



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Vurderingar av netto forsyning av eteleg protein frå norsk sauehald

NIBIO RAPPORT | VOL. 10 | NR. 36 | 2024



Håvard Steinshamn^a, Ola Flaten^a, Matthias Koesling^a, Anna Hesse^b og Lise Grøva^c

^aDivisjon for matproduksjon og samfunn, NIBIO; ^bSveriges lantbruksuniversitet; ^cDivisjon for skog og utmark, NIBIO

TITTEL/TITLE

Vurderingar av netto forsyning av eteleg protein frå norsk sauenæring

FORFATTAR(A R)/AUTHOR(S)

Håvard Steinshamn, Ola Flaten, Matthias Koesling, Anna Hessle, Lise Grøva

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGANG/AVAILABILITY:	PROSJEKTNR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
11.03.2024	10/36/2024	Open	52314	20/01075
ISBN: 978-82-17-03486-5		ISSN: 2464-1162	ANTAL SIDER/ NO. OF PAGES: 36	ANTAL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES: 0

OPPDRA GSGJEVAR/EMPLOYER:

NIBIO

KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

-

SAMANDRAG/SUMMARY:

Som drøvtyggar har sauen evne til å omdanna fiberrikt fôr, som ikkje er eteleg for menneske, til høgverdig protein, i kjøtt og biprodukt, med essensielle aminosyrer. I norsk sauehald er det meste av fôrgrunnlaget grovfôr, og beite står for om lag 60 % av fôrinntaket. Men det blir også brukt ein del kraftfôr og mjølkeerstatningar med humant eteleg ingrediensar. I denne studien undersøkte vi kor mykje eteleg protein vi får ut i høve til mengd eteleg protein gitt i fôringa. Effektiviteten er rekna som høvetalet (HeP_{eff}) med mengd eteleg protein i kjøtt, blod og innmat i høve til mengd eteleg protein brukt i fôringa. Dersom det blir produsert meir eteleg enn det som blir brukt i fôringa, er effektiviteten HeP_{eff} større enn 1. Det blei også estimert i kor stor grad aminosyrer brukt i fôringa blir oppgradert til essensielle aminosyrer for menneske. Dette uttrykt som differansen mellom fordøyelege essensielle aminosyrer i kjøtt, blod og innmat og mengd av dei same aminosyrene brukt i fôringa. Datagrunnlaget var tal frå sauebruk som var med i Driftsgranskingane i jordbruket i åra 2018-2020. Mengd innkjøpt kraftfôr og mjølkeerstatning blei estimert ut frå rekneskapstal. Ingrediensar i innkjøpt fôr blei estimert ut frå opplysningar gitt av fôrprodusentar. I kalkylane såg ein på kva det hadde å seie om raps og rapsprodukt i kraftfôret vart rekna som humant eteleg. Dersom ein rekna at både kjøtt, blod og innmat er eteleg, og rapsprodukt ikkje er humant eteleg, blei det i gjennomsnitt produsert om lag like mykje humant eteleg protein som brukt i fôringa, $HeP_{eff} = 1$. Dersom ein ikkje rekna proteinet i raps som humant eteleg, blei det for alle fordøyelege essensielle aminosyrer produsert meir enn brukt i fôringa i regionane 'Austlandet andre bygder' og 'Trøndelag andre bygder', medan det for andre deler av landet var om lag same mengd protein i kjøtt og biprodukt som det vart brukt i fôringa.

Proteineffektiviteten var høgare i regionar med gode utmarksbeite, og Fjell- og dalbygder i Trøndelag og på Austlandet hadde høgare HeP_{eff} enn Agder og Rogaland. Mengd kraftfôr per vinterfôra sau og tal gangslam (levande lam på hausten) per vinterfôra sau hadde sterk effekt på HeP_{eff} , og det er fullt mogleg å betre effektiviteten med relativt små justeringar av mengd og type ingrediensar i kraftfôr.

GODKJEND /APPROVED

Mats Höglind

NAMN/NAME

PROSJEKLEIAR /PROJECT LEADER

Lise Grøva

NAMN/NAME



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Forord

Undersøkingane formidla i denne rapporten er gjennomførte innanfor forskingsprosjektet «#Amazing grazing - bærekraftig kjøtt og ull frå sau som beiter i norsk utmark» finansiert av Forskningsmidler for jordbruk og matindustri» (prosjektnr. 319396 i Norges forskningsråd).

Prosjektet hadde som mål å få kunnskap om korleis sauehaldet i Norge kan bidra til ei berekraftig utvikling. Å sjå på proteinrekneskapet i sauehaldet – altså kor mykje humant eteleg protein sauen gir oss i høve til det sauen sjølv et – er viktig for å forstå sauen og drøvtyggaren sin plass i forvaltning av ressursar tilgjengeleg for matproduksjon. I prosjektet har vi også vurdert berekraft ved hjelp av livssyklusanalyse, klimakalkulatoren for sau, økonomiske analysar og intervjuverktøyet SMART.

Berre 3 % av landarealet i Noreg er jordbruksareal, og under halvparten av dette er eigna til å dyrke åkervekstar som kan gje humant eteleg protein direkte til folk. Resten av dyrkajorda er best eigna til å dyrke gras. I tillegg har vi store areal - omtrent 45 % av Norge - som er eigna til beite for drøvtyggarar. Drøvtyggjarane kan gje oss høgverdig protein med essensielle aminosyrer ved å omdanna gras og urter til kjøtt og mjølk. Men drøvtyggjar kan også nytte korn og andre vekstar som er etelege for menneske. Å forstå proteinrekneskapen og drøvtyggjaren sin del i dette, er viktig i diskusjonen om korleis vi bør forvalte ressursane våre til matproduksjon berekraftig.

I denne rapporten legg vi fram ein analyse av kor mykje eteleg protein sauehaldet gir oss i høve til mengd eteleg protein brukt i fôringa, og håpar at resultata kan utgjere ein del av grunnlaget for diskusjonen om kva som er eit berekraftig sauehald. Det er viktig å understreke at analysen må sjåast i samanheng med andre viktige element som er viktige for berekrafta.

Takk til Karianne Spetaas Henriksen og Jørgen Kongsro i Animalia for data på biprodukt og nedskjering av saueslakt, og til Ingrid Strømstad (Felleskjøpet Agri), Kari Ljøkjel (Felleskjøpet fôrutvikling), Kjell-Rune Vik (Fiskå Mølle) og Inger Johanne Karlengen (Norgesfôr) for opplysningar om ingrediensar i kraftfôrtypar og mjølkeerstatningar brukte i sauehaldet. Takk også til Anne Kjersti Bakken (NIBIO) for språklege forbetringar.

Lise Grøva

Prosjektleder

Rapporten er kvalitetssikra av Mats Höglind.

Engelsk samandrag

Summary

Sheep can convert fiber-rich feed, which is not humanly edible, into meat and bi-products with high-quality protein with essential amino acids. In Norwegian sheep farming, most of the feed is forage, while grazing accounts for around 60% of the feed intake. However, some amount of concentrate mixtures and milk replacers are used as feed that contain ingredients that are human edible. In this study, we investigated how much edible protein we get in relation to the amount of edible protein fed. The efficiency is calculated as the ratio (HeP_{eff}) between the amount of edible protein in meat, blood, and offal in relation to the amount of edible protein offered in feed. If more edible protein is produced than offered in feed, the efficiency is >1 . The degree of upgrading of amino acids in edible feed through the sheep was also estimated as the difference between the amount of human digestible essential amino acids in meat, blood, and offal and those used in the feed. The data was collected from sheep farms that participated in the Norwegian Farm Business Survey in the years 2018-2020. Amounts of purchased concentrate and milk replacer were estimated from accounting figures, and ingredients in purchased feed were estimated from information provided by feed manufacturers. Calculations were conducted both with and without rapeseed and rapeseed products in the concentrate considered human edible. If both meat, blood, and offal were considered edible, and rapeseed products not edible, on average about the same amount of human edible protein was produced as used in the feed, $\text{HeP}_{\text{eff}} = 1$. If the protein in rapeseed was not considered humane edible, more essential digestible amino acids was on average produced in meat, blood, and offal than used in the feed in the regions of Eastern and Central Norway. For the other parts of the country difference between produce and feed was about zero.

The protein efficiency was higher in regions with high quality rangeland areas, and Central and Eastern Norway had higher HeP_{eff} than Agder and Rogaland. The amount of concentrate supplemented per winter-fed sheep and number of live lambs in the autumn per winter-fed sheep had strong impact on HeP_{eff} , and it is possible to improve the protein efficiency with relatively small reduction in concentrate supplementation and change in concentrate ingredients.

Innhold

1	Innleiing	6
2	Material og metode	8
2.1	Datamateriale	8
2.2	Karakteristikk av gardsbruka	9
2.3	Mengd humant eteleg protein i fôr	9
2.4	Mengd eteleg protein i kjøtt og biprodukt	13
2.5	Utnyttingsgraden av eteleg protein og oppgradering av essensielle aminosyrer	15
2.6	Proteinkvalitet etter DIAAS-skalaen	15
2.7	Statistisk analyse	15
3	Resultat	17
3.1	Produksjon	17
3.2	Fôring med humant etelege fôringrediensar og protein	18
3.3	Produksjon av humant eteleg protein	20
3.4	Effektiviteten i produksjon av humant eteleg protein	21
3.5	Samanheng mellom fôring og proteineffektivitet	23
3.6	Netto produksjon av fordøyelege, essensielle aminosyrer	25
3.7	Proteinverdi for menneske i fôr og kjøtt	28
4	Diskusjon	29
5	Konklusjon	32
6	Referansar	33

1 Innleiing

Produksjon av kjøtt og ull på sau er truleg den husdyrproduksjonen i Norge som har endra seg minst med tida og som i størst grad rettar seg etter årstidene. Det vil seie at produksjonen i prinsippet er lagt opp slik at vinterhalvåret er ein vedlikehaldsperiode med fôring med konservert grovfôr, medan vekstsesongen er produksjonsperioden basert på inn- og utmarksbeite. Sett på spissen er det om å gjere å overvintre så mange søyer som mogleg på vedlikehaldsfôr, for å kunne utnytte store og billige fôrressursar, frå inn- og utmarksbeite.

Produksjonen, altså tilvekst og kjøttproduksjon på lam, er basert på mjølkeproduksjon frå søyene om våren, som i stor grad er basert på beite, og lamma sitt eige beiteopptak utover i beiteperioden. Sidan lamminga er konsentrert om våren, er fôrkravet høgt i ein relativt kort periode når dyra er på beite, og nær 60 % av det totale fôropptaket i ei sauebesetning er beite og 8 % er kraftfôr (Flaten, 2023). Det at produksjonen følger årsyklusen, likt det vi finn hos ville hjortedyr, gjer at lammekjøttproduksjonen blir oppfatta som naturleg, og det kan kanskje forklare at kjøttproduksjon på sau har høg tillit hos forbrukarane (Høberg and Grøva, 2021; Kjærnes and Amilien, 2016).

Historisk, før 19-hundretalet, var ikkje sauen så viktig for matforsyninga i Noreg, sannsynlegvis fordi sauen var meir utsett for sjukdom og rovdyr enn storfe var (Lunden, 2002). Bøndene heldt truleg sau hovudsakleg for ulla, og hadde ikkje fleire dyr enn dei trong til å dekke eige behov for dette. I dag, er det kjøttproduksjonen hos sau som er viktigast for gardbrukaren si inntekt. Ulla har av mange årsaker mindre økonomisk betydning og utgjer i dag om lag 10 % av salsinntektene (Flaten, 2018). Men etterspurnaden etter norskproduert ull i industrien har auka mykje dei siste åra (Kolbjørnshus 2022).

Sjølv om sauehaldet blir oppfatta som naturleg og har høg tillit hos forbrukarane, har det måtte tole stadig meir kritisk lys. Allereie i 2002 kritiserte Fremtiden i våre hender (FIVH) norsk sauehald for å vere ressurskrevjande fordi det går med nesten like mykje kraftfôr som til norske svin samt over fire gonger så mykje dyrka mark og kunstgjødsel, rekna per kg kjøtt produsert (Hille, 2002). Fôrutrekningane til FIVH har blitt kritisert av fleire, for eksempel av Flaten et al. (2014). Tal for standard driftsopplegg i NIBIOs handbok for driftsplanlegging tilseier at sauen brukar ca. 2 kg kraftfôr per kg slaktevekt kjøtt produsert, medan kombinert smågris- og slaktegrisproduksjon krev om lag det dobbelte (Hovland, 2022). Men det er gjort få registreringar av faktisk kraftfôrforbruk på sauebruk, så ein veit ikkje nøyaktig kor mykje kraftfôr norske sauer et.

Vidare er det estimert at drøvtyggjaren står for om lag 65 % av de globale drivhusgassutsleppa frå jordbruket (FAO, 2020). Det gjennomsnittlege utsleppet i produksjon av lammekjøtt globalt er estimert til 28 kg CO₂-ekvivalentar per kg slaktevekt kjøtt, om lag på same nivå som storfekjøtt og om lag 6 gonger meir enn for kjøtt frå gris og fjørfe (Clune et al., 2017). I norsk sauehald er det rekna ut at det går med mellom 16 og 26 kg CO₂-ekvivalentar per kg slaktevekt lammekjøtt (Animalia, 2021).

Rovdyrtap av sau på utmarksbeite har ført til konflikhtar mellom næringa og nokre andre samfunnsaktørar, og til kritikk av næringa for dårleg dyrevelferd frå dyreverngrupperingar (Dyrebeskyttelsen, 2023). Næringa argumenterer for sauehaldet gir oss andre verdifulle verdiar. Blant anna er beiting av sau på inn- og utmarksbeite med på å sikre sjølvforsyning og levande bygdesamfunn, oppretthalde kulturlandskap og biologisk mangfald, tek vare på kulturarv og sikrar at fjellet ikkje gror att med trevegetasjon. Attgroing reduserer utstrålinga (varmetapet) frå snødekte areal om vinteren, og er dermed uønskt ut frå målet om å redusere global oppvarming (MatPrat, 2018, 2023). Forsking har stadfesta fleire av dei positive effektane av beiting både på inn- og utmarksom er nemnde over (Manzano et al., 2023; Ross et al., 2016; Sørensen et al., 2017; Speed et al., 2013).

