/Pot</b>	0,98	0,99	0,97	0,95	0,86	0,98	0,90	0,78	0,79	0,91	0,96	0,99	0,99	0,99	0,99

Avlingsnivået varierer mellom skifter og gårder, men er gjennomgående høyt i forhold til avlingsstatistikken for de samme områdene. Næs skiller seg ut med svært høgt nitrogenopptak på to av skiftene til tross for normal gjødsling. Dette skyldes en kombinasjon av høyt proteininnhold og stor avling, og på disse skiftene er det beregnet over 10 kg opptak av N fra jord. Dette synes høyt, men det kan være betydelig forsyning fra jord etter langvarig bruk av husdyrgjødsel og høgt moldinnhold i jorda. Bidraget fra kløver er høyest på de økologiske bruka og hos Skarbø. Kløver i enga kan bidra med betydelige mengder nitrogen, og det er beregnet opp til 6 kg N/daa fra kløver i høstet avling. I tillegg kommer fiksert nitrogen i rot, stubb og jord, slik at total mengde er en god del høyere.

## 5.1 Næringsstoffbalanser ved engdyrking

Det er stor variasjon mellom gårdene i overskudd av plantenæringsstoff ved dyrking av eng (tabell 3 og 4). I tabell 3 har vi beregnet næringsstoffbalanser for tre skifter hvor gjødsling og avling er registrert for akkurat dette skiftet, mens vi i tabell 4 har beregnet gjødsling og avling for all fulldyrka eng på gården. Ofte regnes et overskudd på 5 kg N per daa som en god balanse for å sikre at moldinnholdet i jorda ikke går ned og at overskuddsnitrogen ikke fører til forurensing andre steder.

Tabell 3. Årlig overskudd av plantenæringsstoff ved dyrking av eng, beregnet som kg/daa i gjennomsnitt for tre jordstykker med fulldyrka eng, i gjennomsnitt for to år. På disse jordene har det ikke vært beitet. Næringsoverskudd på skiftenivå er beregnet som: Mengde næringsstoff tilført med gjødsel til dette jordet minus mengde næringsstoff fjernet med avling fra det samme jordet. Nitrogen fra biologisk nitrogenfiksering (BNF) er inkludert. Anslått mengde nitrogen tilført fra BNF er oppgitt i nederste linje.

Gård	Kg per daa utvalgte skifte					
	1	2	3	4	5	6
Nitrogen	17	7	3	16	12	19
Fosfor	0,6	1,4	0,2	1,1	3,0	0,7
Kalium	-2	-2	0	3	8	12
Svovel	3	0	0	2	1	3
N fra BNF	0.4	6.6	6.6	4.3	4.3	1.9

Tabell 4. Årlig overskudd av plantenæringsstoff for all fulldyrka eng på gårdene, beregnet som kg/daa fulldyrka eng i gjennomsnitt for to år. Gjødning og opptak på beite fra dyr som har beita på fulldyrka eng er ikke med i beregningene. Næringsoverskudd er beregnet som: Mengde næringsstoff tilført med gjødning til alt engarealet på gården minus mengde næringsstoff høstet fra engarealet på gården. For nitrogen regnes også tilførsel via biologisk nitrogenfiksering (BNF) med. Anslått mengde nitrogen tilført fra BNF er oppgitt i nederste linje.

Gård	Kg per daa fulldyrka eng					
	1	2	3	4	5	6
Nitrogen	12	11	2	16	5	16
Fosfor	0,7	2,0	0,4	0,8	1,1	0,7
Kalium	1,7	3,9	1,2	4,6	1,1	10,6
Svovel	0,5	0,1	0,2	1,8	0,0	2,9
N fra BNF	12	7	-2	14	3	15

Gjødselmengdene som er brukt på de konvensjonelle gårdene, med en gjennomsnittlig gjødsling med mineralgjødsel (kunstgjødsel) på 13 kg N per daa fulldyrka eng, følger anbefalte gjødselplaner og er moderat i forhold til hva noen bruker. I gjennomsnitt for 10 konvensjonelle melkeproduksjonsgårder i Møre og Romsdal ble det årlig gjødslet med 15 kg N i kunstgjødsel per daa fulldyrka eng (13 kg N per daa vektet storfeareal, Koesling m.fl., 2017a), men mengden varierte fra 8 til 31 kg N per daa. Selv om gjødselnivået var moderat på de seks gårdene i prosjektet ble det tilført betydelig mer nitrogen enn det plantene har greid å ta opp. Med bedre utnytting av nitrogen i husdyrgjødsel ville behovet for kunstgjødselnitrogen kunne reduseres enda mer. Den store utfordringen er å få en bedre utnyttelse av tilført husdyrgjødsel. Det kan være svært så utfordrende å få ut gjødsel i laglig vær med tankvogn og bladspreader. På de økologiske gårdene (2, 3 og 5) er nitrogenbalansen i laveste laget. Det betyr at en må ha en svært god utnytting av tilført husdyrgjødsel og helst en bedret forsyning av nitrogen fra biologisk nitrogenfiksering for å kunne opprettholde avlingsnivået. Mange økologiske gårdbrukere er opptatt av dette. En utfordring ligger i å bevare belgvekstene i eldre eng. Olav Dugstad, som driver økologisk på Voss, sier: «Av forbedringspotensiale er det nok heilt klar fokus på avling med kvalitet og mengde. Eg prøver å få inn litt meir mangfald i den fleirårige enga då eg blandar inn luserne og sikori. Luserne for dei djupe røtene og N-fiksering, og sikori for protein og mineral og vitamininnhald. Åkerbønner til modning til bruk som kraftfôr er og eit spennande prosjekt eg syslar med.»

Fosfor er en begrenset ressurs, samtidig som fosfor på avveie bidrar til eutrofiering i vassdrag, på samme måte som nitrogen. Behovet for fosforgjødsling må derfor vurderes i forhold til jordanalysene. Hovedkilden til fosfor på disse gårdene er husdyrgjødsel. Bare en av gårdene tilfører små mengder fosfor i kunstgjødsel. Det er en riktig prioritering da innholdet av fosfor i jorda på disse gårdene er høyt.

Kalium bidrar ikke til forurensing, men for mye kalium i føret er uheldig da det kan bidra til graskrampe. Overskuddet av kalium er høyt på gård 6, på grunn av gjødsling med mye potetsaft. Det er også leirholdig jord med gode kaliumreserver, og høyt innhold av kalium i grovføret. Det kan derfor være lurt å begrense bruken av potetsaft. På gård 2 og 3 er det små kaliumoverskudd og til dels underskudd på kaliumbalansen. Dersom jorda på disse gårdene hadde hatt små kaliumreserver, hadde dette vært problematisk. På gård 2 (på Voss) er innholdet av lett tilgjengelig kalium (K-AL) ganske bra, mens på gård 3 (på Tingvoll) er det gode kaliumreserver i jorda. Svovel blir tilført ekstra på de

konvensjonelle gårdene gjennom svovelholdig kunstgjødsel. Dette er en god prioritering, da mange forsøk har vist at for å få nytte av tilført mineralnitrogen må det tilføres svovel under norske forhold. På de økologiske gårdene er det svært lave svovelnivå. I forsøk på Tingvoll fikk vi imidlertid ingen utslag for svovelgjødsel til tross for så lave svovelverdier i plantematerialet at vi forventet svovelmangel (Hansen & Bakken, 2008). Dette skyldes samspillet mellom nitrogen og svovel i plantene. Jo høyere nitrogeninnhold, jo større er behovet for svovel.

Fordi fosfor, kalium og svovel er viktig for plantevekst og spesielt for kløver, må det følges med på utviklingen av innholdet i jord og planter på de økologiske gårdene. Dersom innholdet begynner å bli lavt, vil en utprøving av tilført gjødsel være veiledende for om det trengs ekstra gjødsling.



*Kløver i enga, en forutsetning for gode avlinger i økologisk engdyrking. Her fra Tingvoll Gard.*

## 5.2 Næringsstoffbalanser på gårdsnivå

Næringsbalansene på gårdsnivå følger det samme mønsteret som ved engdyrking. Balansene på gårdsnivå blir også påvirket av hvor mye fôr som kjøpes inn og hvor mye melk og kjøtt som selges fra gården.

Tabell 5. Overskudd av plantenæringsstoff på gårdsnivå beregnet som kg/daa storfeareal i gjennomsnitt for to år. Beiting, innkjøpt fôr og solgt melk og kjøtt er inkludert. Næringsoverskudd på gårdsnivå er beregnet som: Mengde næringsstoff kjøpt til gården som strø, gjødsel, kraftfôr, grovfôr, livdyr eller annet minus mengde næringsstoff eksportert fra gården i melk og kjøtt. Tilførsel fra naturen er inkludert (biologisk nitrogenfiksering, atmosfærisk nedfall og beiting i utmark).

Gård	Kg per daa storfeareal					
	1	2	3	4	5	6
Nitrogen	17	13	6	19	9	18
Fosfor	0,5	1,5	0,3	1,1	1,5	0,6
Kalium	3	6	1	3	4	4

Tabell 6. Mengde nitrogen brukt per kg nitrogen levert i melk og kjøtt (Kg N brukt /kg N i produkt). Fra naturen = biologisk nitrogenfiksering, atmosfærisk nedfall og beiting i utmark. Sum: Total mengde nitrogen brukt per kg N i melk og kjøtt.

Gård	1	2	3	4	5	6
Kjøpt inn til gården (mest gjødsel og fôr)	4,0	2,8	1,9	4,0	2,8	4,3
Fra naturen	0,1	1,1	1,4	0,6	0,7	0,2
Brukt på skyggeareal til å produsere importert fôr og livdyr	0,7	0,0	0,1	0,7	0,0	0,6
Sum	4,8	3,9	3,4	5,3	3,5	5,1

Det som skjer ute på jordet har mest å si for den totale næringsbalansen på gården. Det betyr at de gårdene som har godt husdyrstell, enklest får en bedre utnytting av tilførte næringsstoff ved å gjøre agronomiske tiltak på jordet.

Tabell 6 viser at nitrogen fra naturen kan ha mye å si for den totale nitrogenforsyninga på gården. På gård 3 utgjør det nesten halvparten av nitrogenet solgt i melk og kjøtt. Jo mer av fôringa på gården som består av grovfôr fra egen gård og fra utmarksbeite, og jo bedre en lykkes med kløver i enga, jo høyere blir andelen næringsstoff fra naturen.

### 5.3 Fôring / husdyrstell

Et godt husdyrstell har mye å si for en god utnyttelse av fôret i fjøset. Disse gårdene prioriterer alle husdyrstell høyt. Noe som ses på de gode resultatene i fjøset.

Bart van Gool, som har vært landbruksveileder i Hordaland i mesteparten av sin yrkesaktive karriere, oppsummerer følgende tiltak for gode resultat i husdyrholdet:

«For å oppnå høy avdrått per ku, god fruktbarhet og høy livstidsproduksjon er det viktig med godt oppal av kalver og kviger, helst høy eller silo med høy tørrstoffprosent til småkalver, appetittfôring med grovfôr av god kvalitet, rett fôrrasjonssammensetning og fôringsstrategi, god dyrehelse og dyrevelferd gjennom hele livsløpet.»

For å få en høy utnyttelse av næringsstoffene i fôringen, må en størst mulig andel av næringsstoffene havne i produktene, det vil si melk og kjøtt. Da må en være god på alle de områdene som er nevnt ovenfor. «Mange bekker små gir en stor å». Et eksempel er gård nr. tre, Tingvoll Gard, som hadde høyest avdrått per ku – 8 900 kg pr ku, men lavest kraftfôrandel i fôrrasjonen til storfe 31% (Vedlegg 2, rad 38). Erik Lindhardt sier følgende om sine strategier for husdyrholdet: «Kalvene får tidlig rikelig med grovfôr av god kvalitet, overskuddet gis til eldre kviger. Kalvene får også rikelig med melk. De får ni liter om dagen den første måneden fordelt på tre fôringer, seks liter om dagen fra 1 til 2 måneder fordelt på to fôringer, og tre liter om dagen i en fôring fra 2- 3 måneder. I praksis blir det mer melk da fôringa tilpasses den yngste kalven i gruppa. Noen kalver kan dermed få melk i 4 måneder. Vi beholder alle kalvene en stund for å se dyra an og slakter de som ikke blir påsatt rundt 1,5 år. Kvigene er store (26-27 måneder) og i godt holdt ved første kalving. Kuene får rikelig grovfôr to ganger om dagen, og det som ikke er spist gis til ungdyr og sinkyr. Vi passer også på at fôrplassen er så stor at alle får til å ete på en gang, slik at også kyr med lavere rang får rikelig grovfôr. Vi veksler mellom rundballer fra ulike slåtter for å unngå store overganger i fôringa da andre slåtten som regel er mer proteinrik enn førsteslåtten. Om sommeren har kyrne tilgang til rikelig beite, slik at beitetida blir regulert ut fra kvaliteten på beite. Kyrne blir fôret inne i perioder med lite beite. Vi ønsker at kyrne skal melke mest mulig på grovfôr. Fordi det er for lite grovfôr på gården til å kunne fylle melkekvoten, kjøper vi inn økologisk silo fra en annen gård i Tingvoll.»