Vidare blir det ofte trekt fram at sauen i all hovudsak et gras og at kraftfôr utgjer mindre enn 5 % av den totale fôrassjonen til søyene (MatPrat, 2019a). Dermed gir sauehaldet oss høgverdig eteleg protein i form av kjøtt basert på fôr som ikkje har næringsverdi for oss menneske direkte (MatPrat, 2019b). I

fôring av gris og fjørfe og i intensiv fôring av kjøttfe blir det brukt korn og kjernebelgvekstar, fôrmiddel som folk kan ete. Fleire utanlandske studiar har vist at beitebasert kjøttproduksjon på sau og storfe kan gje like mykje, eller meir humant eteleg protein i form av kjøtt enn mengd humant eteleg protein brukt i fôringa samanlikna med produksjon av svin- og fjørfékjøtt og intensiv kjøttproduksjon på storfe med høg kraftfôrdel i rasjonen (Patel et al., 2017; Wilkinson, 2011). Mottet et al. (2017) estimerte at det globalt går med 2,8 kg humant eteleg fôr for å produsere 1 kg beinfritt kjøtt hos drøvtyggjarar og 3,2 kg for å produsere 1 kg beinfritt gris- og fjørfékjøtt. Vidare kan kjøttproduksjon på drøvtyggjarar gje meir humant fordøyelege, essensielle aminosyrer enn det som er i fôringrediensane (Patel et al., 2017). Det vil seie at proteinet i fôret blir oppgradert gjennom drøvtyggaren og får høgare ernæringsverdi. Så langt vi kjenner til, er ikkje norsk sauehald granska med omsyn til kor mykje humant eteleg protein og fordøyelege essensielle aminosyrer som blir produsert i høve til det som inngår i fôrrasjonen.

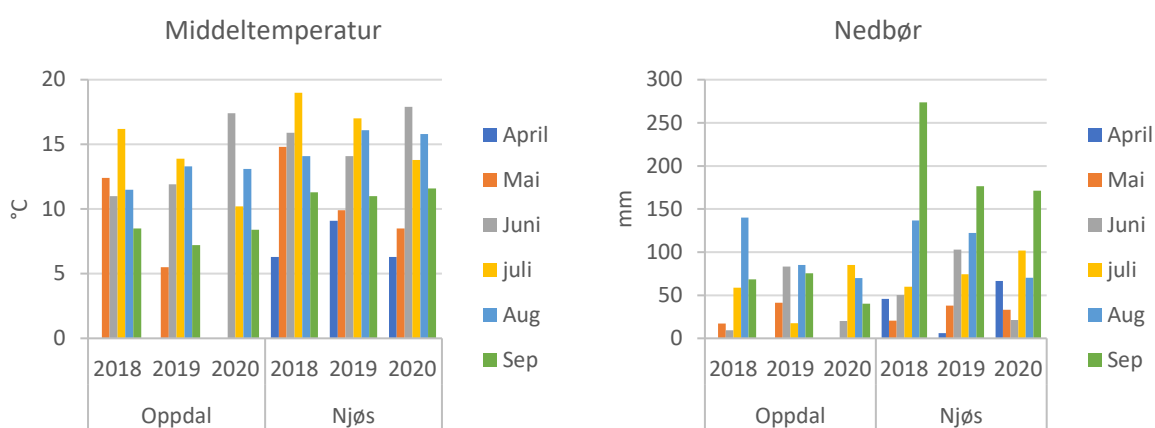
Målet med denne studien var derfor å kvantifisere mengd humant eteleg protein produsert, og det var forventat at det blir produsert meir av dette proteinet enn det som var i fôret. Det er ein klar samanheng mellom kvaliteten på utmarksbeite på den eine sida og slaktevekt hos lamma og lønnsmda i sauehaldet på den andre, særleg fordi fôropptaket totalt er større på grunn av høgare beiteopptak der det er gode beite enn dårlege (Flaten, 2023). Derfor var det venta at mengd humant eteleg protein produsert i høve til innsatsen i fôr er størst der det er mogleg å ha ein lang beiteperiode og der det er god tilgang på næringsrike inn- og utmarksbeite, jamført med regionar med kortare beitesesong og/eller skrinnare beite.

2 Material og metode

2.1 Datamateriale

Data vart henta frå 'Driftsgranskingane i jord- og skogbruk' (Driftsgranskingane), for driftsforma 'Sauehald' og rekneskapsåra 2018-2020 (NIBIO 2023). I alt var det med 126, 125 og 123 bruk med sau i høvesvis 2018, 2019 og 2020. Av desse hadde 6, 9 og 5 litt storfe i tillegg. I Driftsgranskingane er bruka grupperte i åtte regionar: 'Austlandet, flatbygder', 'Austlandet, andre bygder', 'Jæren', 'Agder og Rogaland, andre bygder', 'Vestlandet', 'Trøndelag, flatbygder', 'Trøndelag, andre bygder' og 'Nord-Norge' (Rye, 2023). Flatbygdene på Austlandet, i Trøndelag og på Jæren er dei områda med vesentleg betre grunnlag for planteproduksjon, ut frå jordsmonn, klima og topografi, enn dei andre regionane.

For åtte av bruka som var med i Driftsgranskingane i desse tre åra, gjennomførte vi intervju med eigarane for å hente inn informasjon om drifta som vi ikkje fann i Driftsgranskingane. Desse åtte bøndene vart kontakta via NIBIO sin ansvarlege for Driftsgranskingane og sa seg viljuge til å bli intervjuet. Målet var å ha med bruk lokalisert i to regionar med ulike naturgitte ressursar. Vi ønskte å ha med bruk frå fjellregionen i tidlegare Sør-Trøndelag der sauehald er ei viktig jordbruksnæring og bruk frå indre fjordstrok i Sogn, der også sauenevinga står sterkt. Gjennom utvalet prøvde vi også å få dekt variasjonar mellom bruk innan region i mengde innkjøpte innsatsfaktorar. Fjordbygdene har lengre vekstsesong, høgare gjennomsnittstemperatur og meir nedbør enn fjellbygdene. Dette er illustrert i figur 1 for målestasjonane Njøs i Sogndal og Oppdal. For månadane mai-september i åra 2018-2020, hadde Njøs i gjennomsnitt 204 mm meir nedbør og 2,8 °C høgare gjennomsnittstemperatur enn Oppdal, og Njøs hadde i gjennomsnitt 174 vekstdøgn mot Oppdal sine 134. Det viser at sauebønder i fjordbygdene kan ha sauene lenger tid på beite enn sine kollegaer i fjellbygdene. Vi fekk med to bruk frå kvar av fjellkommunane Rennebu og Oppda. Frå indre Sogn fekk vi med tre bruk (to i Sogndal, eitt i Luster), og utvida gruppa med eitt bruk frå Heim kommune på Trøndelag.



Figur 1 Månadleg middeltemperatur (venstre) og sum nedbør (høgre) i 2018- 2020 for målestasjonane Oppdal og Njøs (Kjelde: [Landbruksmeteorologiske teneste](#)).

Meir ekstensive system med lågare kraftfôrbruk enn det som er vanleg i tradisjonelt sauehald blir praktisert særleg med rasen «Gammalnorsk sau». Vi fekk tilgang på data for åra 2018-2020 frå eit bruk på kysten av Møre og Romsdal med denne rasen. Flokken gjekk ute heile året og beitte i all hovudsak på kystlynghei, med litt høy i tilfelle lengre periodar med snødekke, men utan tilleggsfôring med kraftfôr. På vinteren utgjorde også tang og tare ein stor del av dietten.

2.2 Karakteristikk av gardsbruka

Det var relativt stor overlapp i datoar for lamming, beiteslepp til inn- og utmark og sanking mellom bruka i Fjell- og Fjord-gruppene som blei valde ut frå bruk frå Driftsgranskinga (tabell 1a). Bruka i Fjell-gruppa var i gjennomsnitt større i jordbruksareal og tal vinterfôra sau (vfs) enn Fjord-gruppa, men tal dagar på beite, slaktevekt og kjøttproduksjonen per vfs var temmeleg lik (tabell 1b). Areal, dyretal og produksjonsresultata i dei to gruppene, Fjell og Fjord, skilte seg heller ikkje mykje frå gjennomsnittet for heile datamaterialet i Driftsgranskingane.

Tabell 1a. Karakteristikk av dei 8 utvalde bruka frå fjell- og fjordgruppene i Driftsgranskingane, variasjon i høgde over havet og i datoar for lamming, beiteslepp, sanking og slakting

Gruppe	Tal bruk	Hoh, m	Dato oppgitt for eit normalår				
			Lamming	Innmarksbeiteslepp	Utmarksbeiteslepp	Sanking	Slakting
Fjell	4	435-595	25.4-10.5	1.5-22.5	5.6-15.6	10.9-20.9	15.9-1.11
Fjord	4	25-170	15.4-29.4	1.5-6.5	15.5-15.6	10.9.20.9	16.9-20.10

Tabell 1b. Karakteristikk av alle sauebruka i Driftsgranskingane og utvalet av 8 bruk i frå fjell- og fjordgruppene, gjennomsnitt over åra 2018-2020

Gruppe	Tal bruk/år	Dyrka areal, daa	vfs, tal	vfs, tal/daa	Kraftfôr, kg/vfs	Gagnslam, tal/vfs	Ull, kg/vfs	Slaktevekt, kg/lam	Slakt, kg/vfs	Kraftfôr, kg/kg slakt
Alle	118	278 (148)	162 (87)	0,62 (0,27)	76 (36,1)	1,44 (0,34)	3,9 (1,6)	19,2 (2,2)	29,2 (8,8)	2,7 (1,39)
Fjell	4	332 (155)	238 (83)	0,76 (0,22)	71 (22,4)	1,55 (0,15)	4,4 (1,1)	19,9 (1,4)	32,4 (3,6)	2,2 (0,78)
Fjord	4	254 (105)	138 (42)	0,63 (0,29)	81 (22,9)	1,62 (3,34)	3,8 (1,8)	19,4 (0,9)	31,9 (7,9)	2,6 (0,55)

vfs = Vinterfôra sauer
standaravvik i parentesen

2.3 Mengd humant eteleg protein i fôr

Talgrunnlaget i Driftsgranskingane er skatterekneskap som er omarbeidde til driftsrekneskap. Areal, dyretal i ulike alderskategoriar, og omsett mengd ull og kjøtt av lam og sau er oppgitt. Men forbruket av ulike innsatsfaktorar ligg ikkje i talmaterialet og måtte estimerast ut frå kostnadane bokførte i rekneskapen. I denne samanhengen galdt det innkjøp av fôr som inneheldt ingrediensar som er humant eteleg, altså ingrediensar i kraftfôr og i mjølkeerstatningar. Prisen og ingrediensane i kraftfôr er avhengig av produsent, og type kraftfôr kan variere innan og mellom år. Kraftfôrprisen er også avhengig av transportlengde, volumrabattar og innpakking (småsekk, storsekk eller bulk). Basert på informasjon frå produsentar (Felleskjøpet Agri, Fiskå mølle og Norgesfôr) om kraftfôrtypar, ingrediensar og pris, sette vi pris og ingrediensane gjennom året likt for dei ulike typene kraftfôr og produsentane (Tabell 2). Vidare gjekk vi ut frå at alle bruka i datamaterialet brukte tre kraftfôrtypar, 'Drektigheitsfôr', 'Mjølkefôr' og 'Lammefôr', og at kraftfôret vart kjøpt i storsekk. 'Drektigheitsfôr' blir brukt til søyer i innefôringstida fram til nokre veker før lamming, 'Mjølkefôr' blir gitt fôr og etter lamming, og 'Lammefôr' blir gitt til lam om våren og som slutfôring av lam på hausten før slakting. Ikkje alle bruker alle tre fôrtypane, og mengdefordelinga av typene vil også variere mellom bruk. Basert på totalsalet hos ein av kraftfôrprodusentane i 2022, sette vi lik mengdefordeling på alle bruk i datasettet med høvesvis 57%, 13 % og 31 % for 'Drektigheitsfôr', 'Mjølkefôr' og 'Lammefôr'. I Driftsgranskingane er det heller ikkje skild mellom kostnader til kraftfôr og mineral- og vitamintilskot,

og vi estimerte at desse fôrtilskota utgjorde 20 % av kraftfôrkostnadane. Vi rekna også med eit alternativ heilt utan soya i og med at det var tilgjengeleg (Alternativ 2 i tabell 2). For dei åtte bruka i utvalet, brukte vi opplysningar om fôrprodusent og kraftfôrtype som vi fekk frå brukarane for året 2022, og vi gjekk ut frå at dei brukte same produsent i alle tre åra (2018-2020) med same fordeling av dei ulike fôrtypane.

Det var vanskeleg å skaffe detaljerte opplysningar om pris og innhald i mjølkeerstatningar frå dei ulike leverandørane, men dei inneheld hovudsakleg tørrmjølk av skummamjølke og mysekonsentrat. Sjølv om det varierer, sette vi innhaldet på vektbasis likt for alle produkta på marknaden til 50 % skummamjølkepulver og 20 % myseproteinkonsentrat. Dei andre ingrediensane er ulike vegetabiliske protein- og feittråstoff. Dei vegetabiliske proteinkjeldene kan vere humant eteleg, men sidan vi ikkje klarte å få nøyaktige kvantitative opplysningar frå alle leverandørar, let vi vere å estimere denne delen av proteinmengda.

Ingrediensane i kraftfôr og mjølkeerstatning er meir eller mindre humant eteleg. I dette arbeidet er det vald å bruke vurderinga gjort av Ertl et al. (2015) for å bestemme kor stor del av råprotein og bruttoenergi som er humant eteleg (Tabell 3). Standarverdiar for proteininnhaldet i norskproduserte råvarer er frå Felleskjøpet fôrutvikling (Kari Ljøkjel pers. medd.), medan for dei andre råvarene er data henta frå INRAE CIRAD AFZ Feed tables (INRAE-CIRAD-AFZ, 2017). Mengd humant eteleg protein brukt i fôr vart så rekna ut ved å multiplisere mengd av dei ulike fôrtypane med innhaldet av dei ulike eteleg ingrediensane i fôrtypane (tabell 2) og med deira respektive proteininnhald justert for eteleg del (tabell 3). Deretter vart mengd eteleg protein for kvar fôringrediens summert og dividert på tal vinterfôra sau. Talet på vinterfôra sau hos driftsgranskingsbrukarar er alle sauer per 1. mars (teljedato for produksjonstilskot).