*Godt dyrestell og beiting er viktige fundament i gårdsdrifta på disse gårdene. Her er det Eli Skarbø som koser med kua på utmarksbeite.*

*Foto: Kristine Skarbø*

Olav Dugstad satsar på økt bruk av utmarksbeite til kjøttproduksjon. Han sier: «I 2014 avslutta me den konvensjonelle slaktegrisproduksjonen, men hadde då att husdyrgjødsele frå denne produksjonen utover i prosjektperioden. Dette er ein produksjon eg ikkje har tru på i det heile av fleire grunnar, spesielt dyrevelferden. Eg har no bygd om denne avdelinga til ungdyr der desse får bedre plass og eg får plass til fleire. Eg har frå i år byrja med kastrater frå eigen produksjon som då skal ha to somrer på utmarksbeite. Min store drøm er jo å selja "grasmjølke og graskjøte" direkte til forbrukar.»

Han spør: «Eg forstår det slik av denne rapporten at dette vil slå veldig positivt ut på resultatane frå Dugstad?» Dette vil klart føre til at mer kjøtt blir produsert på utmarksbeite og på arealer som ikke kan brukes direkte til produksjon av menneskemate, og det vil brukes mindre energi og slippes ut mindre drivhusgasser til produksjon, høsting, transport og lagring av fôr. Kastrater kan også spise grovfôr som er vraket av kyrne. På grunn av lengre tid til oppal vil metanutslipp per kg produsert kjøtt bli noe større.





*Smakelig grovfôr en nøkkel for god melkeproduksjon. Her fra Sandvolla.*

## 5.4 Tilrådninger – avling og næringsstoff

Eksempler på tiltak for gode avlinger med moderat og liten gjødsling

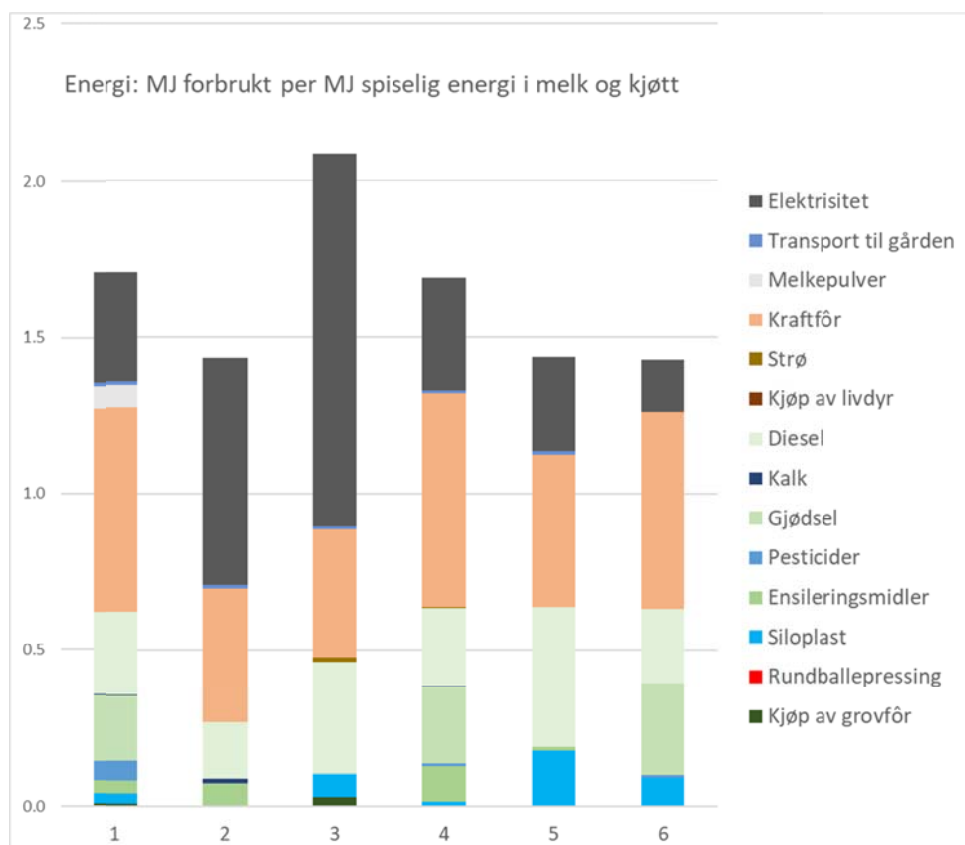
- God drenering og god jordstruktur
- Slepelange med stripespreder øker utnytting av tilført husdyrgjødsel
- Sørg for at kløveren trives i enga. Kløver kan bidra med betydelig nitrogen.
- Vær heller i underkant, enn i overkant av gjødsling i forhold til forventet avling.

Eksempler på tiltak for god melkeytelse selv med lav kraftforandel i fôret

- Mye og godt grovfôr
- Godt oppal av kalver og kviger
- Balansert fôring
- God dyrevelferd

## 6 Energibruk

I ei tid da det er mye fokus på bruk av energi og et sterkt ønske om at jordbruket skal være netto leverandør av energi, er energiforbruket på gården et sentralt miljøaspekt. Det er da viktig å ta med den energien som er brukt til å produsere en vare eller tjeneste. Ut fra perspektivet om at ved spart energi så kan tilgjengelig energi brukes til noe annet er det riktig å ta med også elektrisk energi produsert av fornybar vannkraft. Vi fant at energibruken på gårdene i dette prosjektet (Figur 2) var lavere enn i Miljømelkprosjektet (Koesling m.fl., 2017b: 20 gårder, 2.6 og 2.1 MJ brukt per MJ produsert i gjennomsnitt for henholdsvis konvensjonelle og økologiske gårder).



Figur 2. Kilder til energibruk i storfeholdet. Med unntak av diesel er energien som er gått med til å produsere varen eller tjenesten oppgitt. Det går også med mye energi til å produsere bygninger og maskiner. Disse er ikke med i beregningene her.

Elektrisitet, kraftfôr, diesel, gjødsel og siloplast utgjør mesteparten av energibruken, men her er det stor forskjell mellom gårdene. Utnyttelsen av fjøset har mye å si for bruken av elektrisk strøm. På Tingvoll (gård 3) har de plass til 30 melkekyr, men har bare 21 fordi tilgangen på grovfôr er begrenset. Strømmen som blir brukt til pumping av husdyrgjødsel, melkemaskiner, vask av melkemaskiner, lys etc. må dermed fordeles på 21 kyr og ikke 30. Selve fjøset på Tingvoll er bygd av tre og med unntak av melkerommet er det uisolert. Energien som har gått med til å bygge fjøset er dermed mye mindre enn i et fjøs som er isolert (Koesling m.fl., 2015). Det er bare melkerommet som blir varmet opp. Når det er kaldt, brukes også en del strøm for å sikre at vannet ikke fryser. Fordi det er større krav til areal per dyr i fjøset i økologisk enn i konvensjonelt landbruk, vil de økologiske brukene, under ellers like vilkår, derfor bruke mer energi per dyr til både bygging av fjøs og til strøm til drifta enn de konvensjonelle.

Sandvollan (gård 6) er den gården som bruker minst strøm i drifta. De har et isolert løsdriftsfjøs, hvor kapasiteten er fullt utnyttet og har fall til gjødselkum, og ingen melkerobot til tross for mange dyr. Fordi de har konsentrert kalving blir melkeanlegget bare brukt ni måneder i året. De sparer da mye strøm til melkeanlegg, kjøling og vask. Plater i taket som slipper gjennom lys, gjør at de mange måneder per år ikke bruker lys i fjøset.

Innkjøpt kraftfôr er den andre store energiposten. Ingrediensene i kraftfôret kommer fra Norge og utlandet, og de tørkes, males og blandes før de er klar til bruk. Andel kraftfôr i fôringa har derfor mye å si for den totale energibruken på gården.

Dieselbruken er svært påvirket av arrondering og husdyrgjødselhandtering. Gårder med god arrondering, hvor de fleste skiftene ligger nær fjøset, trenger mindre transport til og fra jordene på gården. Transport av gjødsla med slepeslange i stedet for tankvogn vil redusere dieselbruken mye. Til gjengjeld vil behovet for strøm til utpumping av gjødsla øke. Energibruken her vil avhenge av hvor høyt fjøset ligger i forhold til jordene på gården. På Dugstad (gård 2) bruker de slepeslange. Det er den av gårdene som har lavest dieselbruk. Samtidig har de et noe høyere strømforbruk enn gjennomsnittet.

Det brukes mye ikke-fornybar energi til å produsere kunstgjødsel. Effektiv bruk av tilført gjødsel er derfor også et godt argument for å spare energi. Fordi det ikke brukes kunstgjødsel på de økologiske gårdene, vil dette redusere energibruken på disse gårdene.

Plast i naturen er i fokus. Også utfra energibruken ved framstilling er det en fordel å redusere bruken av plast. Dette er utfordrende, da mesteparten av vinterfôret på mange gårder lagres i form av rundballer. På de gårdene som bruker gamle siloer til vinterfôr, brukes det færre rundballer (gård 1, 2 og 4). Ødelagte rundballer er en annen utfordring. Det har gått med mye energi og andre ressurser til å produsere dem. Dersom fôret ikke kan brukes, er det tapt energi.

Alle gårdene i prosjektet har mye beiting. Beitende dyr sparer energi til høsting, transport og konservering av fôr. Ved bruk av utmarksbeite spares også energi til dyrking av fôret.

## 6.1 Tilrådninger – energibruk

God agronomi og godt husdyrstell reduserer energibruken fordi de tilførte ressursene da utnyttes bedre. Det kommer stadig ny teknologi til varmegjenvinning og produksjon av fornybar energi.

Eksempler på andre tiltak som reduserer bruken av fossil energi

- Vedlikeholde maskiner og bygninger godt for å forlenge levetida
- Ikke større maskinpark enn nødvendig
- Bruk av tre i fjøs i stedet for stål og betong - ombruk av gamle materialer ved nybygg
- Takplater som slipper lys gjennom
- Konsentrert kalving
- Gjødselkum plassert lavere i terrenget enn fjøset
- Samarbeid med naboer om bruk av husdyrgjødsel for å spare kjøring.
- Kløver i enga til erstatning for kunstgjødselnitrogen
- Mer beiting på bekostning av innkjøpt kraftfôr

## 7 Drivhusgasser

Fordi drivhusgassene er en del av den naturlige syklusen av karbon og nitrogen mellom jord, planter, dyr og atmosfære, er det umulig å produsere mat uten å slippe ut drivhusgasser, og det er mange kilder til drivhusgasser på en gård. Det er umulig å måle disse utslippene på alle gårdene rundt i Norge. Derfor brukes det estimat på hvor mye gasser som slippes ut basert på aktivitetsdata, beregningsfaktorer og utslippsfaktorer. Det er usikkerhet både i aktivitetsdata, beregningsfaktorer, utslippsfaktorer og produsert mengde kjøtt. Der melka leveres til meieriet, er det derimot gode data på mengde produsert melk. En del utslipp er ikke med i beregningene, enten fordi vi ikke har aktivitetsdata eller relevante utslippsfaktorer, eller fordi de ikke er med i beregningsverktøyet så langt. Til sammen blir det en betydelig usikkerhet på hvor mye drivhusgasser som faktisk slippes ut.

For å kunne estimere utslipp av drivhusgasser, trengs det aktivitetsdata og utslippsfaktorer. **Utslipp = aktivitet x utslippsfaktor**

**Aktivitetsdata** sier noe om hvor mye det finnes av en ting som kan gi utslipp av drivhusgasser. Eksempel på dette er antall dyr, mengde nitrogen som er tilført jorda via mineralgjødning, husdyrgjødsel eller planterester. Ofte finner man ikke disse mengdene direkte, men må beregne dem. Til det brukes ulike **beregningsfaktorer**. Et eksempel på dette er mengde nitrogen i husdyrgjødsel som enten kan beregnes ut fra en standardfaktor for hvert dyr i den aktuelle dyregruppen, eller basert på kjøtt-tilvekst og melkeproduksjon. For nasjonal rapportering beregnes aktivitetsdata på nasjonalt nivå, mens de beregnes for hver enkelt gård i gårdsmodeller.

**Utslippsfaktorer** er beregnet utslipp per enhet aktivitet. Eks. regnes 1% N<sub>2</sub>O per kg tilført nitrogen til jorda i form av mineralgjødning, organisk gjødning eller planterester. Som regel brukes utslippsfaktorer fra FNs klimapanel (IPCC, 2006) tilpasset norske forhold der det er mulig.

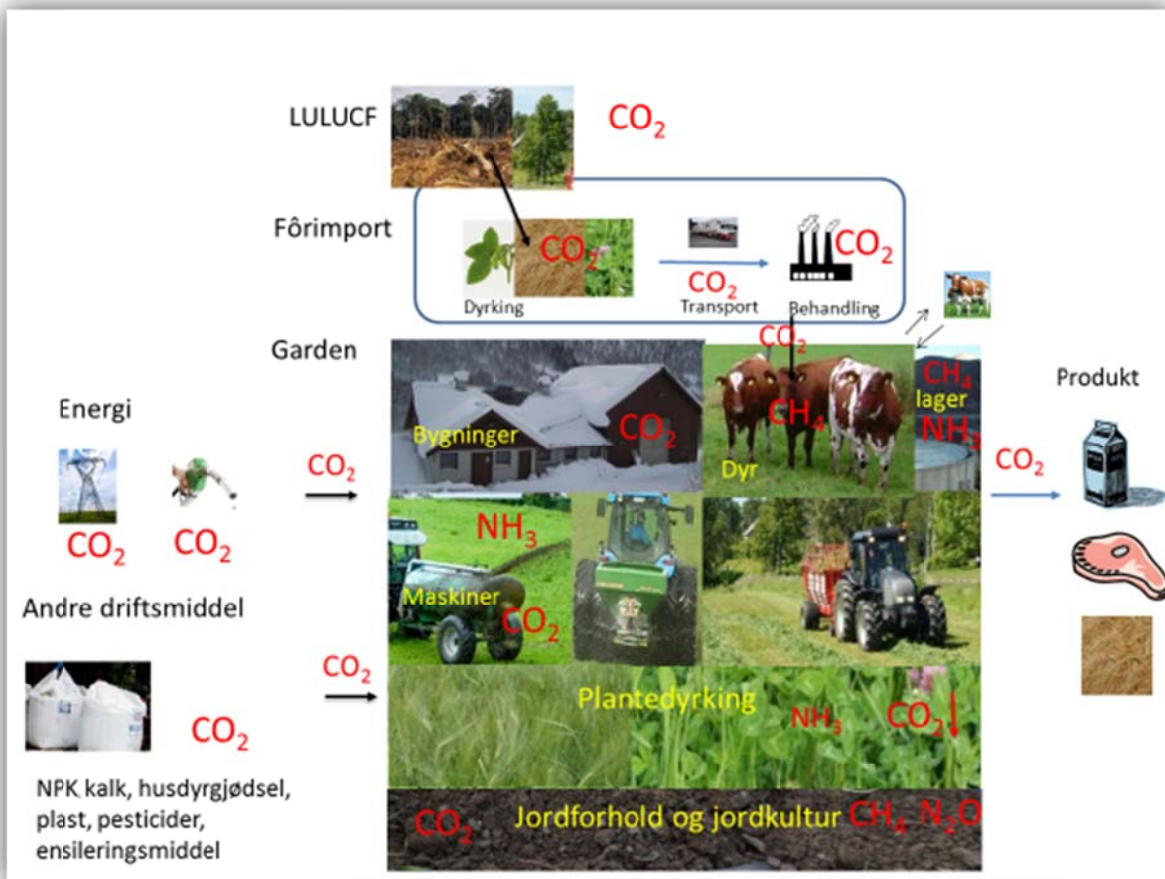
### Litt om usikkerhet:

Et eksempel på usikkerhet i aktivitetsdata er beregning av mengde kraftfôr brukt til melkekyr. Fra Kukontrollen får vi anslag på hvor mye kraftfôr som er brukt til melkekyr, men ofte samsvarer ikke dette med kraftfôrinnkjøp fra regnskapet. Vi må da gjøre et anslag på hvor stor del av kraftfôret som er kjøpt inn som faktisk er brukt til melkekyr og hvor mye som er brukt til ungdyr. Et eksempel på usikkerhet i beregningsfaktorer er mengden nitrogen i husdyrgjødsel. Utslippene avhenger i stor grad av fôring. Dette fanges ikke opp når antall dyr brukes som aktivitetsfaktor. Det er også en usikkerhet i beregning av kjøtt-tilvekst. Dersom besetningsstørrelsen synker eller stiger samsvarer ikke tilveksten med mengde solgte dyr og kjøtt. Da må det brukes modeller for tilvekst for å beregne dette. Den samme usikkerheten har vi når vi skal beregne utslipp av drivhusgasser per mengde produsert kjøtt.

Den meste usikre utslippsfaktoren er beregning av utslipp av lystgass fra jord og gjødning. Utslippene varierer svært mye i tid og rom og er avhengig av mange faktorer, som variasjon i fuktighet og tilgang på oksygen og tilgang på lett tilgjengelig nitrogen og karbon (IPCC, 2006). Utslippsfaktorene som brukes av FNs klimapanel (IPCC, 2006) ser ut til å gi brukbare estimat for et land, men fanger ikke opp variasjonene på gårdsnivå.

Noen av gårdene har litt myrjord, men vi har valgt å ikke ta med utslipp fra myrjorda i disse estimatene. Det skyldes at det er snakk om en svært liten del av arealet på disse gårdene (opp til 3%). Utslippsfaktorene som finnes er dessuten svært usikre og ser ikke ut til å være tilpasset myr på Vestlandet. I tillegg kan ikke gårdbrukeren påvirke hva slags jord som finnes på gården.

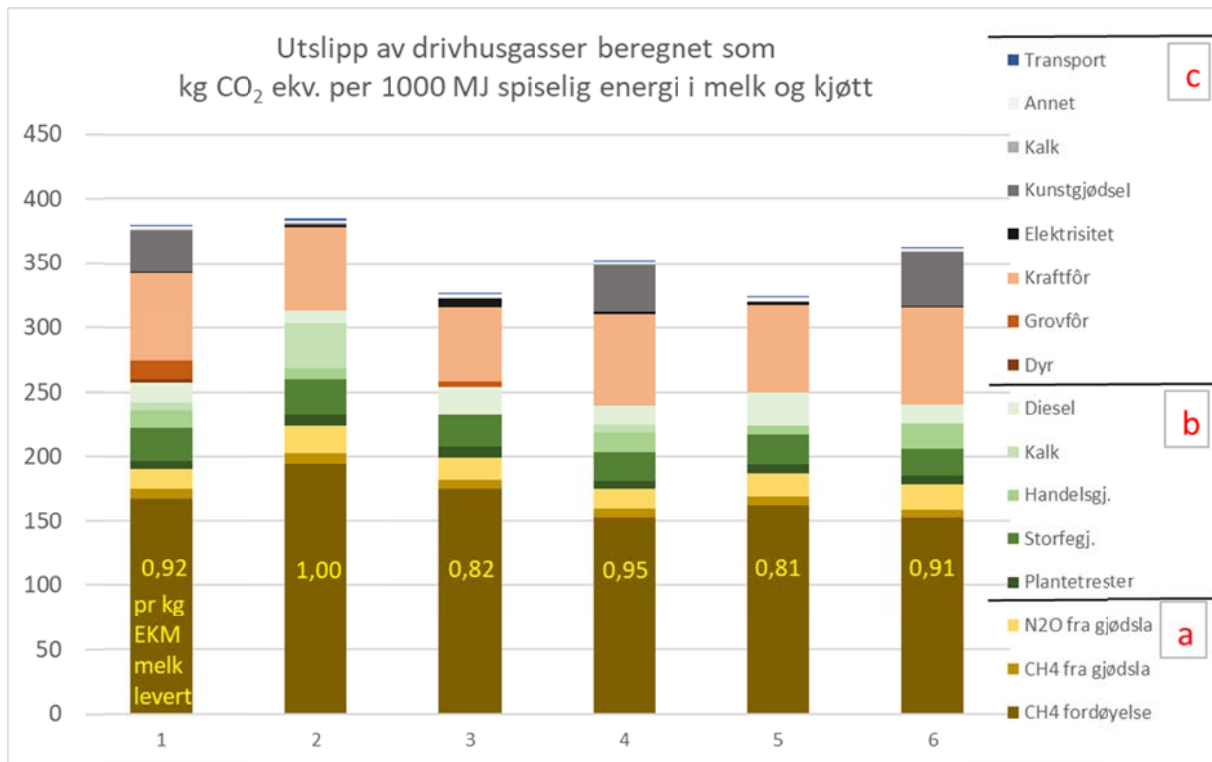
Et eksempel på andre utslipp som verken er med i våre beregninger eller andre beregningsmodeller vi kjenner til, er ødelagte rundballer eller annet fôr som blir liggende å råtne og sannsynligvis frigjør store mengder CH<sub>4</sub> og N<sub>2</sub>O.



Figur 3. Kilder til utslipp av drivhusgasser ved melkeproduksjon. Også drivhusgasser som slippes ut andre steder enn på gården ved produksjon og transport av varer til gårdsdrifta må med.

Ved grasdyrking og beiting lagres det karbon, noe som reduserer innholdet av  $\text{CO}_2$  i atmosfæren. I all jord innstiller det seg en likevekt over tid som en følge av dyrkingspraksis på den jorda slik at det frigjøres omtrent like mye karbon som det tas opp, med variasjoner fra år til år på grunn av forandringer i temperatur og fuktighet. Det betyr at dersom det stort sett dyrkes eng på et område hvor det har vært dyrket eng lenge, så antar en at det ikke lenger skjer noe netto innlagring av karbon i jorda. På grunn av denne antatte balansen har det ikke vært vanlig å ta med karbonlagring ved studier av drivhusgassutslipp på gårder som er dominert av eng. Et unntak her er HOLOSnor.

Ved pløying av enga frigjøres det lagret karbon, så selv om det ikke er med i beregningene vi har gjort her, så har den karbonlagringa som skjer i enga stor betydning. Det er gjort undersøkelser som viser at beiting i utmark kan bidra til økt karbonlagring der (Sørensen m.fl., 2018), men dette er ikke med beregningene som ligger bak figur 4, da vi ikke har nok kunnskap til å kvantifisere dette. Av samme grunn er de fleste tiltak foreslått under tilrådinger heller ikke med i beregningene gjort her eller i andre modeller som brukes til å estimere drivhusgassutslipp. Som regel er det heldigvis slik at god utnytting av gårdens egne og tilførte ressurser reduserer utslippene av drivhusgasser. Dersom en har det som rettesnor, er det kanskje ikke så nøye om estimatene for utslipp av drivhusgasser er eksakte.



Figur 4. Utslipp av drivhusgasser beregnet med metodikken til FN's klimapanel (IPCC, 2006), supplert med opplysninger fra Ecoinvent (Ecoinvent 3.2, 2015) og tilpasset norske forhold. Tallene i gult er kg CO<sub>2</sub>-ekvivalenter per kg energikorrigert melk (EKM) levert fra gården. a) Bidrag fra selve storfebesetningen, b) Bidrag fra dyrking av fôr på gården, c) Utslipp utenom gården for å produsere fôr, gjødning m.m. kjøpt inn til gården. Utslipp av drivhusgasser ved produksjon av bygninger og maskiner er ikke tatt med, heller ikke karbonlagring eller utslipp fra jord eller myr. CH<sub>4</sub> = Metan, N<sub>2</sub>O = Lystgass. Det som er kalt handelsgjødsel, er kunstgjødning på gård 1, 4 og 5 og importert grisegjødsel på gård 2 og 5.

Sammenlignet med mange andre gårder er de estimerte utslippene moderate til små på disse gårdene. I Miljømelkprosjektet, hvor vi analyserte data fra 20 melkeproduksjonsbruk, var det få gårder som lå under 1 kg CO<sub>2</sub>-ekvivalent per kg EKM melk (Schueler m.fl. 2018b). Her var også utslipp fra produksjon av bygninger og maskiner med, men utslippene til dette utgjorde bare en liten del av de totale utslippene.

Omtrent halvparten av de estimerte utslippene fra de seks gårdene i dette prosjektet er knyttet til selve besetningen, vesentlig på grunn av metan fra fordøyelsen til storfe. Gård 2 og 3 har litt høyere estimerte utslipp av metan fra fordøyelsen enn de andre på grunn av høyere grovfôrandel i fôrrasjonen. Lang levetid for kua og høy ytelse vil gi et lavere utslipp av metan per liter melk. Mange ulike tiltak er prøvd for å redusere metanproduksjon i vomma, men til nå har en ikke lyktes med noe som fører til en betydelig reduksjon (Briseid m.fl., 2008). Det blir mindre metanproduksjon i vomma med en høyere andel kraftfôr i fôret, men en del av dette fører til økte metanutslipp fra husdyrgjødsel. Kombinasjonen melk og kjøtt fra samme dyr gir mye lavere utslipp av drivhusgasser per kg kjøtt enn ren kjøttproduksjon. Dette fører til at dersom en ser melk og kjøttproduksjon i Norge i sammenheng, vil den ytelsen per ku som gir minst utslipp av drivhusgasser være lavere om en ser det i samfunnssammenheng, enn om en ser det på gårdsnivå (Briseid m.fl., 2008).

Estimerte utslipp av lystgass fra gjødning med husdyrgjødsel eller kunstgjødning utgjør de største bidragene fra dyrking av fôr på gården. Disse estimatene er svært usikre da lystgassproduksjonen varierer mye avhengig av jord og værforhold. I tillegg vil det være lavere utslipp per enhet tilført gjødning ved svakere nitrogen gjødning (van Groenigen m.fl., 2010). Disse variasjonene er ikke fanget

opp i modellen, noe som gjør at de som driver økologisk eller ellers gjødsler svakt ikke får kreditt for dette i modellen.

På gård 2 betyr kalking mest for de estimerte utslippene fra fôr dyrkinga på gården. Ved kalking frigjøres CO<sub>2</sub> fra kalk og jord. Det kalkes ikke hvert år. Dersom vi hadde fordelt utslippene fra kalking på flere år, ville gård 2 hatt lavere gjennomsnittlige årlige utslipp enn det som kommer fram av figur 4.

Utslipp av drivhusgasser fra produksjon og behandling av kraftfôr kjøpt inn til gården, og utslipp av lystgass og CO<sub>2</sub> fra produksjon av kunstgjødsel betyr mest for de estimerte utslippene utenom gården knyttet til innkjøp til gården.

I beregning av utslipp av drivhusgasser fra elektrisitet har vi brukt gjennomsnittlige utslipp fra produksjon av elektrisitet i Norge, som i hovedsak er basert på vannkraft. I den nederlandske modellen som NLR Kretsløpstolken bygger på er det brukt «Europeisk mix», og de estimerte utslippene fra produksjon av elektrisk energi er her mye høyere.