Aminosyresamansetjinga (Tabell 4a) i fôringrediensane og tarmfordøyelegheita av aminosyre i kvart fôrslag (Tabell 4b) vart også henta frå INRAE CIRAD AFZ Feed tables. Tarmfordøyelegheita er det ein har funne i fôringsforsøk med gris, og det er vanleg å rekne det som gyldig også for menneske. Mengd fordøyelege, essensielle aminosyrer vart såleis rekna ut ved å multiplisere mengd humant eteleg protein for kvar fôr ingrediens med innhaldet (tabell 4a) og tarmfordøyelegheita (tabell 4b) av kvar aminosyre.

Tabell 2. Variasjonsbreidd i vektandel (%) av ulike vegetabiliske komponentar i tre klassar av kraftfôr brukte i sauehaldet i 2018-2020 , samt verdiar for dette og proteininnhald som vart brukte i to alternative vidare uttrekingar . Pris per kg kraftfôrvare levert på garden (avrunda tal) er sett lik for alle bruk.

	Variasjon			Estimat Alternativ1			Estimat Alternativ 2		
	Drektig	Mjølkk	Lam	Drektig	Mjølkk	Lam	Drektig	Mjølkk	Lam
Proteininnhald, %				18	19,5	15	15	17	15
Bygg	39-52	33-40	10-15	39	33	10	50	25	20
Havre	5-12	4-5	10-13	12	5	13	13	11	12
Kveitekli	5-15	0-2	12-30	8	2	30	5	12	14
Mais	0	0-1	0	0	1	0	0	0	0
Maisgluten	0-1	0-6	0-2	1	2	0	0	2	2
Soyaprodukt	0-10	5-14	0-8	7	10	8	0	0	0
Åkerbønne	0-5	0-5	0-5	0	0	0	3	5	5
Rapskake og rapsmjøl	0-12	10-23	7-18	22	23	7	13	23	15
Andre oljefrø	0-1	0-5	0-3	1	5	3	0	0	0
Betepulp	0-5	5-9	20-30	2	9	20	5	10	20
Melasse	6-7	6-7	6-7	6	6	7	6	6	7
Andre	0-5	0-6	0-5	0	1	0	1	1	1
Mineral/vitamin				3	3	3	3	3	3
Pris per kg kraftfôr levert									
2018				4,24	4,49	4,13	4,24	4,49	4,13
2019				4,36	4,35	4,16	4,36	4,35	4,16
2020				4,43	4,83	4,22	4,43	4,83	4,22

Tabell 3. Råproteininnhaldet i kraftfôringrediensar og estimert humant eteleg fraksjon (%) av protein i desse.

Ingrediensar	Råprotein, g/kg TS	Humant eteleg ^b , %
Bygg	138 ^c	65
Havre	120 ^c	65
Kveitekli	182 ^c	10
Mais	88 ^a	80
Åkerbønne	295 ^a	80
Soyabønнемjøl	526 ^a	71
Rapsfrø	206 ^c	0-59
Rapsfrø-mjøl/-kake	381 ^a	0-59
Tørrmjølkk, skumma	360 ^a	100
Andre (melasse, betepulp etc)	0	0

^aNRAE-CIRAD-AFZ, 2017; ^bErtl et al. (2015); ^cFelleskjøpet Fôrutvikling

Tabell 4a Aminosyresamansetjinga av proteinet i kraftfôringrediensane, g/kg råprotein (INRAE-CIRAD-AFZ, 2017). Essensielle aminosyrer er utheva.

	Ala	Arg	Asp	Cys	Glu	Gly	His	Ile	Leu	Lys	Met	Phe	Pro	Ser	Thr	Trp	Tyr	Val
Bygg	41	48	59	23	228	41	23	36	68	38	17	48	105	42	34	12	29	51
Havre	47	66	87	33	170	50	21	38	73	42	18	50	62	49	35	13	36	53
Mais	74	47	65	26	185	39	29	37	122	31	21	49	92	50	37	7	43	51
Kveitekli	44	63	66	21	202	48	27	32	61	40	15	40	66	43	32	13	26	45
Åkerbønne	42	94	119	13	176	43	25	41	76	65	7	42	41	50	36	8	32	45
Rapsfrø	46	60	75	25	165	50	25	42	69	62	22	38	62	43	48	13	28	53
Rapsmjøl	43	58	71	24	169	49	27	40	68	54	20	39	61	43	43	12	28	51
Soyabønнемjøl	43	73	113	16	178	42	27	46	76	62	14	51	50	47	38	14	35	48
Skumma tørrmjølk	33	37	76	8	207	19	27	55	94	78	28	48	96	54	44	13	42	62
Mysekonsentrat	39	16	84	18	133	18	19	48	68	75	12	23	36	34	5	13	6	44

Tabell 4b Tarmfordøyelegheita (%) hos gris av aminosyrer i protein i kraftfôringrediensar (INRAE-CIRAD-AFZ, 2017). Essensielle aminosyrer er utheva.

	Ala	Arg	Asp	Cys	Glu	Gly	His	Ile	Leu	Lys	Met	Phe	Pro	Ser	Thr	Trp	Tyr	Val
Bygg	71	83	76	84	88	76	81	81	83	75	83	84	84	81	75	79	83	71
Havre	69	88	76	75	86	70	83	79	81	73	84	84	72	74	69	78	80	69
Mais	89	91	87	89	93	82	89	88	93	80	91	91	89	89	83	80	90	89
Kveitekli	66	84	71	72	86	65	79	74	75	69	76	79	81	74	65	76	80	72
Åkerbønne	80	90	86	75	88	77	85	82	85	87	84	84	73	83	81	71	81	81
Rapsfrø	72	81	72	80	82	72	73	68	71	78	81	73	82	71	71	73	74	70
Rapsmjøl	80	87	76	81	87	78	84	78	82	75	87	83	78	78	75	80	80	77
Soyabønнемjøl	86	94	89	86	90	84	91	89	89	90	91	90	90	89	87	89	91	88
Skumma tørrmjølk	90	88	94	95	91	93	97	89	97	89	96	98	96	80	94	97	98	92
Mysekonsentrat	84	88	89	88	91	75	91	88	91	89	89	90	87	81	85	87	90	87

Ala = alanin; Arg = arginin; Asp = asparaginsyre; Cys = cystein; Glu = glutaminsyre; Gly = glycin; His = histidin; Ile = Isoleucin; Leu = leucin; Lys = lysin; Met = metionin; Phe = fenylalanin; Pro = prolin; Ser = serin; Thr = threonin; Trp = tryptofan; Tyr = tyrosin; Val = valin; Essensielle aminosyrer i utheva skrift

2.4 Mengd eteleg protein i kjøtt og biprodukt

Mengd eteleg protein i kjøtt og kjøttbiprodukt vart rekna ut frå omsett mengd slakt av lam og sau, statusendring i dyretal og netto sal av livdyr, frå tal tilgjengeleg i Driftsgranskingane. Vekt av statusendringar i dyretal ved årskifte vart estimert ved å sette levandevakt til 60 kg for sau < 1 år, 70 kg for sau 1-2 år og 75 kg for sau > 2 år og 45% slaktevekt av levandevakt (Flaten, 2017). Slaktevekt av netto kjøp og sal av livdyr vart estimert ved å sette slaktevekta til høvesvis 20, 25 og 30 kg per dyr for sauer < 1 år, 1-2 år og >2 år (Flaten, 2017).

Slaktevekter for ulike aldersgrupper av sau vart henta frå Animalia sin statistikk for åra 2021-2022. — Estimat for kjøttmengd (muskelmengd) av total slaktevekt (tabell 5) er basert på metoden til Kongsro, (2008). Mengd av ulike biprodukt frå sau blei estimert ut frå ei samanstilling utført av Animalia (Karianne Spetaas Henriksen, pers. medd.) basert på talmateriale frå slakteri, Totalmarked kjøtt og egg (<https://totalmarked.nortura.no/>) og Norilia (<https://www.norilia.no/>) (tabell 6). Det meste av biprodukta er eteleg, men i dag er det ikkje tradisjon for å ete lunger, vom og tarm. Det er også usikkert kor stor del av blod, hjarte, lever og kjøtt på hovud som blir utnytta. Vi har derfor vald å rekne på tre alternativ. I det første gjekk vi ut frå at berre kjøttet blir ete, i det andre alternativet at alt av blod, hjarte, nyre, lunger og lever er humant eteleg og blir ete, og i det tredje alternativet at alt av biprodukt kan etast og blir ete. I alle tre alternativa har vi rekna med at 30 % av vekta av hovudet er kjøtt og er eteleg. Proteininnhaldet og aminosyresamansetjinga (tabell 7a) i kjøtt og biprodukt er henta frå den svenske matvaredatabasen (Livsmedeleverket, 2023), medan tarmfordøyelegheita av aminosyrene hos menneske av kokt kjøtt og blod (tabell 7b) er høvesvis frå Hodgkinson et al., (2018) og CVB (2021).

Tabell 5. Gjennomsnittleg slaktevekt og kroppssamansetjing hos saueslakt 2021-2022 (Animalia)

	Eining	Lam	Ungsau	Sau
Slaktevekt	kg/slakt	19	31	34
Kjøtt (muskel)	% av slaktevekt	64	63	61
Bein	% av slaktevekt	20	18	18
Feitt	% av slaktevekt	11	14	16

Tabell 6. Mengd av ulike biprodukt frå sau som % av slaktevekt (Animalia), humant eteleg del

Produkt	Variasjon i % av slaktevekt	% av slaktevekt brukt i studien	Eteleg del - standard, %	Eteleg del-total, %
Blod	10	10	100	100
Hovud	0,8-0,9	0,8	30	30
Hjarte	0,9-1	1,0	100	100
Lever	2,8-3,2	3,0	100	100
Nyre	0,8-0,9	0,9	100	100
Lunger ¹	6,4-6,7	6,6	0	100
Tarm ²	5,0-5,5	5,3	0	100
Vom ³	4,7-5,2	5,0	0	100

¹Lunger med luftrør, ²Animalia reknar det som lite relevant til humant konsum i Noreg, ³Kald og vaska,

Tabell 7a. Protein- og aminosyreinnhaldet i kjøtt og biprodukt frå sau, g/kg produkt. Essensielle aminosyrer er utheva.

	Protein	Ala	Arg	Asp	Cys	Glu	Gly	His	Ile	Leu	Lys	Met	Phe	Pro	Ser	Thr	Trp	Tyr	Val
Beinfritt kjøtt ¹	198	12,3	13,2	18,0	1,7	30,0	10,4	5,7	9,8	16,1	18,0	5,0	7,9	9,0	7,9	8,5	1,8	7,9	10,7
Hjerte ¹	171	10,7	11,6	14,5	2,7	26,0	10,4	4,4	9,0	15,6	14,8	3,8	7,9	6,0	9,0	7,9	2,2	5,7	9,6
Lever ¹	220	11,6	11,6	19,0	3,2	26,7	10,9	8,1	9,5	17,2	18,6	5,3	10,9	11,6	10,2	9,5	2,8	6,7	12,7
Nyre ¹	162	8,5	9,1	14,2	2,3	19,9	9,6	5,7	6,7	12,7	13,3	3,4	8,0	9,1	7,8	7,0	2,1	5,2	9,1
Lunge ²	167	4,1	17,6	13,9	12,1	2,3	9,2	7,6	4,3	8,4	13,0	11,1	12,4	5,4	7,7	9,0	2,3	5,6	7,6
Vom og tarm ²	168	4,4	18,1	14,7	14,5	2,5	8,6	8	5,8	9,7	11,8	8,9	12	5,6	7,3	6,5	2,4	7,4	10,1
Blod ¹	188	3,8	2,0	5,2	0,6	4,4	2,1	3,0	0,6	6,1	4,2	0,6	3,3	1,9	2,4	2,1	0,7	1,4	4,1

Ala = alanin; Arg = arginin; Asp = asparaginsyre; Cys = cystein; Glu = glutaminsyre; Gly = glycin; His = histidin; Ile = Isoleucin; Leu = leucin; Lys = lysin; Met = metionin; Phe = fenylalanin; Pro = prolin; Ser = serin; Thr = threonin; Trp = tryptofan; Tyr = tyrosin; Val = valin ; Essensielle aminosyrer i utheva skrift

¹Livsmiddelverket, ²Cordeiro et al (2022)

Tabell 7b. Tarmfordøyelegheita (%) av aminosyrer i kjøtt og innmat (Hodgkinson et al., 2018) og blod hos gris (CVB, 2021). Essensielle aminosyrer er utheva.

	Ala	Arg	Asp	Cys	Glu	Gly	His	Ile	Leu	Lys	Met	Phe	Pro	Ser	Thr	Trp	Tyr	Val
Beinfritt kjøtt og innmat	98	97	98	88	99	98	98	99	99	99	99	99	88	95	96	91	99	99
Blod	88	95	88	88	88	88	95	75	93	94	88	92	92	88	88	91	88	93

Ala = alanin; Arg = arginin; Asp = asparaginsyre; Cys = cystein; Glu = glutaminsyre; Gly = glycin; His = histidin; Ile = Isoleucin; Leu = leucin; Lys = lysin; Met = metionin; Phe = fenylalanin; Pro = prolin; Ser = serin; Thr = threonin; Trp = tryptofan; Tyr = tyrosin; Val = valin ; Essensielle aminosyrer i utheva skrift

2.5 Utnyttingsgraden av eteleg protein og oppgradering av essensielle aminosyrer

Mengd humant eteleg protein i kjøtt, blod og innmat og i fôringrediensane vart rekna ut per vinterfôra sau (vfs) per bruk og år. Effektiviteten i utnyttinga av eteleg protein (HeP_{eff}) er definert som mengd humant eteleg protein i kjøtt, blod og innmat ($HeP_{kj\ddot{o}tt}$) i høve til mengd humant eteleg protein brukt i kraftfôr og mjølkeerstatning ($HeP_{f\ddot{o}r}$):

$$HeP_{eff} = HeP_{kj\ddot{o}tt}/HeP_{f\ddot{o}r}$$

Dersom $HeP_{eff} > 1$, er det produsert meir humant eteleg protein i animaliske produkt enn det som blei brukt i fôringa, og dess høgare verdien er dess meir proteineffektiv er sauehaldet. Dersom HeP_{eff} er < 1 , er det produsert mindre humant eteleg protein i animaliske produkt enn det som blei brukt i fôringa. Vi rekna både med og utan at rapsprotein var inkludert i $HeP_{f\ddot{o}r}$ og at protein i vom og tarmar var inkludert i $HeP_{kj\ddot{o}tt}$.

Mengd fordøyelege, essensielle aminosyrer produsert vart rekna ut ved å multiplisere mengd kjøtt, blod og innmat med innhaldet av kvar syre for seg og til slutt deira respektive tarmfordøyelegheit. Det same vart gjort for aminosyreinnhaldet i eteleg protein i fôringrediensane. Deretter vart det for kvar essensiell aminosyre rekna ut differansen mellom mengd fordøyeleg aminosyre i produkt og fôr per vfs. Dersom denne differansen er positiv, har aminosyremengda blitt oppgradert via dyra.

2.6 Proteinkvalitet etter DIAAS-skalaen

Dei sameinte nasjonane sin organisasjon for ernæring og landbruk (FAO) tilrår at proteinkvaliteten til matvarer bør vurderast som mengd av ei fordøyeleg essensiell aminosyre i proteinet i matvara (mg/g eteleg protein) i høve til mengd av den same aminosyra i eit referanseprotein (FAO, 2013). Den aminosyra som har lågast verdi er den såkalla DIAAS-verdien (Digestible Indispensable Amino Acid Score), og blir uttrykt som prosent. For barn frå 0 til 6 månader gamle er aminosyresamansetjinga i morsmjølk referanseproteinet. For eldre barn og vaksne er referanseverdiane sett opp i tabellen under (tabell 8). DIAAS tar såleis omsyn til innhaldet av dei ulike essensielle aminosyrene i maten, kor stor grad dei er tilgjengelege for menneske og kva som er behovet.

I dette arbeidet rekna vi ut DIAAS-verdien for barn eldre enn 3 år og vaksne for humant eteleg protein som vege middel av produkta kjøtt (inkludert hovud), blod og innmat og vege middel av humant eteleg protein i fôret utan raps.

Tabell 8. Tilrådd aminosyremønster i proteinet i kosthaldet som mg/g proteinbehov (FAO, 2013)

Aldersgruppe	His	Ile	Leu	Lys	SAA	AAA	Thr	Trp	Val
Barn, 6 mnd til 3 år	20	32	66	57	27	52	31	8,5	43
Barn eldre enn 3 år og vaksne	16	30	61	48	23	41	25	6,6	40

His = histidin; Ile = Isoleucin; Leu = leucin; Lys = lysin; SAA=metionin + cystein, svovelhaldige aminosyrer; AAA= fenylalanin + tyrosin + tryptofan, Thr = threonin; Trp = tryptofan; Val = valin

2.7 Statistisk analyse

Data blei analyserte statistisk ved hjelp av blanda effekt modellar ('Proc mixed') i SAS (SAS Institute Inc., 2011). I datasettet med alle sauebruka i Driftsgranskingane var region med som fast effekt og kalenderår og gardsbruk med som tilfeldig effektar. I datasettet med dei åtte utvalde gardsbruka frå Driftsgranskinga var område ('Fjell' eller 'Fjord') med som fast effekt og kalenderår og gardsbruk med som tilfeldige effektar. I begge modellane vart det teke omsyn til at observasjonar på same bruk over dei tre kalenderåra var korrelerte ('Repeated'-kommandoen i SAS). Gjennomsnittstala for landsdel

(region og område) oppgitt i tabellane er minste kvadrats middel (LSmeans) som er statistisk korrigerende for ulike tal observasjonar mellom gruppene. For nokre variablar hadde ikkje residualane konstant varians. Dette vart løyst ved å logaritmetransformere verdiane før statistisk analyse, men LSmeans verdiane blei rekna attende til ikkje-transformerte verdiar for presentasjon i tabellane. Tukeys test blei brukt for å teste om forskjellane mellom gjennomsnitt for grupper var statistisk sikre ($P < 0.05$).

Vi brukte også regresjonsanalyse (stegvis multippel regresjon, «Stepwise»-seleksjon i 'Proc reg' i SAS) for å teste samanhengen mellom proteineffektiviteten (HeP_{eff}) og variablane buskapstorleik (vfs/bruk), dyretettleik (vfs/daa), forbruk av innsatsfaktorane kraftfôr og mjølkeerstatning (kg/vfs), produksjonsresultata gagnslam (nyttbare lam om hausten; tal/vfs), slaktevekt (kg/lam), og kjøttproduksjon (kg/vfs). I analysen brukte vi HeP_{eff} -estimata der raps og rapsmjøl i fôret og protein i vom og tarmar frå sauene ikkje var rekna som etelege for menneske.

3 Resultat

3.1 Produksjon

I gjennomsnitt var det liten forskjell mellom regionar med omsyn til tal vfs per bruk, dyretettleik (tal vfs/daa dyrkamark), tal gagnslam per vfs, slaktevekt per lam og kjøttproduksjon per vfs (tabell 9). Likevel var det til dels stor forskjell i bruk av kraftfôr mellom regionane. Sauebruka i 'Agder/Rogaland, andre bygder' brukte i gjennomsnitt 38 kg meir kraftfôr per vfs årleg enn sauebruka i 'Trøndelag, andre bygder' og 1 kg meir kraftfôr per kg slakt enn 'Austlandet, andre bygder'. Mengd ull omsett per vfs var størst hos bruka på Jæren og minst på Vestlandet.

Tabell 9. Dyretal, dyretettleik, kraftfôrbruk og produksjonsresultat på sauebruk som var med i Driftsgranskinga i åra 2018-2020

	Eining	Austlandet		Agder/Rogal.		Vestl.	Trøndelag		Nord-Noreg	SE ¹	P-verdi
		Flatbygder	Andre	Jæren	Andre		Flatbygder	Andre			
Tal bruk		5	30	4	18	27	4	10	19		
Vinterfôra sauer	tal/bruk	133	122	181	121	127	224	178	166	25	0,029
Vinterfôra sauer	tal/daa	0,53	0,57	0,48	0,54	0,60	0,67	0,66	0,55	0,078	0,594
Gagnslam	tal lam/vfs	1,29	1,55	1,50	1,54	1,40	1,41	1,43	1,31	0,09	0,070
Kraftfôr	kg/vfs	82 ^{ab}	65 ^{ab}	85 ^{ab}	90 ^a	62 ^{ab}	57 ^{ab}	51 ^b	74 ^{ab}	9,7	0,025
Slaktevekt lam	kg/lam	18,6	19,6	18,6	18,8	18,5	19,1	18,9	20,1	0,62	0,173
Slakt	kg slakt/vfs	27,6	32,6	30,4	30,4	27,8	27,5	29,0	29,5	2,27	0,312
Kraftfôr	kg/kg slakt	3,4 ^{ab}	2,1 ^b	2,8 ^{ab}	3,0 ^a	2,4 ^{ab}	2,4 ^{ab}	1,8 ^{ab}	2,6 ^{ab}	0,39	0,013
Ull omsett	kg/vfs	3,1 ^{ab}	4,4 ^{ab}	4,5 ^a	3,8 ^{ab}	3,5 ^b	4,3 ^{ab}	3,9 ^{ab}	3,9 ^{ab}	0,34	0,026

¹SE er standard feil av gjennomsnitt. SE er for 'Trøndelag andre', mens for dei andre gruppene er verdien SE for 'Trøndelag andre' multiplisert med faktoren 1,4 for 'Austlandet flatbygder', 0,6 for 'Austlandet andre', 1,7 for 'Agder/Rogal. Jæren', 0,7 for 'Agder/Rogal. Andre', 0,6 for 'Vestlandet', 1,4 for 'Trøndelag flatbygder' og 0,7 for 'Nord-Noreg'.

^{a,b} Gjennomsnittstal på same linje med ulik opphøgd bokstav er statistisk signifikant ulike.

Det var ingen statistisk sikker forskjell i produksjonsresultat, i bruk av kraftfôr per dyr og mengd kraftfôr brukt per kg kjøtt produsert for utvalet av 8 bruk frå gruppene 'Fjell' og 'Fjord' (tabell 10). Bruka i 'Fjell' var i gjennomsnitt noko større, brukte meir kraftfôr og hadde noko høgare produksjon enn gjennomsnittet for regionen dei høyrer til i Driftsgranskingane ('Trøndelag Andre' i tabell 9). Bruka i 'Fjord'-gruppa var relativt like i storleik, men brukte noko meir kraftfôr og hadde høgare produksjon enn gjennomsnittet for sin region ('Vestlandet', tabell 10).

Tabell 10. Forskjell mellom gruppene 'Fjell' og 'Fjord' på dyretal, dyretettleik, kraftfôrbruk og produksjonsresultat for eit utval av bruk i Driftsgranskingane 2018-2020, n=4

	Eining	Fjell	Fjord	SE ¹	P-verdi
Vinterfôra sauer	tal	238	138	36	0,505
Vinterfôra sauer	tal/daa	0,76	0,63	0,13	0,505
Gagnslam	Tal lam/vfs	1,55	1,62	0,13	0,721
Kraftfôr	kg/vfs	71	81	9,7	0,498
Slaktevekt lam	kg/lam	19,9	19,4	0,54	0,494
Slakt	kg slakt/vfs	33	31	2,2	0,630
Kraftfôr	kg/kg slakt	2,2	2,6	0,25	0,321
Ull omsett	kg/vfs	4,4	3,8	0,60	0,518

¹SE er standard feil av gjennomsnittet

3.2 Fôring med humant etelege fôringrediensar og protein

Forbruket av dei ulike ingrediensane i kraftfôr per vfs var størst på bruka i 'Agder og Rogaland andre bygder' og minst på bruka i 'Trøndelag andre bygder' (tabell 11a og b). Bruken av mjølkeerstatning var størst hos bruka på Jæren og minst hos dei i Trøndelag flatbygd og relativt lik for de andre regionane.

Tabell 11a. Årleg mengd (kg/vfs) av korn, soya, raps, biprodukt og mjølkeerstatning brukt i fôring av sau og lam på bruk i ulike regionar i Driftsgranskingane i 2018-2020. Ingrediensar i kraftfôr i tråd med Alternativ 1 i tabell 2

	Austlandet		Agder/Rogal.		Vestland	Trøndelag		Nord-Noreg	SE ¹	P-verdi
	Flatbygd	Andre	Jæren	Andre		Flatbygd	Andre			
Tal bruk	5	30	4	18	27	4	10	19		
Korn	46 ^{ab}	37 ^{ab}	48 ^{ab}	51 ^a	35 ^{ab}	32 ^{ab}	29 ^b	42 ^{ab}	4,9	0,029
Soya og åkerbønne	6,4 ^{ab}	5,0 ^{ab}	6,6 ^{ab}	7,0 ^a	4,7 ^{ab}	4,4 ^{ab}	3,2 ^b	5,8 ^a	0,75	0,001
Raps	16 ^{ab}	13 ^{ab}	17 ^{ab}	18 ^a	13 ^{ab}	11 ^{ab}	9,0 ^b	15 ^{ab}	2,0	0,009
Biprodukt ²	12 ^{ab}	10 ^{ab}	13 ^{ab}	14 ^a	9,3 ^{ab}	8,5 ^{ab}	7,0 ^b	11,2 ^{ab}	1,5	0,006
Mjølkeerstatning	1,5 ^{ab}	2,1 ^{ab}	5,6 ^a	2,0 ^{ab}	1,6 ^{ab}	0,6 ^b	1,6 ^{ab}	2,2 ^{ab}	0,65	0,018

Tabell 11b. Årleg mengd (kg/vfs) av korn, soya, raps, biprodukt og mjølkeerstatning brukt i fôring av sau og lam på bruk i ulike regionar i Driftsgranskingane i 2018-2020. Ingrediensar i kraftfôr er i tråd med i Alternativ 2 i tabell 2

	Austlandet		Agder/Rogal.		Vestland	Trøndelag		Nord-Noreg	SE ¹	P-verdi
	Flatbygd	Andre	Jæren	Andre		Flatbygd	Andre			
Tal bruk	5	30	4	18	27	4	10	19		
Korn	49 ^{ab}	41 ^{ab}	51 ^{ab}	57 ^a	37 ^{ab}	34 ^{ab}	30 ^b	44 ^{ab}	5,7	0,021
Åkerbønne	3,2 ^{ab}	2,7 ^{ab}	3,3 ^{ab}	3,5 ^a	2,5 ^{ab}	2,2 ^{ab}	2,0 ^b	2,9 ^{ab}	0,38	0,037
Raps	12 ^{ab}	10 ^{ab}	13 ^{ab}	14 ^a	9,3 ^{ab}	8,5 ^{ab}	7,0 ^b	11 ^{ab}	1,6	0,025
Biprodukt ²	14 ^{ab}	11 ^{ab}	14 ^{ab}	15 ^a	10 ^{ab}	9,4 ^{ab}	7,5 ^b	12,3 ^{ab}	1,6	0,004
Mjølkeerstatning	1,5 ^{ab}	2,1 ^{ab}	5,6 ^a	2,0 ^{ab}	1,6 ^{ab}	0,6 ^b	1,6 ^{ab}	2,2 ^{ab}	0,65	0,013

¹SE er standard feil av gjennomsnitt. Sidan det ikkje er like mange bruk i kvar landsdel, vil også SE vere ulik. SE oppgjeve er for 'Trøndelag andre', mens for dei andre er verdien SE for 'Trøndelag andre' multiplisert med faktoren 1,4 for 'Austlandet flatbygder', 0,6 for 'Austlandet andre', 1,7 for 'Agder/Rogal. Jæren', 0,7 for 'Agder/Rogal. Andre', 0,6 for 'Vestlandet', 1,4 for 'Trøndelag flatbygder' og 0,7 for 'Nord-Noreg'.