Hovedårsaken til lave estimerte utslipp på disse gårdene er gjennomgående høy ytelse og god utnytting av gårdens ressurser ved god agronomi og godt dyrestell.

## 7.1 Tilrådninger - drivhusgasser

Godt husdyrstell med friske dyr og balansert fôring og god agronomi med fokus på god jordstruktur og god utnytting av gårdens eget fôr og husdyrgjødsel, fører til lavere utslipp av drivhusgasser. I tillegg vil de samme tiltakene som reduserer energibruken, også redusere utslippene av drivhusgasser.

Eksempler på mer spesifikke tiltak som reduserer utslipp av drivhusgasser på gårdsnivå

- Underoptimal gjødsling med nitrogengjødsel/bruk belgvekster
- Presisjonsgjødsling ved spredning av gjødsel
- Tidlig høstet grovfôr av god kvalitet
- Mer beiting på bekostning av innkjøpt kraftfôr
- Unngå at husdyrgjødsel blir værende i gjødselrenner i varme rom i fjøset
- Minst mulig husdyrgjødsel på lager om sommeren når det er varmt
- Tilfør ny bløtgjødsel i bunn av gjødselkum og ikke på toppen
- Tak over husdyrgjødsellager
- Unngå stor dyretetthet på beite
- Vent med å spre nitratholdig kunstgjødsel til 14 dager etter spredning av blautgjødsel eller silosaft
- Unngå sur jord (pH under 6)
- Unngå for sterk kalking
- Omgraving av dårlig drenert dyrket myr der det er egnet mineraljord under
- Forny helst eng om våren. Fornyng om sommeren mest ugunstig fordi det da frigjøres mye næring utover høsten
- Unngå brakking, verst er brakking etter eng
- Overgang fra vanlig plast til fossilfri landbruksplast

## 8 Økonomi

Visjoner om en bærekraftig og miljøvennlig drift hjelper ikke dersom økonomien ikke henger med. Vi har valgt å bruke driftsregnskap i stedet for skatteregnskap fordi det gir et klarere skille mellom jordbruk, skogbruk, andre næringer og privat enn i skatteregnskapet. Skatteregnskapene er omgjort til driftsregnskap etter en standardisert metode som gjelder for Driftsgranskingene (Hjukse, 2017) og som innebærer:

- Annen gruppering av inntekter og kostnader (faste og variable) enn i skatteregnskapet/næringsoppgavens kontoplan
  - Stiller opp egen driftsbalanse
  - Lineære avskrivninger, ikke saldoavskrivninger eller direkte utgiftsføring
  - Buskap verdsatt etter slakteverdi, ikke variable, påløpte kostnader
  - Varer for salg verdsatt etter antatt salgsverdi, ikke variabel tilvirkingsverdi
  - Nyanlegg, større anskaffelser og vedlikehold/restaureringsarbeid aktiveres
  - Verdi av familiens arbeid på nyanlegg aktiveres
- I driftsregnskapet blir hver enkelt inntekts- og kostnadspost korrigert med endringer i balansen

Vi regner lønnsevne per:

- Arbeidstime: All arbeidsinnsats i jordbruket (den faktiske), lønna og ulønna
- Dyreenhet (grovfôrbasert): Produksjonene regnes om til enheter basert på behov for grovfôr. I storfeslaktproduksjonen inngår ikke kjøtt fra utrangerte melkekyr. Andre dyreslag regnes om til årskyr (inkludert påsett)
- 1 dyreenhet = 1 årsku (+ oppdrett) = 700 kg anna storfekjøtt = 10 vinterfôra sau
- Storfekjøttproduksjon beregnes slik: Solgt mengde kjøtt + endringer i husdyrbalanse ved årsskifte + livdyromsetning (omregnet til kg kjøtt)

Et driftsregnskap for gårdene er forskjellig fra skatteregnskap bl.a. fordi en bruker lineær avskrivning og jevner ut årsvariasjoner. Dekningsbidraget, som er differansen mellom produksjonsinntekt og variable kostnader, skal dekke faste kostnader til bygninger, maskiner, leid arbeid og rentekrav. Resten er lik **familiens arbeidsfortjeneste**. Deretter kan en legge til igjen kostnad til leid arbeid og slik få fram lønnsevne (for alt arbeid som er lagt inn i drifta).

Resultatmålene blir ofte standardisert mot ressursinnsatsen, for eksempel lønnsevne per time, per dyreenhet eller arealenhet, for å gjøres sammenlignbare mot andre gårder. Driftsregnskapet aleine har sine begrensinger i forhold til å kunne brukes som grunnlag for å analysere drifta og finne forbedringsområder.



**«Symptomene finner vi i økonomien – diagnosen stilles best i produksjonen»**

Resultatmåla forteller bare noe om lønnsomheten er god eller dårlig, ikke noe om hvorfor den er god eller dårlig. Data og kunnskap om produksjonen er avgjørende for å lage en god analyse og kunne diskutere tiltak. Driftsregnskap bør derfor suppleres med tilleggsanalyser med økonomisk vinkling, for eksempel Mjølkonomi (TINE) og Mekaniseringsøkonomi – (NLR og TINE).

Tabell 7. Driftsopplysninger for gjennomsnitt av tre konvensjonelle og tre økologisk drevne bruk årene 2015 og 2016, sammenlignet med gjennomsnitt for tilsvarende konvensjonelle og økologisk drevne melkeproduksjonsbruk i driftsgranskingene i 2015.

Melkebruk	Prosjektbruk, 2015 + 2016, gj.sn		Norge (driftsgranskingene 2015)	
	Konvensjonell	Økologisk	Konvensjonell	Økologisk
Antall bruk	3	3	290	21
Jordbruksareal, daa	394	638	374	451
Grovfôreareal	394	593	364	395
Grovfôravling, FEm/daa (fra driftsgransk.)	398	335	374	320
Antall årskyr	33,8	38,8	26,7	25,3
Melk per årsku, l	7 218	7 048	7 063	6 096
Omsatt melk, l	243 969	273 460	188 304	154 435
Melkekvote, l	234 832	273 460	198 075	174 739
Oppnådde priser:				
Melk, kr per l	5,51	5,91	5,3	5,74
Kukjøtt, kr per kg	46,36	47,6	45,56	46,98
Annet storfekjøtt, kr per kg	45,36	51,68	51,37	48,66
Antall timer i jordbruket	3 868	5035	3583	3767
Antall timer per årsku	114	130	134	149

Tabell 8. Regnskapsoppsett for hele gården i gjennomsnitt av tre konvensjonelle og tre økologisk drevne bruk årene 2015 og 2016, sammenlignet med gjennomsnitt for tilsvarende konvensjonelle og økologisk drevne melkeproduksjonsbruk i driftsgranskingene 2015

	Prosjektbruk, 2015 + 2016, gj.sn		Norge (driftsgranskingene 2015)	
	Konvensjonell	Økologisk	Konvensjonell (290)	Økologisk (21)
<b>Produksjonsinntekter i alt</b>	<b>2 333 227</b>	<b>3 060 691</b>	<b>2 071 897</b>	<b>1 911 673</b>
Melk	1 359 677	1 631 560	998 651	887 138
Kukjøtt	191 601	229 634	159 162	151 859
Anna storfekjøtt og livdyr	157 674	195 685	177 409	50 273
Planteprodukt	14 490	81 470	36 331	89 145
Økologiske tilskott	0	166 863	117	116 648
Andre tilskott	591 340	702 027	618 123	533 618
Andre inntekter	18 245	56 453	82 104	82 992
<b>Variable kostnader i alt</b>	<b>614 686</b>	<b>914 366</b>	<b>693 541</b>	<b>506 350</b>
Kraftfôr	369 021	563 005	382 624	261 460
Annet innkjøpt fôr	19 518	22 379	24 404	30 122
Fôr dyrking	69 641	46 388	85 154	36 432
Veterinær, medisin	41 507	11 414	49 080	55 717
<b>Faste kostnader i alt</b>	<b>530 701</b>	<b>1 146 908</b>	<b>802 234</b>	<b>915 597</b>
Leid arbeid	125 527	287 474	136 565	214 787
Forsikring og elektrisk kraft	77 199	73 170	70 406	64 136
Maskiner, drivstoff og vedl.h.	109 379	182 521	Mangler	Mangler
Bygninger, vedl.hold	78 469	112 290	Mangler	Mangler
Jordleie	13 167	134 779	18 893	53 996
<b>Driftsoverskott</b>	<b>921 285</b>	<b>774 172</b>	<b>576 122</b>	<b>489 726</b>
Familiens arbeidsfortjeneste	831 645	701 248	498 688	477 487
per time	342	191	139	127
Lønnsevne	957 172	988 722	635 253	692 274
Per time	236	190	177	184
Per dyreenhet	17 748	20 401	Mangler	Mangler

Resultatene i driftsregnskapet må tolkes i forhold til følgende:

- Vanskelig å sette inn «korrekt» verdi på restfaktorene (rentekrav på kapital bundet i jordbruket og ulønna arbeidsinnsats)
- Gjennomsnittlig fortjeneste på restfaktorene, ikke marginal fortjeneste

Resultatene kan brukes til å sammenligne lønnsomhet over tid og mellom gårder (og sammenlignet med andre grupper i samfunnet).

## 8.1 Resultater fra brukene i prosjektet

Det er stor variasjon mellom bruka og for få bruk til å trekke generelle slutninger, men noen av de økonomiske resultatene er interessante:

- De to største gårdene ligger betydelig over gjennomsnittet i økonomisk resultat i driftsgranskingene (både for den økologiske og den konvensjonelle gården)
- Det var mindre forskjell i melkeytelse mellom driftsformene enn i driftsgranskingene generelt
- Resultatene per dyreenhet var omtrent like i begge driftsformer for de fleste gårdene, men den største konvensjonelle gården dro opp gjennomsnittet for de konvensjonelle

Gården Sandvolla har et langt bedre økonomisk resultat enn de andre gårdene. Med unntak av den andre store gården ligger de andre gårdene noe under gjennomsnittet for lønnsevne per time i driftsgranskingene. Denne gården har ca. 6700 kr større overskudd per dyreenhet og 230 kr høyere lønnsevne per time enn gjennomsnittet for de andre gårdene. Per dyreenhet har de lavere utgifter til innkjøpt fôr og noen andre variable kostnader enn gjennomsnittet. De har lavere maskinkostnader per dyreenhet enn gjennomsnittet for gårdene. Så lenge innkjøp av maskiner fører til reelt bedre kapasitetsutnyttelse slik at maskinkostnaden per arbeidstime ikke øker, vil ikke investering i maskiner slå ut negativt på lønnsevne per time. Selv om det er ganske nytt fjøs på denne gården er deres bygningskostnader per dyreenhet likevel under gjennomsnittet av gårdene i prosjektet. De har også lavere utgifter til leid arbeid, og har også lavere faste kostnader og lavere betaling for jord og melkekvote.

Sannsynligvis er en viktig årsak til det gode resultatet også at alt som gjøres er nøye gjennomtenkt på forhånd, de er dyktige i fjøset og på jordet slik at de får mye ut av ressursene og har en effektiv gårdsdrift.

Under en diskusjon av gode økonomiske resultater oppsummerte en av rådgiverne i prosjektet følgende suksesskriterier fra en av de andre gårdene:

- God, næringsrik jord
- Fin helling på jorda som hindrer at vannet blir stående
- God arrondering
- Lave finanskostnader
- Godt vedlikehold av maskiner og bygninger som gir lang levetid. Leier rundballeutstyr
- Dyktig i alle ledd på agronomi og husdyrstell

## 8.2 Tilråding – økonomi

Generelt gjelder at god økonomi kommer som et resultat av bevisst arbeid med god planlegging og styring av drifta. Følgende moment kan karakterisere bruk som har god økonomi over tid:

- God agronomi er helt grunnleggende
- Nøkterne investeringer, men med tilstrekkelig driftskapasitet
- Ikke parallelle mekaniseringslinjer. Selg unna det som ikke har fornuftig anvendelse.
- Bevisst holdning til risiko
- Godt dyrestell
- Langsiktig planlegging for og effektiv utnyttelse av ressursene

## 9 Mulige miljøtiltak

I november 2017 inviterte prosjektgruppa til arbeidsmøte. Gårdbrukere i prosjektet, inviterte deltakere fra Norsk Landbruksrådgiving (NLR) inkludert Klimasmart landbruk, Landbrukets dataflyt, Ruralis, NIBIO og NORSØK deltok på møtet. Resultater fra gårdene ble presentert, deretter ble to sentrale tema diskutert:

1. Hva kan vi lære av gårdene i dette prosjektet
2. Mulige virkemiddel for reduserte utslipp av drivhusgasser på melkeproduksjonsbruk

### 9.1 Hva kan vi lære av gårdene i prosjektet

#### 9.1.1 Jord og gjødsel

Alle gårdene i prosjektet har stor bevissthet rundt jordstruktur og bruk av gjødsel. Kravet til effektiv drift, tyngden på utstyret og arrondering gir utfordringer med tanke på jordpakking og muligheten for optimal drift. Følgende punkt ble trukket fram som spesielt viktige for bøndene i prosjektet:

- Bruke lettest mulig traktor og redskap. Denne strategien medfører flere arbeidstimer, men reduserer jordpakking og øker jordas produksjonsevne.
- Unngå å drive «dekk og diesel» - landbruk. I størst mulig grad drive jord i nærheten av driftssenteret.
- Arbeidsoppgaver på jorda må gjøres i rett tid
- Aktive kårkaller er gull verdt. Da har man tid til å tid til å pløye med 3-skjærs plog, og kan spare jorda for vekten av 5-skjærs plog og dertil tung traktor
- Maskinkostandene må holdes nede samtidig som man har en effektiv mekaniseringslinje
- Slangesprederutstyr hjelper til å få spredd gjødsla raskt under egnede værforhold og uten jordpakking
- Det lønner seg å bruke «blekksprut» på slangesprederutstyret til husdyrgjødsel. I tillegg til redusert næringstap og mindre kjøring, gir metoden også mulighet for meitemarken til å overleve ved at gjødsla spres i striper

Gruppa var generelt enig i at en nasjonal «mal» for landbruket ikke passer. Det er store variasjoner på vær og driftsforhold i ulike deler av Norge.