^{a,b} Gjennomsnittstal på same linje med ulik opphøgd bokstav er statistisk ulike

²Biprodukt er melasse, betepulp, og vegetabilsk feitt

Forbruket av humant eteleg protein i fôringa var i stor grad bestemt av forbruket av kraftfôringrediensane og var årleg i gjennomsnitt 3,8 kg per vfs større på bruka i 'Agder og Rogaland' enn i 'Trøndelag andre bygder' (tabell 12a). Dersom samansetjinga av kraftfôret har vore lik alternativ 2 i tabell 2, ville tildelinga av eteleg protein i fôret vore 1 – 2 kg lågare per vfs jamført med alternativ 1 (tabell 12b).

Tabell 12a. Årleg mengd (kg/vfs) humant eteleg protein brukt i fôring av sau og lam på bruk i ulike regionar i Driftsgranskingane i 2018-2020. Ingrediensar i kraftfôret er i tråd med Alternativ 1 i tabell 2

	Austlandet		Agder/Rogal.		Vestlandet	Trøndelag		Nord-Noreg	SE ¹	P-verdi
	Flatbygd	Andre	Jæren	Andre		Flatbygd	Andre			
Tal bruk	5	30	4	18	27	4	10	19		
Korn	2,5	2,0	2,6	2,7	1,9	1,7	1,6	2,2	0,30	0,040
Soya	2,1 ^{ab}	1,7 ^{ab}	2,2 ^{ab}	2,3 ^a	1,6 ^{ab}	1,5 ^{ab}	1,3 ^b	1,9 ^{ab}	0,25	0,029
Raps	3,1 ^{ab}	2,5 ^{ab}	3,2 ^{ab}	3,4 ^a	2,4 ^{ab}	2,1 ^{ab}	1,7 ^b	2,8 ^{ab}	0,37	0,010
Mjølkeerstatning	0,3 ^{ab}	0,4 ^{ab}	1,0 ^a	0,4 ^{ab}	0,3 ^{ab}	0,1 ^b	0,3 ^{ab}	0,4 ^{ab}	0,12	0,018
Totalt	8,1 ^{ab}	6,5 ^{ab}	9,1 ^{ab}	9,0 ^a	6,4 ^{ab}	5,4 ^{ab}	5,2 ^b	7,3 ^{ab}	0,93	0,023

Tabell 12b. Årleg mengd (kg/vfs) humant eteleg protein brukt i fôring av sau og lam på bruk i ulike regionar i Driftsgranskingane i 2018-2020. Ingrediensar i kraftfôret er i tråd med Alternativ 2 i tabell 2

	Austlandet		Agder/Rogal.		Vestlandet	Trøndelag		Nord-Noreg	SE ¹	P-verdi
	Flatbygd	Andre	Jæren	Andre		Flatbygd	Andre			
Tal bruk	5	30	4	18	27	4	10	19		
Korn	2,9 ^{ab}	2,4 ^{ab}	3,0 ^{ab}	3,2 ^a	2,2 ^{ab}	2,0 ^{ab}	1,8 ^b	2,6 ^{ab}	0,34	0,019
Åkerbønne	0,5	0,4	0,6	0,6	0,4	0,4	0,3	0,5	0,07	0,055
Raps	2,6 ^{ab}	2,2 ^{ab}	2,7 ^{ab}	2,8 ^a	2,0 ^{ab}	1,8 ^b	1,5 ^b	2,4 ^{ab}	0,32	0,021
Mjølkeerstatning	0,3 ^{ab}	0,4 ^{ab}	1,0 ^a	0,4 ^{ab}	0,3 ^{ab}	0,1 ^b	0,3 ^{ab}	0,4 ^{ab}	0,12	0,013
Totalt	6,4 ^{ab}	5,5 ^{ab}	7,4 ^{ab}	7,1 ^a	5,1 ^{ab}	4,3 ^{ab}	4,2 ^b	5,8 ^{ab}	0,73	0,019

¹SE er standard feil av gjennomsnitt. SE oppgjeve er for 'Trøndelag andre', mens for dei andre er verdien SE 'Trøndelag andre' multiplisert med faktoren 1,4 for 'Austlandet flatbygder', 0,6 for 'Austlandet andre', 1,7 for 'Agder/Rogal. Jæren', 0,7 for 'Agder/Rogal. Andre', 0,6 for 'Vestlandet', 1,4 for 'Trøndelag flatbygder' og 0,7 for 'Nord-Noreg'.

^{a,b} Gjennomsnittstal på same linje med ulik opphøgd bokstav er statistisk sikkert ulike

I jamføringa 'Fjell' og 'Fjord' var det ein tendens ($P = 0,079$) til at bruka i Fjord-gruppa hadde høgare forbruk av soya, og dei hadde eit statistisk sikkert høgare ($P = 0,009$) forbruk av biprodukt (tabell 13). For Fjell- og Fjord-bruka hadde vi informasjon om kraftfôrleverandør, type kraftfôr som blei brukt og informasjon om ingrediensane i kraftfôret. Skilnaden i gjennomsnittleg forbruk av humant eteleg protein mellom gruppene var stor, men ikkje statistisk sikker (tabell 14).

Tabell 13. Årleg mengd (kg/vfs) korn, soya, raps, biprodukt og mjølkeerstatning brukt i føring av sau og lam for eit utval av bruk i Driftsgranskingane i 2018-2020, n=4

	Fjell	Fjord	SE ¹	P-verdi
Korn	42	42	6,6	0,971
Soya	3,2	4,6	0,7	0,079
Raps	12	18	1,9	0,301
Biprodukt ²	8,9	12	1,0	0,009
Anna ³	0,2	0,1	0,2	0,719
Mjølkeerstatning	2,0	2,6	0,7	0,579

¹SE er standard feil av gjennomsnitt.

²Biprodukt er melasse og betepulp, og lusernemjø

³Anna er vegetabilsk feitt

Tabell 14. Årleg mengd (kg/vfs) humant eteleg protein i før brukt i føring av sau og lam på eit utval av bruk i Driftsgranskingane i 2018-2020, n=4

	Fjell	Fjord	SE ¹	P-verdi
Korn	2,3	2,5	0,39	0,747
Soya	1,8	2,4	0,30	0,175
Raps	2,3	3,4	0,59	0,220
Mjølkeerstatning	0,4	0,5	0,13	0,579
Totalt	6,8	8,8	1,1	0,216

¹SE er standard feil av gjennomsnitt.

3.3 Produksjon av humant eteleg protein

I gjennomsnitt blei det årleg produsert 3,7 kg protein i beinfritt kjøtt, 0,5 kg i blod, 0,6 kg i innmat og 0,5 kg i vom og tarmar, totalt 5,4 kg per vfs (tabell 15). Det var ingen statistisk sikker skilnad mellom regionane på produksjon av protein per vfs. For utvalet av bruk frå Fjell og Fjord-område var det heller ingen forskjell i produksjon av animalsk protein (tabell 16). I og med at kjøttproduksjonen var noko høgare i utvalet av bruk enn i gjennomsnitt for regionane bruka ligg under, var også produksjonen av humant eteleg protein litt større (jamfør tabell 16 og 15).

Tabell 15. Årleg mengd (kg/vfs) produsert humant eteleg protein i kjøtt, blod og biprodukt hos sau og lam på bruk i ulike regionar i Driftsgranskingane i 2018-2020

	Austlandet		Agder/Rogal,		Vestlandet	Trøndelag		Nord-Noreg	SE ¹	P-verdi
	Flatbygd	Andre	Jæren	Andre		Flatbygd	Andre			
Tal bruk	5	30	4	18	27	4	10	19		
Beinfritt kjøtt, kropp	3,3	4,1	3,8	3,8	3,4	3,6	3,6	3,5	0,30	0,163
Beinfritt kjøtt, hovud	0,12	0,15	0,14	0,14	0,12	0,13	0,13	0,13	0,011	0,161
Blod	0,49	0,61	0,57	0,56	0,50	0,53	0,53	0,53	0,045	0,161
Innmat ²	0,54	0,67	0,63	0,62	0,55	0,59	0,59	0,57	0,050	0,161
Vom og tarmar	0,45	0,56	0,52	0,52	0,46	0,49	0,49	0,48	0,042	0,161
Totalt	4,9	6,1	5,6	5,6	5,0	5,3	5,3	5,2	0,45	0,164

¹SE er standard feil av gjennomsnitt. SE oppgjeve er for 'Trøndelag andre', mens for dei andre er verdien SE 'Trøndelag andre' multiplisert med faktoren 1,4 for 'Austlandet flatbygder', 0,6 for 'Austlandet andre', 1,7 for 'Agder/Rogal. Jæren', 0,7 for 'Agder/Rogal. Andre', 0,6 for 'Vestlandet', 1,4 for 'Trøndelag flatbygder' og 0,7 for 'Nord-Noreg'.

²Innmat er hjerte, nyre, lever og lunger

^{a,b}Gjennomsnittstal på same linje med ulik opphøgd bokstav er statistisk sikkert ulike

Tabell 16. Årleg mengd (kg/vfs) humant eteleg protein i kjøtt, blod og biprodukt frå sau og lam produsert på eit utval av bruk som var med i Driftsgranskningane i 2018-2020, n=4

	Fjell	Fjord	SE ¹	P-verdi
Beinfritt kjøtt, kropp	4,1	4,0	0,38	0,922
Beinfritt kjøtt, hovud	0,15	0,15	0,01	0,921
Blod	0,61	0,60	0,06	0,921
Innmat ²	0,67	0,66	0,62	0,921
Vom og tarmar	0,56	0,55	0,05	0,921
Totalt	6,1	6,0	0,56	0,921

¹SE er standard feil av gjennomsnitt

²Innmat er hjarte, nyre, lever og lunger

3.4 Effektiviteten i produksjon av humant eteleg protein

Effektiviteten (HeP_{eff}) i omdanning av humant eteleg protein i fôr til slikt protein i beinfritt kjøtt var i gjennomsnitt for alle Driftsgranskingsbruka 0,64, og i alle regionar var han i gjennomsnitt lågare enn 1 (tabell 17a). Det vil seie at det blei brukt meir humant eteleg protein i fôringa enn det ein fekk att i beinfritt kjøtt. Sjølv når vi rekna med protein i blod og innmat (hjarte, lunge, nyre og lever) som eteleg, var $HeP_{eff} < 1$ (0,85). Først da ein rekna med vom og tarmar som humant eteleg, vart HeP_{eff} nær lik 1 i nokre regionar. Dersom ein ikkje reknar proteinet i raps og raspmjøl som humant eteleg, blir HeP_{eff} lik 1 i mange regionar når ein rekna berre med beinfritt kjøtt og >1 når ein i tillegg reknar blod og innmat som eteleg. ‘Austlandet andre bygder’ hadde høgare effektivitet enn ‘Agder og Rogaland andre bygder’, medan dei andre regionane ikkje skilde seg statistisk sikkert frå desse to eller frå kvarandre.

I alternativ 2, var HeP_{eff} i gjennomsnitt for heile materialet 1,06 for beinfritt kjøtt+blod+innmat, og 1,77 når vi ikkje reknar protein i raps som humant eteleg (tabell 17b). ‘Trøndelag andre bygder’ hadde høgst effektivitet.

Tabell 17a. Effektiviteten i produksjon av humant eteleg protein ($HeP_{eff} = HeP_{kjøtt}/HeP_{fôr}$, kg/kg) frå sau og lam på bruk i ulike regionar i Driftsgranskningane i 2018-2020. Ingrediensar i kraftfôr er i tråd med Alternativ 1 i tabell 2

	Austlandet		Agder/Rogal.		Vestlandet	Trøndelag		Nord-Noreg	SE ¹	P-verdi
	Flatbygd	Andre	Jæren	Andre		Flatbygd	Andre			
Tal bruk	5	30	4	18	27	4	10	19		
Beinfritt kjøtt	0,37 ^{ab}	0,60 ^a	0,41 ^{ab}	0,40 ^b	0,49 ^{ab}	0,61 ^{ab}	0,66 ^a	0,45 ^{ab}	0,083	0,005
Beinfritt kjøtt utan raps	0,60 ^{ab}	0,96 ^a	0,62 ^{ab}	0,64 ^b	0,78 ^{ab}	1,01 ^{ab}	1,01 ^{ab}	0,73 ^{ab}	0,136	0,007
Beinfritt kjøtt+blod+innmat ²	0,48 ^{ab}	0,79 ^a	0,53 ^{ab}	0,52 ^{ab}	0,64 ^{ab}	0,81 ^{ab}	0,86 ^a	0,59 ^{ab}	0,109	0,005
Beinfritt kjøtt+blod+innmat ² utan raps	0,78 ^{ab}	1,26 ^a	0,82 ^{ab}	0,84 ^b	1,02 ^{ab}	1,33 ^{ab}	1,32 ^{ab}	0,95 ^{ab}	0,177	0,007
Beinfritt kjøtt+blod+innmat+vom ³	0,55 ^{ab}	0,89 ^a	0,61 ^{ab}	0,59 ^b	0,72 ^{ab}	0,92 ^{ab}	0,98 ^a	0,66 ^{ab}	0,123	0,005
Beinfritt kjøtt+blod+innmat+vom ³ utan raps	0,89 ^{ab}	1,43 ^a	0,93 ^{ab}	0,95 ^b	1,16 ^{ab}	1,51 ^{ab}	1,50 ^{ab}	1,08 ^{ab}	0,200	0,007
$HeP_{kjøtt}$, kg/daa dyrkamark	2,7	3,6	2,7	2,1	3,1	3,8	3,5	3,2	0,43	0,687

Tabell 17b. Effektiviteten i produksjon av humant eteleg protein ($HeP_{eff} = HeP_{kj\ddot{o}tt}/HeP_{f\ddot{o}r}$, kg/kg) frå sau og lam på bruk i ulike regionar i Driftsgranskingane i 2018-2020. Ingrediensar i kraftfôr er i tråd med Alternativ 2 i tabell 2

	Austlandet		Agder/Rogal.		Vestlandet	Trøndelag		Nord-Noreg	SE ¹	P-verdi
	Flatbygd	Andre	Jæren	Andre		Flatbygd	Andre			
Tal bruk	5	30	4	18	27	4	10	19		
Beinfritt kjøtt+blod+innmat ²	0,61 ^{ab}	0,93 ^{ab}	0,66 ^b	0,65 ^{ab}	0,79 ^{ab}	1,03 ^{ab}	1,07 ^a	0,74 ^{ab}	0,121	0,010
Beinfritt kjøtt+blod+innmat ² utan raps	1,02 ^{ab}	1,53 ^{ab}	1,03 ^{ab}	1,08 ^b	1,32 ^{ab}	1,76 ^{ab}	1,74 ^a	1,25 ^{ab}	0,199	0,010

¹SE er standard feil av gjennomsnitt. SE oppgjeve er for 'Trøndelag andre', mens for dei andre er verdien SE for 'Trøndelag andre' multiplisert med faktoren 1,4 for 'Austlandet flatbygder', 0,6 for 'Austlandet andre', 1,7 for 'Agder/Rogal. Jæren', 0,7 for 'Agder/Rogal. Andre', 0,6 for 'Vestlandet', 1,4 for 'Trøndelag flatbygder' og 0,7 for 'Nord-Noreg'.

²Innmat er hjarte, nyre, lever og lunger

³Vom er vom og tarmar

^{a,b}Gjennomsnittstal på same linje med ulik opphøgd bokstav er statistisk sikkert ulike

Det var ein tendens ($P=0,065$) til at produksjonen på bruka i Fjell-gruppa i gjennomsnitt var meir proteineffektiv enn bruka i Fjord-gruppa (Tabell 18). Elles er proteineffektiviteten i utvalet svært lik det som er gjennomsnittet for dei regionane dei høyrer til i Driftsgranskingane.

Tabell 18. Effektivitet i produksjon av humant eteleg protein (HeP_{eff} , kg/kg) på eit utval av sauebruk som var med i Driftsgranskingane i 2018-2020, $n=4$. Resultat er viste etter ulike føresetnader for kor vidt raps i fôret er eteleg for menneske og etter kva delar av slaktet som kan etast.

	Fjell	Fjord	SE ¹	P-verdi
Beinfritt kjøtt	0,64	0,47	0,05	0,065
Beinfritt kjøtt utan raps	0,99	0,77	0,12	0,241
Beinfritt kjøtt+blod+innmat ²	0,84	0,62	0,07	0,065
Beinfritt kjøtt+blod+innmat ² utan raps	1,30	1,01	0,16	0,241
Beinfritt kjøtt+blod+innmat ³ +vom	0,95	0,70	0,08	0,065
Beinfritt kjøtt+blod+innmat ³ +vom utan raps	1,48	1,14	0,18	0,240
$HeP_{kj\ddot{o}tt}$, kg/daa dyrkamark	4,6	3,7	0,77	0,424

¹SE er standardfeil av gjennomsnitt

²Innmat er hjarte, nyre, lever og lunger

³Vom er vom og tarmar

For bruket med «Gammalnorsk sau» på kysten av Møre og Romsdal, var gjennomsnittleg slaktevekt 11,0 kg/lam, og total slaktemengd var 15,1 kg/vfs (tabell 19). Det er litt over halvparten av gjennomsnittstala for Driftsgranskingane. Det vart brukt svært lite kraftfôr og dermed produsert 44 gonger så mykje eteleg protein som det blei brukt i fôret (tabell 19, $HeP_{eff} = 44$).

Tabell 19. Gjennomsnittleg produksjonsresultat, kraftfôrbruk og produksjon av humant eteleg protein på eit bruk med rasen «Gammalnorsk sau» på Nordvestlandet i 2018-2020

	Gjennomsnitt	SA ¹
Vinterfôra søyer	104	3,6
Slakt, kg/vfs	15,1	0,55
Slaktevekt lam, kg/lam	11,0	0,31
Kraftfôr, kg/vfs	0,7	0,39
Human eteleg protein i fôr, kg/vfs	0,22	0,07
Human eteleg protein i kjøtt, kg/vfs	1,99	0,09
Human eteleg protein i blod, kg/vfs	0,29	0,01
Human eteleg protein i innmat, kg/vfs	0,32	0,02
HeP _{eff} , kg/kg	44	17,6

¹SA er standardavvik

3.5 Samanheng mellom fôring og proteineffektivitet

Regresjonsanalysen viste at mengd kraftfôr og mengd mjølkeerstatning per vfs var negativt assosiert med proteineffektiviteten i kjøttproduksjonen, medan tal gagnslam og slaktevekt av lamma var positivt assosiert med effektiviteten (HeP_{eff}) (tabell 20). Samanhengen mellom kraftfôrmengd og tal gangslam og HeP_{eff} er illustrert i figur 2.

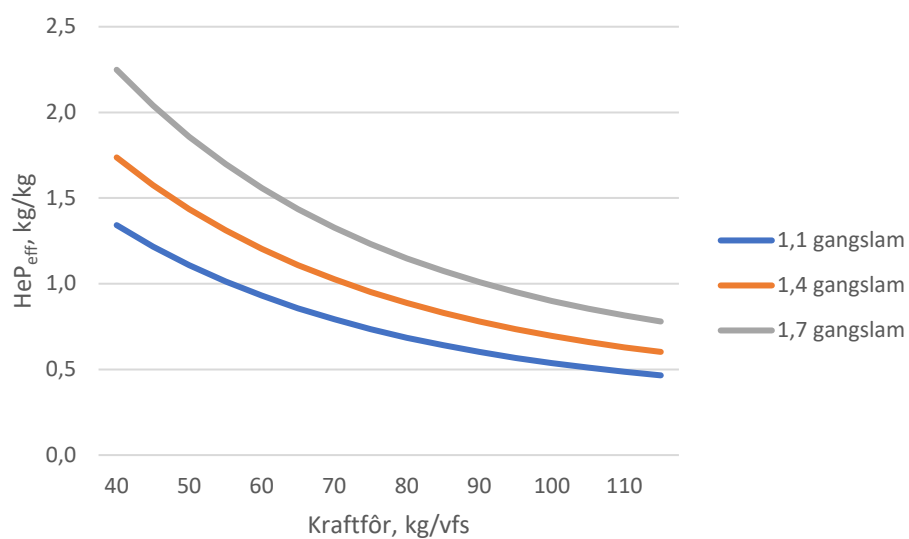
Tabell 20 Resultat av multipel lineær regresjon for å identifisere variablar assosiert med proteineffektiviteten (HeP_{eff})¹ i produksjon av sauekjøtt (R²=0,88, RMSE = 0,07)

Variabel	Parameterestimat	SE ³	t-verdi	P-verdi
Konstantledd	-0,31	0.040	-7.,1	<,0001
Kraftfôr, kg/vfs	-0,0113	0.00046	-24,73	<,0001
Kraftfôr ²	0,0000332	0.00000245	13,57	<,0001
Mjølkeerstatning, kg/vfs	-0,0170	0.00157	-10,88	<,0001
Gagnslam, tal/vfs	0,374	0,0134	27,99	<,0001
Slaktevekt lam, kg/vfs	0,0245	0,0020	12,12	<,0001

¹HeP_{eff} måtte logtransformerast før statistisk analyse. HeP_{eff} er her rekna ut utan protein raps som humant eteleg og med protein i kjøtt, blod og innmat som humant eteleg

²Andregradsleddet av kraftfôr

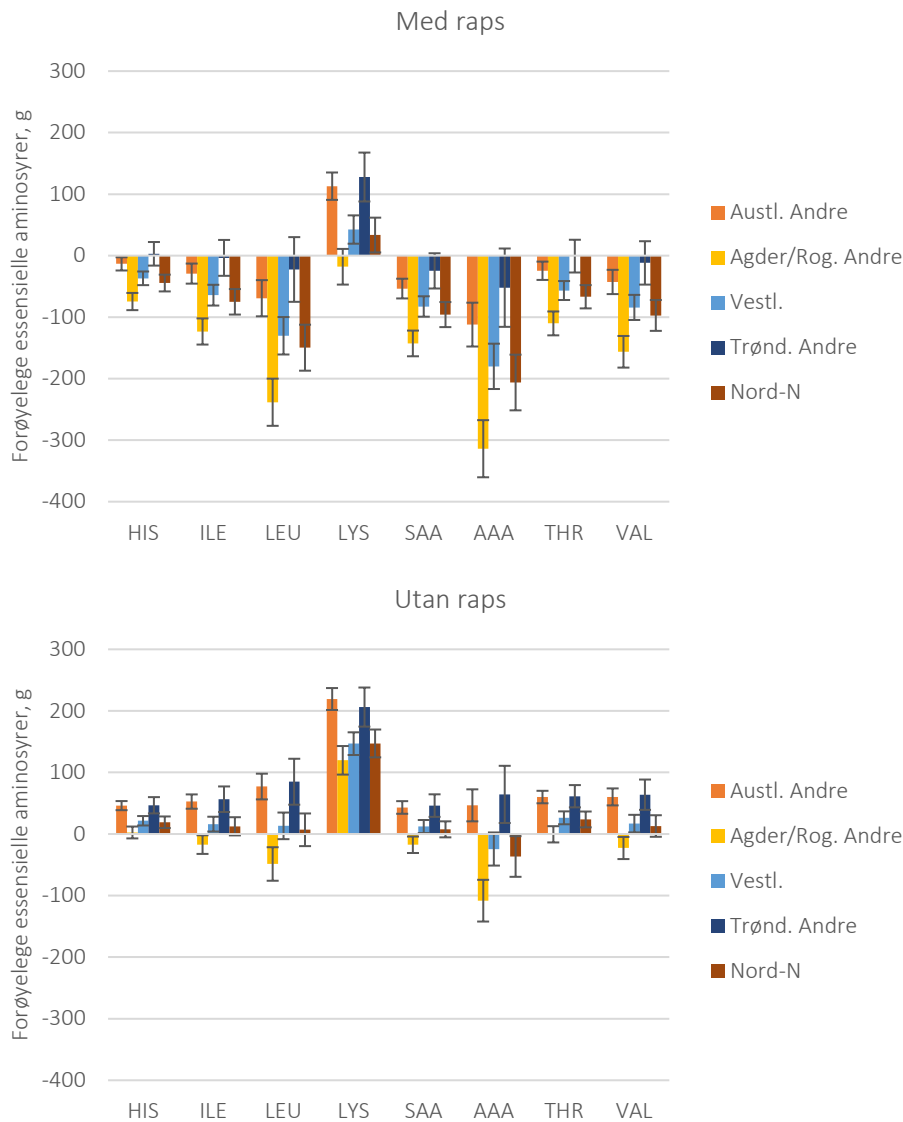
³Standardfeil av estimatet



Figur 2 Samanhengen mellom mengd kraftfôr (kg/vfs), tal gangslam og HeP_{eff} basert på regresjonslikninga i tabell 19. Kraftfôrintervallet er gjennomsnittet ± standardavviket (77 ± 36 kg/vfs), tal gangslam er sett lik gjennomsnittet ± standardavviket, og mengd mjølkeerstatning og slaktevekt per lam er sett lik gjennomsnittet i Driftsgranskingane. HeP_{eff} er her rekna ut med føresetnad om at raps ikkje er humant eteleg og om at protein i kjøtt, blod og innmat er humant eteleg.

3.6 Netto produksjon av fordøyelege, essensielle aminosyrer

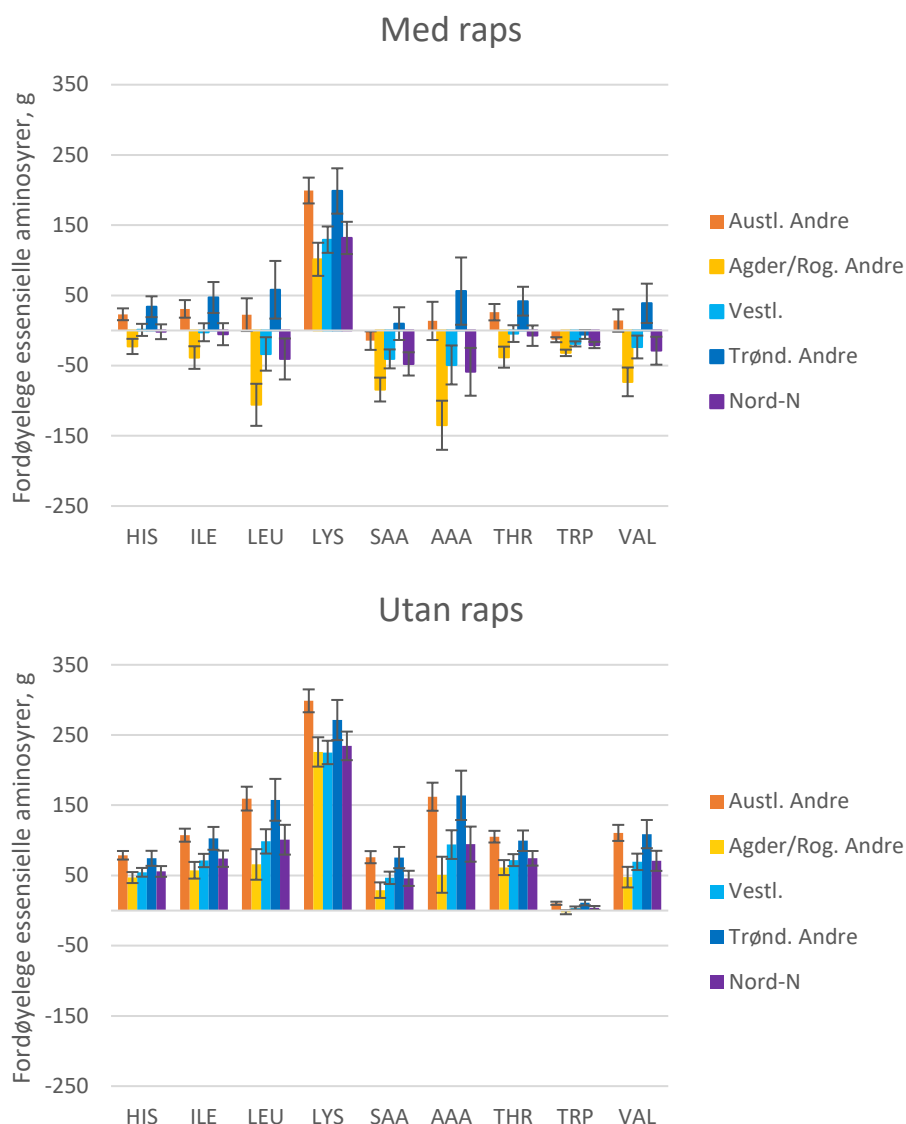
I gjennomsnitt blei det brukt like mykje eller større mengder humant fordøyelege, essensielle aminosyrer i fôringa enn det som blei produsert i etelege produkt (figur 3a, med raps). Unntaket var for lysin der det i fleire regionar var ein positiv balanse. Dersom ein ikkje rekna proteinet i raps som humant eteleg, blei det for alle essensielle aminosyrer produsert meir enn det som blei brukt i fôringa i regionane ‘Austlandet andre bygder’ og ‘Trøndelag andre bygder’ (figur 3b, utan raps).