#### 9.1.2 Husdyrhold

For mange bønder er det lettere å påvirke drifta i fjøset enn ute på jorda. Noe av det som gikk igjen hos bøndene i dette prosjektet var:

- Stort fokus på velferd hos kalven for å få robuste, friske kalver som blir trivelige og holdbare kyr. De var nøye på oppstalling av kalvene, og 5 av 6 bønder brukte ikke melkeerstatning.
- Alle dyra var på beite store deler av sommeren, både på innmark og i utmark.
- Alle hadde stort fokus godt grovfôr og tidlig slått.
- På ett av bruka ble utrangerte melkekyr brukt til ammekyr for kalvene.

- Alle var opptatt av å ha gode rutiner i fjøset, og trivsel og god dyrevelferd for alle dyra.

### 9.1.3 Hvordan unngå høstbrakking av eng med glyfosat

Høstbrakking av eng med glyfosat, og gjerne i kombinasjon med spredning av husdyrgjødsel og pløying fører til at det frigjøres mye plantenæringsstoff, samtidig som det ikke er noen planterøtter der til å ta opp næringa som frigjøres. Overskuddet av næringsstoffer vil lett lekke ut og bidra til forurensing i fjorder og vassdrag. I tillegg vil store mengder frigjort nitrogen føre til utslipp av lystgass.

- Det er viktig med arts- og sortsvalg i enga som gir god vekst på kulturplantene, gjerne et stort mangfold av vekster
- Et alternativ kan være å bruke raigras som kvekebekjemper, evt. i blanding med korn (f.eks. høstrug) noen år, og hyppigere pløying
- God pløying viktig

## 9.2 Virkemiddel for reduserte utslipp av drivhusgasser på melkeproduksjonsbruk

I Møre og Romsdal gis det tilskudd hvert år gjennom Regionalt Miljøprogram til bønder som sprer all gjødsel før 10. august. Det gis et ekstra tilskudd dersom det blir brukt slepeslanger. Denne ordningen har ført til at flere gårdbrukere har investert i økt lagerkapasitet/mer effektivt spredeutstyr slik at en større andel av husdyrgjødsel spres i vekstsesongen og mindre spres på høsten.

Samarbeid om spredning av husdyrgjødsel kan for mange gi en stor gevinst. Både for klima, miljø og økonomi. Et lite pilotprosjekt i bygda Stordal i Møre og Romsdal<sup>1</sup> viser det. Der gikk to driftsenheter sammen om å «byttekjøre» husdyrgjødsel på til sammen 260 daa. Dette samarbeidet ga en innsparing på 1 900 km og 65 timer med traktorkjøring, om lag 1 000 liter diesel og 1,7 tonn CO<sub>2</sub>. I tillegg kan de søke om ca. 73 000 kr i tilskudd fra Regionalt miljøprogram i Møre og Romsdal for spredning av all husdyrgjødsel før 10. august og bruk av slepeslanger.

Tilskudd til drenering er et nødvendig og positivt tiltak som bidrar til at mer jordbruksareal blir drenert. Grøftarbeidet hos mange har vært forsømt i minst 30 år.

Andre tiltak som ble diskutert i møtet var følgende:

- Gjødselplan bør utvides med N-regnskap. Det er generelt for lite kunnskap om næringsstoffregnskap
- Det er behov for å differensiere politikken for ulike bruksstrukturer
- Så lenge prisen på kraftfôr er relativt lav er det vanskelig å vri produksjonen over mot økt bruk av grovfôr. På sikt bør vi redusere forbruket av kjøtt som ikke kan produseres på norsk fôrgrunnlag
- Økt fokus på kunnskap om hvor stor økonomisk gevinst bonden får av å utnytte husdyrgjødsel riktig. På mange bruk er det nødvendig med økt lagerkapasitet. Det bør komme stimulans til å bygge tak over utvendige gjødselkummer.

<sup>1</sup>

<http://orprints.org/32493/7/NORS%C3%98K%20Faainfo%20nr.%204%202017%20Samarbeid%20om%20sprening%20av%20husdyrgj%C3%B8sel%20Rose%20Berqslid.pdf>

- Dagens innretning av arealtilskuddene virker som en «sovepute», og stimulerer ikke til god drift av jorda. Tilskuddene bør i større grad vris mot produksjon, og det er nødvendig med kompensasjon for ulike driftsforhold
- God jordstruktur er særdeles viktig. Tunge traktorer og redskap er et kjempeproblem. Det trengs betydelig bedre kunnskap/opplæring om jord, og det må kobles mot økonomi
- Fokus bør være på kretsløp
- Det bør fokuseres på utprøving og utvikling av maskiner som er tilpassa mindre forhold – og etter hvert – fuktigere forhold. Vi har litt å lære fra det alpine landbruk i Sveits og Østerrike.

# 10 Modeller for bedømming av klimagassutslipp og økologisk bærekraft

Fordi det er svært krevende og kostbart å måle utslipp av drivhusgasser på gårdsnivå, brukes en del modeller for å estimere utslipp av drivhusgasser. De fleste av disse modellene bygger på metodikken som FN sitt klimapanel har utviklet for å estimere utslipp av drivhusgasser på landsnivå. De har brukt en del standard-faktorer basert på gjennomsnittstall fra mange undersøkelser (IPCC, 2006). De fanger ikke opp agronomiske effekter i gårdsdrifta som jordpakking, drenering, fordeling av gjødsla, tap under høsting etc., men fordi alt dette påvirker ytelse og mengde melk og kjøtt som kan produseres på de gitte innsatsfaktorene, har det en indirekte påvirkning som kommer fram i modellene.

Vi ønsket å sammenligne resultater fra følgende modeller på våre 6 gårder; FARMnor, NLR Kretsløpstolken og HOLOSnor. I alle tre modellene er beregningene av utslipp av drivhusgasser basert på Klimapanelet sin metodikk (IPCC, 2006) med ulike tilpasninger. I tillegg har både FARMnor og NLR Kretsløpstolken næringsbalanseberegninger og energibruk. HOLOSnor beregner frigjøring og lagring av karbon i jord.

**FARMnor** har utgangspunkt i den tyske modellen FARM (Schueler m.fl., 2018a). Den ble utvidet og tilpasset norske forhold gjennom et tett samarbeid mellom norske forskere (Sissel Hansen, Matthias Koesling og Gustav Fystro) og Thünen Institut i Tyskland (Maximillium Schüler). Mange av beregningene av utslipp av drivhusgasser bygger fortsatt på den tyske GASem (Schueler m.fl., 2018b). FARMnor ble laget i programmet Umberto som brukes til å evaluere miljøpåvirkninger av en produksjon (REF til umberto). Beregninger av næringsstoffutnyttning / næringsstoffbalanser og energibruk er nå lagt over i Excel, mens beregninger av drivhusgasser foreløpig ligger i Umberto, men vil bli lagt over i Excel for enklere bruk. Energibruk og utslipp av drivhusgasser ved produksjon av maskiner og bygninger er med i dette programmet. På grunn av tidsmangel i dette prosjektet, og krevende innsamling av grunnlagsdata, er maskiner og bygninger ikke med i resultatene presentert i denne rapporten. Det er lagt inn koblinger i FARMnor slik at data som trengs til å kjøre NLR Kretsløpstolken eller HOLOSnor lettvis kan hentes ut fra grunnlagsdata samlet til FARMnor. FARMnor er en svært detaljert modell og for komplisert for rådgiving, men det er en svært fleksibel modell hvor det er lett å hente ut mange typer data, og den egner seg godt til forskning.

**NLR Kretsløpstolken** har utgangspunkt i den nederlandske modellen «Kringloopwijzer» (<http://www.verantwoordeveehouderij.nl/nl/mijnkringloopwijzer.htm>). Bakgrunnen for modellen er ønsker om å redusere de store overskuddene av fosfor og nitrogen på nederlandske gårder. Først i den seinere tid er det tatt inn en drivhusgassmodell. Den er basert på IDF, en europeisk standard for estimering av utslipp av drivhusgasser som bygger på IPCC sine retningslinjer (IDF, 2015). Programmet er oversatt til norsk og bearbeidet for norske forhold av NLR Hordaland (Bart van Gool). Den er godt utprøvd på mellegårder i Hordaland og på Jæren og de er svært fornøyd med næringsbalanseberegningene der. De opprinnelige algoritmene i programmet er stort sett beholdt slik de er. NLR Kretsløpstolken beregner overskudd og utnyttning av nitrogen og fosfor på gårdsnivå, i besetningen og ute på jordet, og den beregner utslipp av de ulike klimagassene per tonn melk, både fra driften internt på gården og det som blir kjøpt inn i form av kjøpt fôr og gjødsel. Energibruk regnes om til CO<sub>2</sub>-ekvivalenter. Den beregner også ammoniakkutslipp per tonn melk.

**HOLOSnor** er basert på den kanadiske modellen HOLOS (Little m.fl., 2008). Fordi det er mye mer ensartet jord og klima i Canada enn i Norge, ble det lagt et stort arbeid i å utvikle en modell som kunne ta inn jord og værdata fra hver gård. Dette var nødvendig for å sikre god nok kvalitet på karbonmodellen i HOLOSnor. Det er HOLOSnor det nå arbeides videre med i Dataflyt (<https://www2.landbruketsdataflyt.no/>) og som brukes i den store satsingen Klimasmart landbruk (<https://klimasmartlandbruk.no/om-oss/category849.html>). Helge Bonesmo hadde hovedansvar for



tilrettelegging av modellen for norske forhold. Han arbeider nå videre med modellen i Dataflyt i tett samarbeid med Tine. Det viste seg vanskelig å få gjort en direkte sammenligning med HOLOSnor da det ble noen feil med kjøring av den gamle HOLOSnor versjonen som vi ikke fant ut av, og Tine ikke hadde kapasitet til å gjøre de beregningene som trengtes for å kunne kjøre nye HOLOSnor for gårdene i prosjektet.

### Sammenligning av resultater for næringsbalanser i FARMnor og NLR Kretsløpstolken

Vedlegg 1 og 2 viser hovedresultat fra disse to modellene. NLR Kretsløpstolken presenterer resultatene for hvert av årene 2015 og 2016, mens FARMnor presenterer gjennomsnittsdata for disse to årene. FARMnor bruker vektet gårdsareal, mens Kretsløpstolken regner hele arealet likt, enten det er fulldyrka jord eller innmarksbeite. For bedre å kunne sammenligne resultatene fra de to modellene presenteres data fra FARMnor i tabell 10 som kg per daa totalt areal. I næringsbalanse for jord har kretsløpstolken med gjødsel fra beitende dyr. Det er ikke med i FARMnor. I FARMnor regnes alt innhold i husdyrgjødsel eller kunstgjødsel som tilført. Ammoniaktap regnes som en del av overskuddet. I Kretsløpstolken trekkes ammoniaktapet ved spredning av gjødsel fra før tilført nitrogenmengde beregnes og gjødsel fra beitende dyr er inkludert. I begge modellene er beregnet mengde nitrogen fra biologisk nitrogenfiksering med, men i beregningene fra Kretsløpstolken ble kløveren uteglemt på gård 4. I FARMnor er høstet = mengde næringsstoff som er fjernet fra jordet og lagret som før. Den delen av graset som er beitet er ikke med, heller ikke tap under høsting. I Kretsløpstolken er høstet = brutto avling ute på jordet. Tap under høsting er ikke medregnet. Kretsløpstolken er ikke beregnet for gård 6. Kretsløpstolken har bare med nitrogen og fosfor, mens FARMnor også har med data for kalium og svovel. Resultatene kan derfor ikke sammenlignes direkte, men viser en trend. Gård 6 er ikke beregnet i Kretsløpstolken.

Tabell 9. Overskudd av nitrogen og fosfor ved engdyrkinhg (tilført ÷ høstet) beregnet i kg per daa for gårdens totale areal med FARMnor og NLR Kretsløpstolken. Mengde tilført og fjernet er beregnet ulikt.

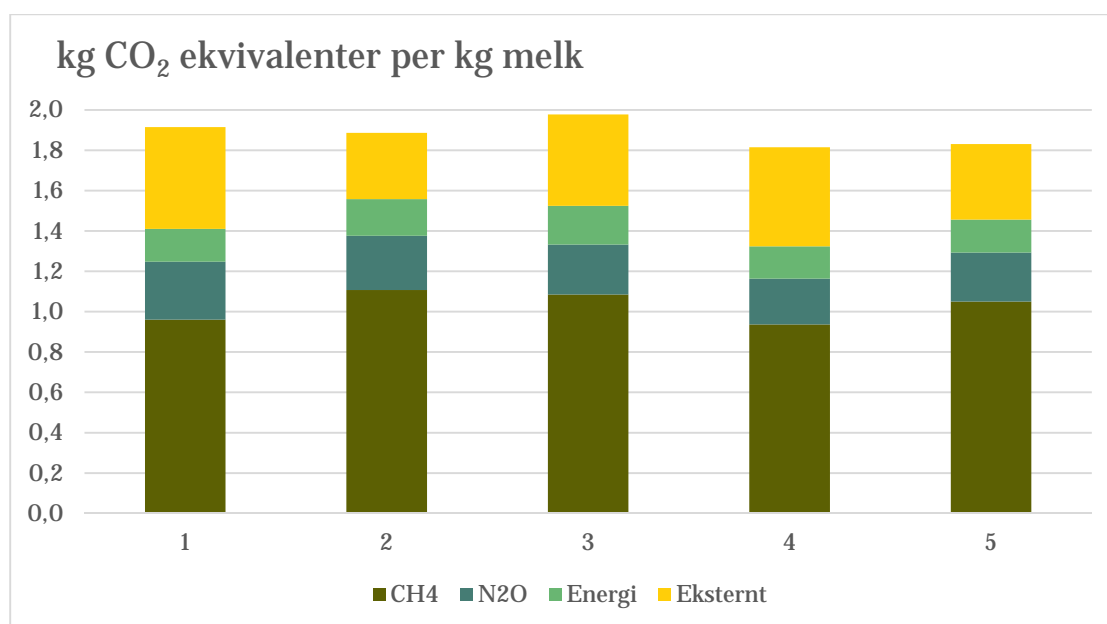
Gård	Kg per daa, FARMnor						Kg per daa, Kretsløpstolken				
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5
<b>Nitrogen</b>	7	8	2	12	4	14	9	8	1	5	1,5
<b>Fosfor</b>	2,8	4,0	0,3	1,4	1,0	0,6	0,7	1,1	0,5	0,9	1,1

Tabell 10. Overskudd av nitrogen og fosfor på gårdsnivå (tilført ÷ solgt) beregnet med FARMnor og NLR Kretsløpstolken (kg per daa totalt gårdsareal). I FARMnor er tilført = næringsstoff kjøpt inn til gården i form av før, gjødsel og strø + biologisk nitrogenfiksering + atmosfærisk nedfall + fra utmarka. I Kretsløpstolken er tilført = næringsstoff kjøpt inn til gården i form av før og gjødsel + biologisk nitrogenfiksering + atmosfærisk nedfall+ mineralisering fra myrjord. I Kretsløpstolken er mengden nitrogen i atmosfærisk nedfall satt nesten 10 ganger så høyt som i FARMnor hvor det brukes lokale faktorer. I FARMnor er solgt = nitrogen og fosfor i levert melk og i kjøtt-tilvekst. I FARMnor er solgt = nitrogen og fosfor i levert melk og kjøtt.

Gård	Kg per daa, FARMnor						Kg per daa, Kretsløpstolken				
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5
<b>Nitrogen</b>	11	10	5	15	8	16	13	14	6	13	7
<b>Fosfor</b>	0,5	1,1	0,3	0,9	1,3	0,5	0,7	1,1	0,5	0,9	1,1

Beregningene viser imidlertid samme trend enten de er gjort i FARMnor eller Kretsløpstolken og enten en ser på engdyrking eller gårdsnivå. Størst er overskuddet av nitrogen på de konvensjonelle gårdene. Gård 2 og 5 har brukt en del grisegjødsel og har større overskudd enn gård 3 som bare har egen gjødsel i begge beregningsmodellene. Et større overskudd av fosfor på gård 2 og 5 enn på de andre gårdene er naturlig da det her er gjødslet med en del grisegjødsel.

## 10.1 Sammenligning av resultater for utslipp av drivhusgasser i FARMnor og NLR Kretsløpstolken



Figur 5. Utslipp av drivhusgasser for 5 av gårdene estimert med NLR Kretsløpstolken i gjennomsnitt for årene 2015 og 2016. Metan (CH<sub>4</sub>) er metanutslipp fra fordøyelsen til storfe og fra husdyrgjødsel, Lystgass (N<sub>2</sub>O) stammer fra husdyrgjødsel, kunstgjødsel og planterester, energi er elektrisk strøm og diesel brukt på gården, eksternt er utslipp av drivhusgasser utenom gården for å produsere fôr, gjødsel m.m. kjøpt inn til gården. Utslipp av drivhusgasser ved produksjon av bygninger og maskiner er ikke tatt med, heller ikke karbonlagring.

Tabell 11. Estimerte utslipp av drivhusgasser beregnet som kg CO<sub>2</sub>-ekvivalenter per kg energikorrigert melk (EKM) levert fra gården med modellene FARMnor og NLR Kretsløpstolken, i gjennomsnitt for årene 2015 og 2016.

Gård	1	2	3	4	5
<b>FARMnor</b>	0,92	1,00	0,82	0,95	0,81
<b>NLR Kretsløpstolken</b>	1,92	1,88	1,98	1,82	1,83

NLR Kretsløpstolken estimerer mye høyere utslipp per kg melk enn det FARMnor gjør. Sannsynlige årsaker til det kan være at det i FARMnor er en allokering mellom melk og kjøtt basert på energibruk, mens det ikke er noen slik allokering i NLR Kretsløpstolken, det vil si at alle drivhusgassutslipp på og tilknyttet gården blir belastet melkeproduksjon. Det regnes mye høyere utslipp fra produksjon av elektrisitet i Kretsløpstolken enn i FARMnor da FARMnor er basert på norsk energimix. Det regnes høyere utslipp fra importert fôr i NLR Kretsløpstolken enn i FARMnor, spesielt grovfôr og det skiller ikke mellom fôr produsert økologisk og ikke.

### 10.1.1 Oppsummering av gårdsmodeller

Det er fremdeles et godt stykke arbeid igjen før modellene fanger opp effekt av agronomiske forbedringer på utslipp av drivhusgasser, men supplert med en dyktig landbruksveileder kan de brukes som utgangspunkt for miljøveiledning på gårdsnivå.

På arbeidsmøtet i klimagassprosjektet ble det diskutert hvordan modeller for miljømessig bærekraft og klimagassutslipp best kan brukes i rådgivningen. Nedenfor har Martha Ebbesvik oppsummert innholdet i møtet.

#### 10.1.1.1 Hvordan bruke modellene i rådgivning

Hvordan disse ulikhetene mellom modellene? virker inn på konklusjonene er viktig. Hvis konklusjonene blir de samme ut i rådgivningen, er det ikke så nøye om det er noen ulikheter. Men hvis utslippene blir veldig ulike i ulike modeller, så blir det verre å bruke dette i rådgivning og ikke riktig å sammenligne med internasjonale tall.

Vanskelig å lage gårdsmodeller når det gjelder grovfôr og husdyr. Vi har gode modeller på enkelt dyr, men det er verre å flytte dette over på gårdsnivå. Hvor nær sannheten er man? Med en kalkulator kan du se på effektiviteten i produksjonen, i næringsstoffbalansen, energiforbruk, input i forhold til output. For nitrogen kommer en ganske nært sannheten, men for klimagassutslipp er svaret lengre unna «sannheten».

Hovedhensikten med prosjektet? er å drive forskning og? rådgivning. Noe er gitt fra naturen. Hvordan ta høyde for myrjord f.eks.? Hvordan ta høyde for det som er gitt fra naturens side og fra gårdbrukerens drift? Kan se over tid og da kan man bidra med rådgivning på tross av vanskelig utgangspunkt – bidra internt på gården. I Dataflyt-prosjektet har man noe å gi råd ut fra. Mest mulig av input-data bør være kontrollerbare. Modellen må kanskje forbli litt enkel for at man skal kunne kontrollere input-dataene?

Bør ha en nøytral rådgivning.?

#### 10.1.1.2 Samarbeid

Er det et forum for disse modellene for å bli enige? IPPC har laget retningslinjer for klimagassberegninger, men det er ulike nivå fra land til land. Kan velge mellom tre ulike nivåer. Vi holder på med mellomnivået. Men det blir litt ulike svar likevel.

Videre samarbeid: Dypere inn i materien på enkeltbruk og finne hvilke forbedringstiltak som er aktuelle. Iverksette og sjekke etterpå. Viktig med samarbeid med aktørene også.

# Referanser

- Briseid, T., Grønlund, A., Harstad, O.M., Garmo, T., Volden, H., Morken, J. 2008. Klimagasser fra landbruket. Bioforsk rapport. Vol 3, nr. 9, 41 s.
- Ecoinvent 3.2, 2015. The Ecoinvent LCA Database, v3.2, "cut-off by Classification". The ecoinvent Center. [www.ecoinvent.org](http://www.ecoinvent.org).
- Hansen, S. & Bakken, A. K. 2008. A discussion of norms for S supply in organic farming based on content in forage and ruminant performance in Norway. In: D. Neuhoff, N. Halberg, T. Alföldi, W. Lockeretz, A. Thommen, I. A. Rasmussen, ... H. Willer (Eds.), Proceedings of the 2nd scientific conference of the international society of organic agriculture research (ISO FAR), Livestock, socio-economic and cross disciplinary research in organic agriculture (Vol. 2, pp. 160–163). Modena, Italy: Archived at: <http://orgprints.org/11946/1/11946.pdf>
- Hjukse, O. 2017. Referansebruksberegninger 2017. Avgitt august 2017. 76 sider. <https://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/2464566/Referansebruksberegning%202017%20m%20omslag.pdf?sequence=6&isAllowed=y>
- IDF 2015. A common carbon footprint approach for the dairy sector e the IDF guide to standard life cycle assessment methodology. In: Bulletin of the International Dairy Federation 479/2015, s. 250-5118.
- IPCC; Intergovernmental Panel on Climate Change 2006. Revised Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. PCC/OECD/IEA/IGES, Vol 4, Agriculture, Forestry and other land use <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/ppdhtm>
- Koesling, M., Ruge, G., Fystro, G., Torp, T., Hansen, S. 2015. Embodied and operational energy in buildings on 20 Norwegian dairy farms – introducing the building construction approach to agriculture. Energy and Buildings. 108, 330-345. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.09.012>
- Koesling, M., Hansen, S. & Bleken, M. A. 2017a. Variations in nitrogen utilisation on conventional and organic dairy farms in Norway. Agricultural Systems, 157, 11–21. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.06.001>
- Koesling, M., Hansen, S. & Schueler, M. 2017b. Variations of energy intensities and potential for improvements in energy utilisation on conventional and organic Norwegian dairy farms. Journal of Cleaner Production, 164, 301–314. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.06.124>
- Little, S., Lindeman, J., Maclean, K. & Janzen, H.H. 2008. HOLOS. A tool to estimate and reduce greenhouse gases from farms. Methodology and algorithms for version 1.1. Agriculture and Agri-Food Canada, Lethbridge, Canada. 162 s.
- Schueler, M., Berg, W., Prochnow, A. & Paulsen, H.M. 2018a. Accounting for interannual variability of farm activity data for calculation of greenhouse gas emissions in dairy farming. Int. J. Life Cycle Assess. 23 (1), 41-54.
- Schueler, M., Hansen, S. & Paulsen, H. M. 2018b. 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>

- Sørensen, M. V., 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), 316–330. <https://doi.org/10.1007/s10021-017-0158-4>
- van Groenigen, J. W., Velthof, G. L., Oenema, O., Van Groenigen, K. J. & Van Kessel, C. 2010. Towards an agronomic assessment of N<sub>2</sub>O emissions: A case study for arable crops. *European Journal of Soil Science*, 61(6), 903–913. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2389.2009.01217.x>

# Vedlegg

## VEDLEGG 1

Bedømming av jord på et skifte på gården 1 (Næs) gjort med indikatorene til Jordlappen og utført av Helena Elvatun. Enga bestod ulike grasartar, med ein god del kveke. Det var ingen kløver å sjå.