Figur 3a. Årleg differanse mellom mengd fordøyelege essensielle aminosyrer i humaneteleg fôr og i beinfritt kjøtt og biprodukt (blod og innmat utan vom og tarmar) på sauebruk i ulike regionar, der rapsproteinet i kraftfôret er rekna som humant eteleg (Med raps) og ikkje humant eteleg (Utan raps) og kraftfôrtypar frå alternativ 1 i tabell 2. Verdiar over 0 indikerer det er meir aminosyrer i maten produsert enn det som var brukt i fôringa. His = histidin; Ile = Isoleucin; Leu = leucin; Lys = lysin; SAA=metionin + cystein, svovelhaldige aminosyrer; AAA= fenylalanin + tyrosin + tryptofan, aromatiske aminosyrer; Thr = threonin; Val = valin

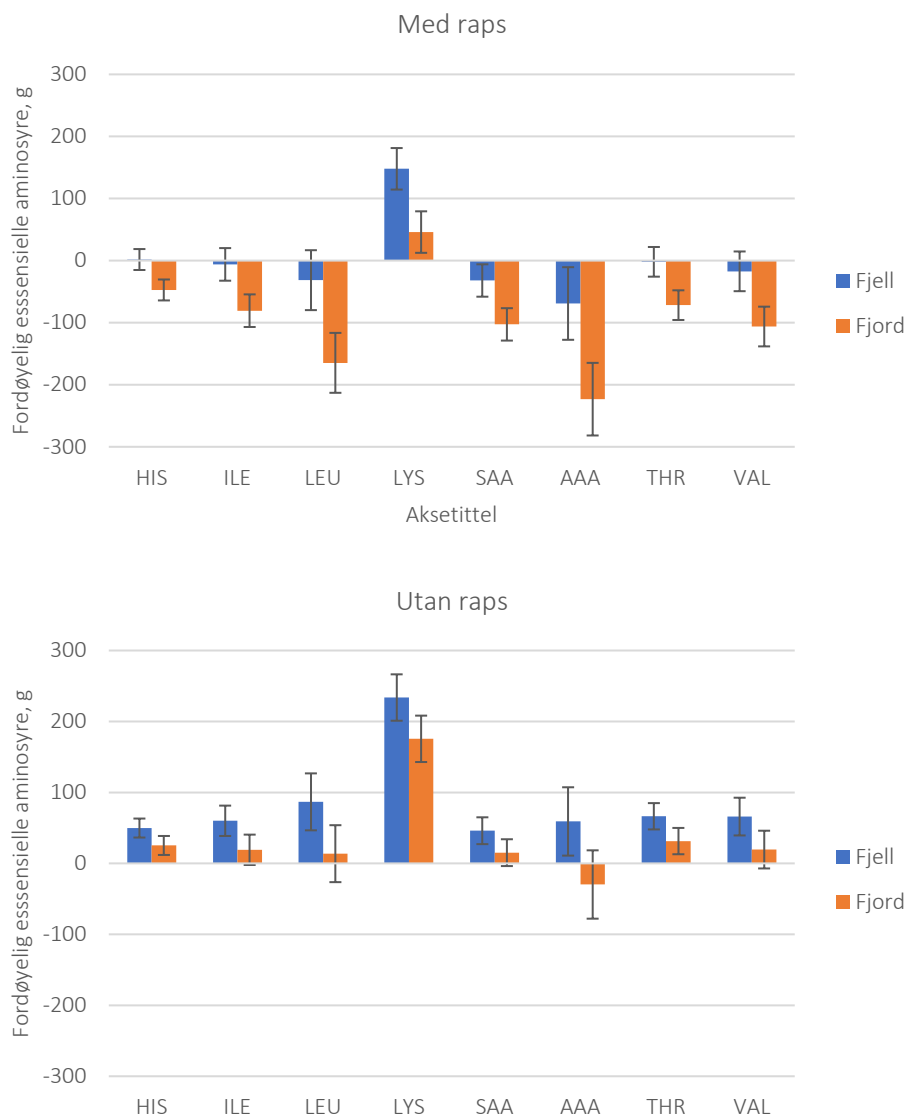
Dersom ein hadde brukt kraftfôrtypane i alternativ 2 i tabell 2, ville ein fått att om lag like mykje eller noko meir av humant fordøyelege essensielle aminosyrer enn det som blei brukt i fôringa (figur 3b, med raps). Dersom ein ikkje rekna proteinet i raps som humant eteleg, blei det for alle essensielle

aminosyrer, bortsett frå tryptofan, produsert meir enn det som blei brukt i fôringa i alle regionar (figur 3b, utan raps).



Figur 3b. Årleg differanse mellom mengd fordøyelege, essensielle aminosyrer i humaneteleg fôr og i beinfritt kjøtt og biprodukt (blod og innmat utan vom og tarmar) på sauebruk i ulike regionar, der rapsproteinet i kraftfôret er rekna som humant eteleg (Med raps) og ikkje humant eteleg (Utan raps) og med kraftfôrtypar frå alternativ2 i tabell 2. Verdiar over 0 indikerer at det er meir aminosyrer i maten produsert enn det som var brukt i fôringa. His = histidin; Ile = Isoleucin; Leu = leucin; Lys = lysin; SAA=metionin + cystein, svovelhaldige aminosyrer; AAA= fenylalanin + tyrosin + tryptofan, aromatiske aminosyrer; Thr = threonin; Val = valin

I utvalet av bruk frå 'Fjell' og 'Fjord' blei det også brukt like store eller større mengder humant fordøyelege essensielle aminosyrer i fôringa enn det som blei produsert i etelege produkt (figur 4, med raps). I kalkylen der raps ikkje vart vurdert som humant eteleg, var det for dei fleste aminosyrene ei oppgradering frå fôr til produkt i Fjell-gruppa, medan det i Fjord-gruppa ikkje var noka oppgradering (figur 4, utan raps). Det vil seie at det gjekk med like store mengder humant fordøyelege essensielle aminosyrer i fôringa som det som ein fekk i utbytte i animalske produkt.



Figur 4. Årleg differanse mellom mengd fordøyelege essensielle aminosyrer i humant eteleg fôr og i beinfritt kjøtt og biprodukt (blod og innmat) på sauebruk i gruppene 'Fjell' og 'Fjord', der rapsproteinet i kraftfôret er rekna som humant eteleg (Med raps) og ikkje humant eteleg (Utan raps). Verdiar over 0 indikerer at det er meir aminosyrer i maten produsert enn det som var brukt i fôringa. His = histidin; Ile = Isoleucin; Leu = leucin; Lys = lysin; SAA=metionin + cystein, svovelhaldige aminosyrer; AAA= fenylalanin + tyrosin+tryptofan, aromatiske aminosyrer; Thr = threonin; Val = valin

3.7 Proteinverdi for menneske i fôr og kjøtt

Proteinverdien, som vege middel av etelege produkt, vurdert ved hjelp av DIAAS var 120 %, og for vege middel av fôrassjonen var same verdi 96 % (tabell 21). I produkta, kjøtt og biprodukt, var det leucin som hadde lågaste verdi og såleis bestemte DIAAS-verdien, medan det for fôringrediensane var lysin.

Tabell 21 Referansemønsteret av fordøyelege essensielle aminosyrer og vege middel av fordøyelege essensielle aminosyrer i produkt (kjøtt, blod og innmat) og i fôr i mg/g protein, samt skåren for proteinverdi (DIAAS) i produkt og fôr

		His	Ile	Leu	Lys	SAA	AAA	Thr	Trp	Val
Referanseverdien	mg/g	16	30	61	48	23	41	25	6,6	40
Produkt	Gjsn. mg/g	28,2	42,1	72,9	81,2	36,0	82,7	38,5	8,3	49,5
DIAAS i produkt	Gjsn. %	176	140	120	169	156	202	154	126	124
Fôr	Gjsn. mg/g	22,7	37,2	67,7	46,0	33,0	86,3	31,4	11,4	44,7
DIAAS i fôr	Gjsn. %	142	124	111	96	143	211	126	173	112

His = histidin; Ile = Isoleucin; Leu = leucin; Lys = lysin; SAA=metionin + cystein, svovelhaldige aminosyrer; AAA= fenylalanin + tyrosin+tryptofan, aromatiske aminosyrer; Thr = threonin; Val = valin

4 Diskusjon

Tala som vi har komme fram til for effektivitet og netto utbytte i proteinproduksjonen i sauenæringa, er baserte på estimat for, og ikkje direkte kjennskap, til forbruk av kraftfôr. Utgangspunktet vårt var bokførte innkjøpskostnader på Driftsgranskingsbruka. Prisen på kraftfôr varierer med leverandør, kraftfôrtype, innpakking/leveransevolum (storsekk, småsekk, bulk) og gjennom året. I tillegg inngår kostnader til vitamin- og mineraltilskot i totalkostnaden for innkjøpte førmiddel. Vi gjekk ut frå at fordelinga mellom kraftfôr og vitamin- og mineraltilskott var lik på alle bruk, at alle bruk brukte relativt like mykje av typane 'Drektigheitsfôr', 'Mjølkefôr' og 'Lammefôr', samt at fordelinga mellom emballeringstypar heller ikkje varierte. Den siste forenklinga kan ha gjort at vi har underestimert kraftfôrbruken og overestimert effektiviteten (HeP_{eff}) på store i høve til små bruk. Ein av kraftfôrprodusentane oppgav at bulkprisen på kraftfôr var om lag 30 øre lågare per kg enn prisen på kraftfôr i storsekk og om lag 80 øre lågare per kg enn fôr i småsekk. Store bruk har sannsynlegvis handla kraftfôr med lågast pris.

Vi kan også ha underestimert HeP_{eff} for bruk som ikkje kjøper 'Mjølkefôr' fordi at 'Mjølkefôr' er dyrt og har høg proteininnhald. Samstundes kan vi ha overestimert HeP_{eff} for bruk som har kjøpt lite vitamin- og mineraltilskot fordi kostandane til mineral og vitamintilskottet inngår i kraftfôrkostnadane i rekneskapet, og vi sette andelen lik for alle bruk.

Kor presise og allmenngyldige effektivitetstala er, avheng sjølvstøtt også av om produksjonsresultata er representative. Resultata frå sauebruka i Driftsgranskingsbruka som vi la til grunn i utrekningane våre, var relativt like gjennomsnittet for Sauekontrollen i dei same åra

(<https://www.animalia.no/no/Dyr/husdyrkontrollene/sauekontrollen/arsmeldinger/>). Til dømes var gjennomsnittleg slaktevekt 19,5 kg i Sauekontrollen og 19,2 kg i Driftsgranskingsbruka, medan landsgjennomsnittet var noko lågare (18,6 kg, <https://animalia.no/no/ravare-og-foredling/klassifisering/nyheter-fra-klassifisering/stabil-kvalitetsutvikling-for-sau-og-lam/>). Lammetalet om hausten var i gjennomsnitt litt høgare i Sauekontrollen (1,66) enn i Driftsgranskingsbruka (1,44). Det kjem sannsynlegvis av at tal gangslam blir rekna ut per para søye i Sauekontrollen, medan ein i Driftsgranskingsbruka reknar det ut per vfs den 1. mars og inkluderer søyer som ikkje er para, overføringslam og verar. Det er såleis naturleg at talet i Sauekontrollen er noko høgare enn i Driftsgranskingsbruka. No veit vi ikkje kva for kraftfôrtypar og -mengde som er brukt på bruk i Sauekontrollen, men det er rimeleg å gå ut frå at det ikkje avvik mykje frå det som er brukt på Driftsgranskingsbruka. Det betyr at resultata i denne granskingsbruka er representative også for bruk som er med i Sauekontrollen.

Det er få studiar av effektiviteten i omdanning av eteleg protein (HeP_{eff}) i sauehaldet. Men i ei undersøking av britisk sauehald var HeP_{eff} 0,63 for 'Upland lamb' og 0,91 for 'Lowland lamb' når ein rekna berre med protein i beinfritt kjøtt som humant eteleg (Wilkinson, 2011). Talet for 'Upland lamb' stemmer bra med det vi fann for omdanninga til beinfritt kjøtt for dei regionane som hadde høgast effektivitet i studiet vårt (tabell 15 og 18). I eit fransk studium, der dei også rekna med innmat som eteleg, fann dei at HeP_{eff} var 1,25 for produksjonssystem med lågt kraftfôrnivå (42 kg/søye) og HeP_{eff} 0,33 i intensive system med mykje kraftfôr (135 kg/søye) og tre lammingar på to år (Laisse et al., 2018). I system med sluttføring av lam på beite i Australia var HeP_{eff} så høg som 2,9 (Wiedemann et al., 2015). I desse refererte studia, er det brukt litt ulike faktorar for kva som er humant eteleg protein i kraftfôringrediensar og kva som blir rekna som humant eteleg av animalske produkt. Dette påverkar resultata og gjer at ein ikkje kan samanlikne resultata direkte. Til dømes, rekna Wilkinson (2011) med faktoren 0,2 for protein i oljevekstar (raps), medan vi sette den til 0 eller 0,6, og Wilkinson (2011) brukte 0,8 for protein i korn og vi 0,6. I praksis blir ikkje raps og rapsmjøl brukt som mat, og såleis kan vi sette at HeP_{eff} i norsk sauehald i gjennomsnitt er om lag lik 1 dersom alt av blod og innmat blir ete. Det vil seie at vi får att om lag den same mengda humant eteleg protein som det vi bruker i føringa. Det er mykje meir enn det ein får att i svine- og kyllingproduksjonen i OECD-landa er

gjennomsnittleg utbytte i desse 0,2 kg humant eteleg protein for kvar kg eteleg protein i fôret (Mottet et al., 2017).