Foto: Helena Elvatun

### **1: Laglegheit/ Bearbeidbarheit**

Har meir stein enn dei andre skifta. Men jorda lukter greitt, det er fin jordstruktur, Karakter: 6

### **2: Jordstruktur og jorddybde**

Mykje fin grynstruktur, det øverste laget består av 5,5 cm torv ved stikktest, Karakter: 8

### **3. Jjordklumpslipp**

Nokon større klumpar, men høg aggregatporøsitet, Karakter: 7

### **4. Jordstruktur**

Ikkje vanskeleg å bryta ned med hendene, Karakter : 6

### **5. Jordpakking**

Vaiertest i cm: 3 - 3,4 - 5,9 - 7,8 - 8,5 - 2, gjennomsnitt 5,1 cm

Variasjonen kan komma av at ein traff steinar undervegs, Karakter: 3

### **6. Jordorganismar som er synlege utan forstørrelsar**

Det vart sett fire rørlege jordorganismar, Karakter: 4

### **7. Meitemark**

Det vart ikkje observert noko mark, Karakter: 1

### **8. Plantehelse**

Ein del kveke, men ellers fin eng, Karakter: 8

### **9. Rotutvikling**

Ein del fine kvekerøtte, Karakter: 8

### **10. Vanninfiltrasjon**

Det blei nytta to rør med om lag ein meters mellomrom. Det gav fyljande resultat:

5 mm og 4 mm, gjennomsnitt = 4,5 mm, Karakter: 8

VEDLEGG 2, Nøkkeltall FARMnor, Sammendrag for 6 gårder		Næs	Dugstad	Tingvoll	Skarbø	Skaun	Sandvoll
Dyr	Enhet/unit	1	2	3	4	5	6
Årskyr	antall	22	24	21	20	71	56
Antatt gjennomsnittlig levendevekt per ku	kg	541	461	522	486	501	483
Lakt.nr ved utrang.	nr	3.0	3.2	2.5	3.8	2.8	2.5
kg EKM/årsku	kg EKM/ku	8359	6955	8859	8562	8235	8574
fett % melk	%	4.4	3.9	4.1	4.1	4.2	4.2
protein % melk	%	3.6	3.3	3.4	3.4	3.4	3.5
Leveringsprosent	%	94	88	85	89	94	93
Melk levert per daa vektet areal på garden brukt til storfe (meieri+privat)	kg EKM / daa	816	736	483	863	592	800
Melk levert per daa vektet areal på garden og netto skyggeareal	kg EKM / daa	460	358	284	469	293	468
<b>Gårdsstørrelse</b>							
Jordbruksareal; daa totalt	daa	327	260	393	218	1024	623
Fulldyrket eng	daa	163	199	295	164	859	560
overflatedyrket eng	daa	0.0	0.0	10.3	0.0	41.0	0.0
innmarksbeite	daa	164	29	72	55	140	63
daa vektet areal, storfe; 1 daa fulldyrket teller 1, overflatedyrket teller 0,6 og innmarksbeite 0,3	daa	212.2	202.4	322.8	177.0	925.6	561.2
Grønnfôr /annet grovfôr	daa	0.0	8.7	42.0	0.0	108.7	0.0
Korn til krossing	daa	0	16	0	0	0	0
Korn til modning,	daa	0	1	0	0	74	0
Leid areal	daa	105	36	393	84	698	33
Andel leiejord	%	32	14	100	39	68	5
skyggeareal: jord brukt på andre gardar (Norge og utland) til produksjon av importert fôr og dyr	daa	164	218	226	149	947	409
<b>avling</b>							
Eng, Avling i kg tørrstoff per daa av dyrket eng som blir høsta, beregnet ut fra melk og kjøtt	kg TS / daa	688	525	322	477	346	412
Eng, Avling i kg tørrstoff per daa av dyrket eng som blir høsta, beregnet ut fra avlingsanslag fra gardbruker	kg TS / daa	693	520	430	526	652	685
Beitet avling i kg tørrstoff per daa innmark (vektet areal, innmarksbeite er inkludert)	kg TS / daa	137.4	193.9	174.9	137.7	174.1	248.1
kg tørrstoff høstet grovfôr per årsku	kg TS/ku	3919	4817	5940	3621	7788	6351
Eng, Avling FEm per daa av dyrket eng som blir høsta, beregnet ut fra avlingsanslag, utvalgte skifte	Fem/daa	894.2	571.0	565.3	733.6	577.9	829.7
Eng, Avling FEm per daa av dyrket eng som blir høsta, beregnet ut fra avlingsanslag, fulldyrka eng	Fem/daa	423.6	436.0	338.1	382.7	571.7	625.5
Eng, Avling FEm per ku av dyrket eng som blir høsta, beregnet ut fra avlingsanslag, fulldyrka eng	Fem/ku	3257	3784	4718	3160	6830	5947
Kløverprosent i fulldyrka eng, anslag	%	1	20	27	15	15	5
<b>Bruk av tilgjengelig fôr beregnet ut fra energi MJ</b>							
kg kraftfôr pr. 100 kg EKM, kukontrollen	%	33	16	21	29	29	25
kg kraftfôr pr. 100 kg EKM, estimert ut fra innkjøpt kraftfôr	%	34	31	23	34	32	26
Kraftfôrandel i fôrrasjonen til melkekyr, beregnet fra kjøpt kraftfôr	%	48	41	36	52	48	43
Kraftfôrandel i fôrrasjonen til andre storfe,	%	16	12	16	16	17	34
Kraftfôrandel i fôrrasjonen av alt fôr	%	40	33	31	45	40	39
MJ i kraftfôr pr. ku pr. dag,	MJ/ku og dag	50	35	38	53	50	45
MJ utenom kraftfôr pr. ku pr. dag, kukontrollen	MJ/ku og dag	64	82	90	71	76	82
MJ utenom kraftfôr pr. ku pr. dag, estimert	MJ/ku og dag	54	50	66	49	53	60
Energi i grovfôr, per år høstet på gården, andel av totalt fôr	%	48	47	43	42	44	44
Beite på garden alt storfe inkludert ku(fd, od + ib)	%	8	12	18	9	15	16
Utmarksbeite til alt storfe	%	2	7	0	4	0	1
Andel av fôr til storfe brukt til melkekyr	%	74	72	76	80	76	76
<b>Gjødsling</b>							
Næringsoverskudd kg N/år og daa vektet innmark for hele garden, Gårdsnivå	kg N / daa	17	13	6	19	9	18
Næringsoverskudd kg P/år og daa vektet innmark for hele garden, Gårdsnivå	kg P / daa	0.5	1.5	0.3	1.1	1.5	0.6
Næringsoverskudd kg K/år og daa vektet innmark for hele garden, Gårdsnivå	kg K / daa	3	6	1	3	4	4
Næringsoverskudd kg N/år og daa vektet innmark for hele garden, feltnivå	kg N / daa	9	10	2	15	5	15
Næringsoverskudd kg P/år og daa vektet innmark for hele garden, feltnivå	kg P / daa	2	4	0	1	1	1
Næringsoverskudd kg K/år og daa vektet innmark for hele garden, feltnivå	kg K / daa	0	5	1	4	1	10
Næringsoverskudd kg N/år og daa vektet innmark for hele garden, uten biologisk N-fiksering	kg N / daa	9	6	-1	12	4	14
Storfe gjødsel (også importert) kg N/år og daa fulldyrka areal	kg N / daa	14	13	8	13	11	18
Storfe gjødsel (også importert) kg P/år og daa fulldyrka areal	kg P / daa	2.5	2.4	1.7	1.8	1.5	2.1
Storfe gjødsel (også importert) kg K/år og daa fulldyrka areal	kg K / daa	15	11	12	11	11	26
Handelsgjødsel kg N/år og daa fulldyrka areal (inkludert innkjøpt organisk gjødsel)	kg N / daa	13	0	0	13	0	13
Handelsgjødsel kg P/år og daa fulldyrka areal (inkludert innkjøpt organisk gjødsel)	kg P / daa	0	0	0	1	0	0
Handelsgjødsel kg K/år og daa fulldyrka areal (inkludert innkjøpt organisk gjødsel)	kg K / daa	2	0	0	2	0	0
Summen av handels- og husdyrgjødsel og kløver kg N/år og daa fulldyrka areal	kg N / daa	27	17	12	28	12	31
Summen av handels- og husdyrgjødsel kg P/år og daa fulldyrka areal	kg P / daa	2.5	2.4	1.7	2.4	1.5	2.1
Summen av handels- og husdyrgjødsel kg K/år og daa fulldyrka areal	kg K / daa	16	11	12	14	11	26
Kalk kg/år og daa fulldyrka areal	kg kalk/daa	43	201	0	37	0	0
kg N kjøpt inn til gården per kg N levert i melk og kjøtt	kg N/kg N	4.0	2.8	1.9	4.0	2.8	4.3
kg nitrogen fra naturen per kg N levert i melk og kjøtt	kg N/kg N	0.1	1.1	1.4	0.6	0.7	0.2
kg N brukt utenfor gården til å pruserere fôr og livdyr kjøpt til gården per kg N i melk og kjøtt	kg N/kg N	0.7	0.0	0.1	0.7	0.0	0.6
Jorddata		0	0	0	0	0	0
% myrjord av fulldyrka jord (hentet fra kart (AR5))	%	0	3	0	0	0	0
Moldinnhold i % (beregnet ut fra vektet middel av jordprøver uten myr)	%	13	7	8	10	10	7
pH	pH	6	6	6	6	6	6
P-AL	P-AL	16	14	14	23	23	23
K-AL	K-AL	11	8	5	9	9	9
K-HNO3	K-HNO3	?	27	110	82	82	82
<b>Energibruk (strøm, diesel og energi brukt til å produsere og transportere varer brukt på gården)</b>							
Energibruk per kg levert EKM melk	MJ/kg EKM	4.4	3.4	5.5	4.5	3.5	3.6
Energibruk per kg levert spiselig energi i melk og kjøtt	MJ/1000 MJ	1708	1432	2086	1689	1434	1443
Andel energi fra kraftfôrproduksjon (dyrking, lagring, transport)	%	38	30	20	40	34	44
Andel energi fra plastikk ( lagring, transport)	%	2	0	4	1	12	6
Andel energi fra diesel	%	15	12	17	15	31	16
Andel energi fra elektrisitet	%	21	51	57	21	21	11
Andel energi fra kunstgjødsel	%	12	0	0	15	0	20
<b>Drivhusgasser (unntatt maskiner, bygninger, lagring i og utslipp fra jorda) beregnet etter klimapanelets beregningsmåter</b>							
Totale utslipp på gården per daa vektet areal	kg CO2 ek. /daa	10159	10093	5195	10014	6328	9598
Utslipp per kg levert melk	kg CO2 ek. /daa	0.92	1.00	0.82	0.95	0.81	0.91
Utslipp per enhet spiselig energi levert i melk og kjøtt	kg CO2 ek. /daa	379	414	327	353	325	362
Andel utslipp fra selve husdyrholdet	%	50	58	61	50	58	49
Andel utslipp fra grovfôrproduksjonen	%	18	23	17	18	19	17
Andel utslipp fra produksjon av dyr, fôr og gjødsel importert til gården	%	32	18	22	32	23	34

Vedlegg 3, NØKKELTALL KRETSLØPSTOLKEN, sammendrag for 5 gårder										
NØKKELTALL BEDRIFT	År 2015					År 2016				
	Næs	Dugstad	Tingvoll	Skarbø	Skaun	Næs	Dugstad	Tingvoll	Skarbø	Skaun
Gårdsnavn	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
<b>Jorda</b>										
grasareal (daa)	327	240	393	218	1102	327	245	393	218	957
grønformais (daa)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
grasareal med restriksjoners (daa)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
andre åker (daa)	0	19	0	0	0	0	19	0	0	0
Totalt (daa)	327	259	393	218	1102	327	264	393	218	957
<b>Besetningen</b>										
antall mjølkekyr	23	24	21	20	71	21	24	20	20	72
antall kviger	14	13	10	8	42	11	11	11	7	40
antall kalver	11	8	10	8	32	9	9	9	8	29
antall andre drøvtyggere	0	13	7	6	24	13	9	7	5	25
antall ungdyr per 10 mjølkekyr	10,5	8,3	9,6	7,7	10,6	9,2	8	9,8	7,5	9,6
<b>Mjølkeleveranse</b>										
mjølk (kg)	175422	165042	161840	145363	513140	154240	144949	146359	144369	521187
fettinnhold (%)	4,32	3,89	4	4,15	4,14	4,5	3,92	4,28	4,18	4,26
proteininnhold (%)	3,63	3,26	3,36	3,39	3,35	3,58	3,27	3,37	3,43	3,4
ureatall (mg/100 ml)	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4
leveranse pr ku (kg)	7694	6820	7563	7305	7279	7275	5941	7174	7291	7249
EKM per ku (kg)	8124	6710	7582	7464	7411	7812	5869	7430	7493	7504
EKM per daa (kg)	567	627	413	681	474	507	542	386	681	564
<b>OVERSKUDD OG UTNYTTING FOR HELE GÅRDEN</b>										
Nitrogenoverskudd (kg/daa)	9,3	16,8	5,6	11,7	4,4	16,4	11	6,5	14,8	10
Nirogenutnytting (%)	28%	23%	35%	28%	45%	19%	24%	29%	23%	30%
Fosforoverskudd (kg/daa)	0,61	1,83	0,48	0,61	0,74	0,79	0,35	0,44	1,22	1,4
Fosforutnytting (%)	53%	36%	55%	59%	47%	47%	70%	56%	42%	36%
<b>AMMONIAKTAP OG UTNYTTING AV HUSDYRGJØDSEL</b>										
Fjøset og gjødsellager (kg N-NH3/daa)	0,3	1	0,7	1,2	0,7	0,3	0,8	0,7	1,1	0,8
Under og etter spredning (kg N-NH3/daa)	2,9	5,8	4,2	6,8	6,2	2,5	3,2	4,1	6,4	7,1
På beite (per daa)	0	0,1	0	0	0	0,1	0,1	0	0	0
Nitrogenutnytting (%)	72%	73%	51%	52%	52%	76%	76%	49%	49%	52%
<b>NITROGENBALANS FOR HELE GÅRDEN I KG PER DAA</b>										
<b>Tilført nitrogen 1</b>										
kunstgjødsel	6,5	0	0	6,3	0	10,2	0	0	6,8	0
husdyrgjødsel	0,1	8,9	0,3	0	2,9	0	3	0,1	0	3,3
kraftfôr	6,3	6,4	3,5	8,5	5,5	4,7	5,4	3,5	8,9	6,5
grovfôr	-1,8	-0,6	3,1	-0,4	-3,2	2,7	-0,2	2,4	1,8	0
belgvekster	0	4,7	0	0	0,9	0	3,7	1,2	0	2,5
nedbør	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
mineralisering	0	0,7	0	0	0	0,7	0,7	0	0	0
Sum tilført	12,9	21,9	8,7	16,2	7,9	20,1	14,4	9	19,3	14,1
<b>Bortført nitrogen 2</b>										
mjølk	3,1	3,3	2,2	3,5	2,4	2,6	2,8	2	3,6	2,9
husdyr	0,6	1,8	1	1	1,1	1,1	0,6	0,7	0,9	1,3
Sum bortført	3,7	5,1	3,2	4,5	3,5	3,7	3,4	2,7	4,5	4,2
Overskudd nitrogen	9,3	16,8	5,6	11,7	4,4	16,4	11	6,5	14,8	10
Utnytting for hele gården (%)	28%	23%	35%	28%	45%	19%	24%	29%	23%	30%
<b>FOSFORBALANS FOR HELE GÅRDEN I KG PER DAA</b>										
<b>Tilført fosfor 1</b>										
kunstgjødsel	0,4	0	0	0,3	0	0,3	0	0	0,6	0
husdyrgjødsel	0	1,8	0	0	0,9	0	0,4	0	0	1
kraftfôr	1	1,1	0,6	1,2	1	0,9	1	0,6	1,3	1,1
grovfôr	-0,2	0	0,4	0	-0,4	0,3	-0,1	0,3	0,1	0
Sum tilført	1,2	2,9	1	1,5	1,5	1,5	1,3	0,9	2	2,1
<b>Bortført fosfor 2</b>										
mjølk	0,5	0,6	0,4	0,6	0,4	0,4	0,5	0,3	0,6	0,5
husdyr	0,2	0,4	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,2	0,2	0,3
Sum bortført	0,7	1	0,6	0,8	0,7	0,7	0,9	0,5	0,8	0,8
Oversskudd fosfor	0,61	1,83	0,48	0,61	0,74	0,79	0,35	0,44	1,22	1,4
Utnytting for hele gården (%)	53%	36%	55%	59%	47%	47%	70%	56%	42%	36%
1 Korrigert for bortført og lagerbeholdning										
2 korrigert for tilført og lagerbeholdning										
<b>NITROGENBALANS BESETNING I KG PER DAA</b>										
<b>Tilført nitrogen</b>										
kraftfôr	6,2	6,2	3,5	8,4	5,4	4,7	5,3	3,5	8,7	6,4
grovfôr	6,4	9,8	8,7	9,9	6,7	7	6,5	8	9,3	9,4
grønformais	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
beitegras	2,4	5,8	1,4	3,4	3,2	3,6	6,6	1,2	1,4	1,9
biprodukter	0	0,7	0	0	0	0	0,1	0	0	0
Sum tilført	14,9	22,6	13,7	21,7	15,3	15,3	18,5	12,7	19,4	17,7
<b>Bortført nitrogen</b>										
mjølk	3,1	3,3	2,2	3,5	2,4	2,6	2,8	2	3,6	2,9
kjøtt	0,5	0,6	0,4	0,5	0,4	0,4	0,6	0,4	0,5	0,5
Sum bortført	3,6	3,8	2,5	4,1	2,9	3,1	3,4	2,3	4,1	3,4
Ekskresjon nitrogen	11,3	18,7	11,1	17,6	12,4	12,2	15,1	10,4	15,4	14,3
Utnytting i besetningen (%)	24%	22%	23%	21%	23%	25%	18%	21%	23%	24%



<b>FOSFORBALANS I KG PR DAA</b>											
<b>Tilført fosfor</b>											
kraftfôr		1	1,09	0,61	1,22	0,92	0,87	0,92	0,61	1,27	1,09
surfôr	0,87	1,27	1,22	0,7	0,87	0,87	0,83	1,13	0,79	1,27	1,27
grønfôrmais	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
beitegras	0,31	0,7	0,17	0,22	0,39	0,39	0,92	0,17	0,13	0,22	0,22
biprodukter	0	0,17	0	0	0	0	0,17	0	0	0	0
Sum tilført	2,18	3,23	2,05	2,14	2,23	2,14	2,84	1,88	2,18	2,58	2,58
<b>Bortført fosfor</b>											
mjølk	0,52	0,61	0,39	0,65	0,44	0,44	0,52	0,35	0,65	0,52	0,52
kjøtt	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2
Sum bortført	0,7	0,79	0,52	0,83	0,61	0,61	0,7	0,48	0,83	0,7	0,7
Ekskresjon fosfor	1,49	2,44	1,53	1,35	1,62	1,53	2,1	1,4	1,35	1,88	1,88
Utnyttning i besetningen (%)	32%	32%	29%	41%	31%	33%	30%	29%	40%	30%	30%
<b>FØRING AV BESETNINGEN</b>											
<b>Førforsyning</b>											
% egen produsert fôr: nitrogen 3	71%	75%	53%	63%	85%	53%	72%	55%	47%	64%	64%
% egenprodusert fôr: 3	62%	67%	50%	45%	77%	43%	71%	51%	36%	58%	58%
% egenprodusert fôr: FEm 3	77%	72%	54%	63%	91%	50%	80%	55%	50%	69%	69%
<b>Innhold i fôrrasjonen</b>											
Råprotein (g/kg ts)	152	164	157	182	162	156	158	162	167	159	159
P (g/kg ts)	3,6	3,6	3,7	2,9	3,8	3,5	3,7	3,8	3	3,7	3,7
FEm (FEm/kg ts)	0,957	0,907	0,851	0,948	0,947	0,927	0,92	0,871	0,948	0,935	0,935
Råprotein per FEm (g/FEm)	159	181	184	192	171	168	172	186	176	170	170
P per FEm (g/FEm)	3,7	4	4,4	3	4	3,8	4	4,4	3,1	4	4
EKM per ku (kg/dag)	22,3	18,4	20,8	20,4	20,3	21,4	16,1	20,4	20,5	20,6	20,6
<b>Effektivitet</b>											
kg EKM per FEm (inkl. ungdyr)	0,97	0,91	0,96	1,01	0,92	0,97	0,85	0,95	1,02	0,95	0,95
kg EKM per kg ts (inkl. ungdyr)	0,92	0,83	0,82	0,95	0,87	0,9	0,78	0,82	0,97	0,89	0,89
FEm per kg EKM (inkl. ungdyr)	1,04	1,1	1,04	1	1,09	1,03	1,17	1,06	0,98	1,06	1,06
Nitrogenutnytting i besetningen (%)	24%	22%	23%	21%	23%	25%	18%	21%	23%	24%	24%
Fosforutnytting i besetningen (%)	32%	32%	29%	41%	31%	33%	30%	29%	40%	30%	30%
<b>Ekskresjon</b>											
Nitrogen ekskresjon per ku (inkl. ungdyr)	148	169	174	170	167	161	147	174	149	163	163
Fosfor ekskresjon per ku (inkl. ungdyr)	21,8	23,6	26,6	14,4	24,5	22,3	21,4	26,2	14,8	24,5	24,5
<b>C/N forhold i fôrrasjonen</b>											
eget produsert fôr	23	18	20	18	20	19	21	19	20	21	21
kjøpt fôr	15	13	16	13	13	16	14	16	13	13	13
<b>UTNYTTING I FØRDIRKINGEN</b>											
Nitrogenutnytting (%)	85%	85%	89%	85%	84%	87%	84%	89%	88%	87%	87%
Fosforutnytting (%)	87%	88%	91%	87%	86%	88%	86%	91%	90%	89%	89%
<b>NITROGENTAP I FØRDIRKINGEN</b>											
Konservering (kg/daa)	0,32	1,05	0,71	1,24	0,73	0,32	0,81	0,71	1,11	0,84	0,84
Svinn på jorda (kg/daa) 4	0,03	0,06	0,02	0,05	0,03	0,06	0,1	0,02	0,02	0,03	0,03
3 mengde egenprodusert N, P og FEm/opptatt mengde N, P og FEm											
4 nedbrytning av planterester fører med seg NH3 tap											
<b>NITROGENBALANS FOR JORDA I KG PER DAA</b>											
<b>Tilført nitrogen</b>											
blautgjødning 5	6,7	16,7	4,9	6,7	6,2	5,9	9,2	4,5	7	7,4	7,4
Husdyrgjødning ved beiting 5	2	3,2	1,3	2,9	1,8	3,3	5,1	1,1	1	1,9	1,9
kunstmjølk	6,3	0	0	6,2	0	10	0	0	6,7	0	0
belgvekster	0	4,7	0	0	0,9	0	3,7	1,2	0	2,5	2,5
nedbør	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
mineralisering	0	0,7	0	0	0	0,7	0,7	0	0	0	0
Sum tilført	16,9	27,1	8	17,6	10,8	21,7	20,4	8,6	16,5	13,7	13,7
<b>Bortført nitrogen</b>											
brutto beitegras 7	2,4	5,8	1,4	3,5	3,2	3,6	6,7	1,2	1,4	1,9	1,9
brutto grassurfôr 6	8,8	11,3	6,4	11,2	10,6	4,9	7,2	6,2	8,3	10,3	10,3
brutto grønfmørrais 6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
brutto øvrig fôr 6	0	0,7	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0
Sum bortført	11,4	18,1	7,9	14,9	14	8,8	14,3	7,6	9,9	12,4	12,4
<b>Overskudd nitrogen</b>	5,5	9	0,1	2,7	-3,2	12,9	6,1	1	6,6	1,3	1,3
Utnyttning i jorda (%)	68%	68%	97%	85%	126%	42%	71%	87%	61%	90%	90%

FOSFORBALANS FOR JORDA I KG PR DAA										
<b>Tilført fosfor</b>										
blautgjødning	1,31	3,67	1,35	1,13	2,27	1,09	1,75	1,27	1,27	2,66
Husdyrgjødning ved beiting	0,26	0,39	0,17	0,22	0,26	0,44	0,65	0,13	0,09	0,26
kunstgjødning	0,39	0	0	0,31	0	0,26	0	0	0,65	0
nedbør	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sum tilført	2,01	4,06	1,53	1,62	2,53	1,75	2,44	1,4	2,01	2,93
<b>Bortført fosfor</b>										
brutto beitegras 7	0,31	0,7	0,17	0,22	0,39	0,39	0,92	0,17	0,13	0,22
brutto grassurfør 6	1,1	1,4	0,9	0,8	1,4	0,6	1	0,8	0,7	1,3
brutto grønførmals 6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
brutto øvrig fôr 6	0	0,2	0	0	0	0	0,2	0	0	0
Sum bortført	1,4	2,23	1,05	1	1,75	0,96	2,05	1	0,83	1,57
<b>Oversskudd fosfor</b>	0,61	1,83	0,48	0,61	0,74	0,79	0,35	0,44	1,22	1,4
<b>Utnyttning i jorda (%)</b>	72 %	57 %	70 %	65 %	72 %	57 %	86 %	72 %	42 %	55 %
<b>GJØDNING AV JORDA</b>										
<b>Grasareal</b>										
blautgjødning (m3/daa)	2,3	5,7	2,1	2,9	3,4	2	3,2	2	3,1	3,9
N-kunstgjødning (kg/daa)	6,5	0	0	6,3	0	10,2	0	0	6,8	0
P-kunstgjødning (kg/daa)	0,4	0	0	0,3	0	0,3	0	0	0,7	0
<b>AVLING FRA JORDA</b>										
Netto avling alt grasareal (kg/daa)										
tørrstoff	572	756	352	581	642	356	712	320	450	575
FEm	529	669	297	533	601	323	630	282	413	534
nitrogen	11,1	18,4	7,8	14,6	13,8	8,5	14,9	7,4	9,7	12,1
fosfor	1,4	2,2	1	1	1,8	1	2	1	0,8	1,6
Råprotein innhold (g/kg ts)	121	152	138	157	134	149	131	145	135	132
P-innhold (g/kg ts)	1,1	1,3	1,2	0,8	1,2	1,2	1,2	1,4	0,8	1,2
Sum nettoavling grasareal og grønførmals (kg/daa)										
tørrstoff	572	756	352	581	642	356	712	320	450	575
FEm	529	669	297	533	601	323	630	282	413	534
nitrogen (kg/daa)	11,1	18,4	7,8	14,6	13,8	8,5	14,9	7,4	9,7	12,1
fosfor (kg/daa)	1,4	2,2	1	1	1,8	1	2	1	0,8	1,6
Råproteininnhold (g/kg ts)	121	152	138	157	134	149	131	145	135	132
P-innhold (g/kg ts)	1,1	1,3	1,2	0,8	1,2	1,2	1,2	1,4	0,8	1,2
<b>UTSLIPP</b>										
Ammoniakk pr tonn mjølk										
Utslipp gård i alt (kg NH3)	7,36	13,23	14,6	14,87	18,18	7,57	9,32	15,87	13,8	17,82
Klimagasser pr tonn mjølk										
Utslipp på gården, metan (kg CH4)	32,4	40,6	38,6	33,4	37,2	36,2	38,5	38,9	33,5	37,8
Utslipp på gården, lystgass (kg N2O)	0,87	0,98	0,89	0,9	0,94	1,3	1,05	0,98	0,81	0,89
Utslipp på gården, energi (kg CO2)	170	184	183	163	167	154	179	201	158	160
Utslipp på gården, total (kg CO2-ekv)	1307	1579	1499	1337	1460	1512	1533	1551	1312	1455
Utslipp innført på gården, total (kg CO2-ekv)	464	333	411	485	372	546	324	495	498	377
Sum alle utslipp, total (kg CO2-ekv)	1771	1912	1910	1822	1832	2059	1857	2046	1810	1833
<b>Gårdnummer</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>



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

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

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

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