Felleskjøpet har i åra etter 2020 redusert soyainnslaget i kraftfôret til drøvtyggjarar og erstatta det med andre vegetabiliske proteinkjelder (Strømstad, 2020), og Fiskå Mølle har erstatta all soya i sauefôret med åkerbønner og raps (Kjell-Rune Vik, pers. med.). Omsetjingsstatistikken viser at den totale bruken av soyamjøl til kraftfôr har gått ned medan bruken av rapsmjøl, rapskake og åkerbønne har auka i det same tidsrommet (Landbruksdirektoratet, 2023). Som følgje av denne endringa, har truleg proteineffektiviteten auka etter 2020. Raps er i liten grad brukt som mat på grunn av høgt innhald av glukosinolat og erukasyre. Men nivået av desse stoffa blir stadig redusert gjennom sortsforedling, og rapsmjøl kan i framtida bli ei proteinkjelde for menneske (Volk et al., 2020).

Vi hadde forventa at regionar med lang veksttid og gode beiteressursar ville ha høgare proteineffektivitet enn regionar med dårlegare beite eller kortare veksttid. No er inndelinga i regionar i Driftsgranskinga svært grov, og kvaliteten på beiteressursar kan variere mykje innanfor ein region. Like fullt vart hypotesen delvis stadfesta ved at 'Austlandet andre bygder' hadde høgare effektivitet enn 'Agder og Rogaland andre bygder'. Både slaktevekt per lam og mengd slakt produsert per vfs var høgare og mengd kraftfôr brukt per vfs var betydeleg lågare i gjennomsnitt for bruka i 'Austlandet andre bygder'. I 'Austlandet andre bygder' er det sauebruk som har tilgang på store utmarksareal i fjellet (dal- og fjellbygder), med stor høgdeforskjell som gjer at beitekvaliteten truleg held seg betre utover i beitesesongen jamført med i 'Agder og Rogaland andre bygder' der beitesesongen nok er lenger, men utmarksbeita jamt over noko dårlegare (Rekdal og Angeloff, 2021).

Kraftfôrnivå var den faktoren som «forklarde» proteineffektiviteten mest (figur 2), og tal gagnslam og slaktevekt på lamma var positivt assosiert med effektiviteten. Men assosiasjonen mellom kjøttproduksjon per vfs og kraftfôrbruk per vfs var svak. Det betyr at det er andre faktorar som er viktige for slaktevekt og total kjøttproduksjon, og som da kanskje kan vere med på å betre proteineffektiviteten. Avlsframgang kan bidra til eit passeleg lammetal og til høgare slaktilvekst hos lam med lågare forbruk av fôr per kg kjøtt produsert. Som før nemnt betyr kvaliteten på utmarksbeite mykje for lammetilvekst (Flaten, 2022). Det kan også vere at dei som har høg slaktevekt med lågt kraftfôrnivå har gode sluttføringsbeiter med eittårige vekstar, som fôrraps og raigras, som vil redusere behovet for kraftfôr monaleg. Det føreset at ein har jordbruksareal som eignar seg for dyrking av eittårige vekstar. Men slike areal har også potensial til å dyrke vekstar direkte til humant konsum. I mange deler av Noreg er det kostbart å dyrke åker på sauebruk på grunn av relativt lite areal og brattlend jordveg og høgt steininnhald i jorda.

Det er store variasjonar i driftsopplegg med sau. Eit av dei mest ekstensive vi har i Noreg, finn vi på bruk som driv med rasen gammelnorsk spælsau, og som beitar i kystlyngheilandskapet heile året med lite eller inkje tilskot av kraftfôr. Som forventa er proteineffektiviteten i eit slikt driftsopplegg svært høg.

Sjølv om innhaldet av fordøyelege, essensielle aminosyrer var høgare i kjøtt og innmat frå sau enn det som gjekk med i fôringa, var ikkje produksjonen stor nok til at det blei ei oppgradering. Sjølv når ein ikkje reknar raps som humant eteleg, var det ikkje nok til å få ei oppgradering av aminosyrene i dei fleste regionane i landet. Det betyr at ein ikkje kan seie at saueproduksjon slik han er i dag i stort gir oss meir protein enn det som blir brukt i fôringa. Det er likevel fullt mogleg å legge opp produksjonen slik at proteinutbyttet blir positivt. Da må kraftfôrmengda både per vfs og kg slaktevekt generelt senkast, og det må leggjast meir vekt på betre utnytting av grovfôr, først og fremst på innmarksbeite og i innefôringstida med betre grovfôr som reduserer behovet for kraftfôr. Dyra sin evne til å produsere godt på grovfôr og tilgjengeleg utmarksbeite er ein eigenskap som kan vektleggjast gjennom avl. Kvaliteten av utmarksbeite er i hovudsak naturgitt.

Kjøtt og biprodukta hadde som venta høgare DIAAS-verdi enn vege middel av fôringrediensane, og verdien var høgare enn 100% (Bailey et al., 2020). Årsaka til at det vegde middelet av fôringrediensane

hadde så høg DIAAS-verdi som 96%, er nok bruken av mjølkeerstatning, som har ein DIAAS-verdi på meir enn 140% (FAO 2013).

Proteineffektivitet, og effektivitetsmål som forbruk av kraftfôr per kg kjøtt, spesifiserer forholdet mellom eit produkt og ein innsatsfaktor utan omsyn til kvalitet av produktet og kvantitet av andre produkt (som ull). Ein bør derfor vere varsam når ein tolkar denne type fysiske effektivitetsmål som ikkje tek omsyn til fleire delar av driftssystemet. Sidan analyser av fysiske effektivitetsmål er blotta for prisvurderingar, kan dei heller ikkje brukast til å finne økonomisk optimal føring.

Effektivitetsmål, fysiske så vel som økonomiske, viser gjennomsnittstal og må tolkast som nett det. Vurderingar basert på gjennomsnittstal kan ikkje brukast i staden for økonomiske marginalprinsipp for å avgjere for eksempel kor mykje kraftfôr det løner seg å bruke i sauehaldet (Barnard og Nix, 1979). Til trass for at beite og innhausta grovfôr (marginalkostnader) ofte er mykje billegare enn kraftfôr (Flaten, 2023), kan det løne seg å bruke noko kraftfôr, t.d. til søyer rett før og etter lamming. Årsaka er at ved å tilføre kraftfôr, vil søya mjølke meir og lamma vekse raskare (Dønnem et al., 2020; Nedkvitne, 1985). Verdi av den ekstra (marginale) lammetilveksten kan vere meir verdt enn netto kostnad ved å tilføre meir kraftfôr. Da vil det vere lønsamt å bruke kraftfôr, opp til ei viss grense, samstundes som proteineffektiviteten kan bli mindre gunstig. Andre gonger kan låg proteineffektivitet skuldast overdriven bruk av kraftfôr og større produksjon av kjøtt enn det som løner seg.

Svært lite havre og bygg går til humant konsum i dag. Sjølv om vi skulle velje å ete meir av desse kornslaga, vil det alltid vere ein del av avlinga som ikkje eignar seg til humant konsum. Men det som ikkje eignar seg til humant konsum kan vere godt egna som fôr til husdyr.

5 Konklusjon

I gjennomsnitt vart det produsert om lag like mykje humant eteleg protein i kjøtt og biprodukt i norsk sauehald som det blir brukt som fôringrediensar i kraftfôr. I enkelte område i landet vart det i gjennomsnitt produsert meir enn det som går med i fôringa. Ein føreset da at alt av blod og innmat blir ete og at raps ikkje blir rekna som humant eteleg. Jamført med data for utanlandsk gris- og kyllingproduksjon, gir norsk sauekjøtt med biprodukt relativt meir humant eteleg protein per eining av det same som blir brukt i fôringa. Dersom proteinet i raps og rapsmjøl i framtida kan bli prosessert og brukt til mat, vil proteineffektiviteten i sauehaldet vere mindre enn 1. Det vil seie at det vil bli produsert mindre humant eteleg protein i form av kjøtt, blod og biprodukt enn det som blir brukt i fôret. I gjennomsnitt var det inga oppgradering av fordøyelege, essensielle aminosyrer frå fôr til etelege produkt via sauene. Men for den essensielle aminosyra lysin var det ei oppgradering.

Det var ein tendens til at effektiviteten var høgare i regionar med gode utmarksressursar (fjell- og dalbygder i Trøndelag og på Austlandet). Det er fullt mogleg å produsere betydeleg meir humant eteleg protein i form av eteleg saueprodukt enn det som er brukt i fôringa. Det kan gjerast med å senke nivået på kraftfôret i rasjonen, redusere innslag av humant etelege ingrediensar i kraftfôret og auke gjennomsnittleg tal gagnslam per vinterfôra sau.

6 Referansar

- Animalia, 2021. Kjøttproduksjon og klima [WWW Document]. URL <https://www.animalia.no/no/samfunn/klimagassutslipp-fra-husdyrproduksjon/>
- Bailey, H.M., Mathai, J.K., Berg, E.P. & Stein, H.H., 2020. Most meat products have digestible indispensable amino acid scores that are greater than 100, but processing may increase or reduce protein quality. *British Journal of Nutrition* 124, 14–22. <https://doi.org/10.1017/S0007114520000641>
- Barnard, C. & Nix, J. 1979. *Farm Planning and Control*. 2nd Edition. Cambridge University Press.
- Clune, S., Crossin, E. & Verghese, K., 2017. Systematic review of greenhouse gas emissions for different fresh food categories. *J Clean Prod* 140, 766–783. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2016.04.082>
- CVB, 2021. CVB Feed Table 2021. Chemical composition and nutritional values of feedstuffs. Foundation CVB.
- Dyrebeskyttelsen, 2023. Fanesak tap av sau på beite [WWW Document]. URL <https://www.dyrebeskyttelsen.no/tap-sau-pa-beite/>
- Dønnem, I., Granquist, E. G., Nadeau, E. & Randby, Å. T. 2020. Effect of energy allowance to triplet-bearing ewes in late gestation on ewe performance, lamb viability, and growth. *Livest. Sci.* 237. 104027. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.104027>
- Ertl, P., Klocker, H., Hörtenhuber, S., Knaus, W. & Zollitsch, W., 2015. The net contribution of dairy production to human food supply: The case of austrian dairy farms. *Agric Syst* 137, 119–125. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2015.04.004>
- FAO, 2020. Emissions due to agriculture. Global, regional and country trends 2000–2018., FAOSTAT Analytical Brief Series No 18. Rome, Italy.
- FAO, 2013. Dietary protein quality evaluation in human nutrition. Report of an FAO Expert Consultation, FAO food and nutrition paper.
- Flaten, O., 2023. Timing of the outfield grazing season and finishing of lambs : A whole-farm modelling study of forage-based sheep production systems in Norway. *Small Ruminant Research* 219, 106892. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2022.106892>
- Flaten, O., 2018. Sauebønder: Fortsatt på bunnen av inntektstabellen. *Norsk Sau og Geit* 2018, 32–34.
- Flaten, O., 2017. Factors affecting exit intentions in Norwegian sheep farms. *Small Ruminant Research* 150, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2017.02.020>
- Flaten, O., Bonesmo, H. & Harstad, O.M., 2014. Kraftfôr, kjøtt og klimagasser. *Nationen* 27.6.2014.
- Hille, A.J., 2002. Får og svin-hvem er mest ålreit? *Framtiden i våre hender*.
- Høberg, E.N. & Grøva, L., 2021. Beiteressurser og beitebruk i det arktiske landbruket. *NIBIO POP* 7, 4.
- Hodgkinson, S.M., Montoya, C.A., Scholten, P.T., Rutherford, S.M. & Moughan, P.J., 2018. Cooking Conditions Affect the True Ileal Digestible Amino Acid Content and Digestible Indispensable Amino Acid Score (DIAAS) of Bovine Meat as Determined in Pigs. *Journal of Nutrition* 148, 1564–1569. <https://doi.org/10.1093/jn/nxy153>
- Hovland, I., 2022. *Handbok for driftsplanlegging 2022/2023*. NIBIO Bok. NIBIO, Ås.

- INRAE-CIRAD-AFZ, 2017. Feed tables. Composition and nutritive values of feeds for cattle, sheep, goats, pigs, poultry, rabbits, horses and salmonids [WWW Document]. URL <https://feedtables.com/>
- Kjærnes, U. & Amilien, V., 2016. Regulering av velferd hos sau i Norge: ulike verddiverdener – ulike forståelser av velferd. *Sosiologi i dag* 46, 29–55.
- Kolbjørnshus, E. 2022. Ull er Gull. Nortura Medlem. [WWW Document]. URL <https://medlem.nortura.no/smaafe/ull-er-gull/>
- Kongsro, J., 2008. Reliable prediction and determination of Norwegian lamb carcass composition and value. Norwegian University of Life Sciences, Ås.
- Laise, S., Baumont, R., Dusart, L., Gaudre, D., Rouille, B., Benoit, M., Veysset, P. & Remond, D., Peyraud, J.L., 2018. L'efficience nette de conversion des aliments par les animaux d'élevage : une nouvelle approche pour évaluer la contribution de l'élevage à l'alimentation humaine. *Inra Productions Animales* 31, 269–288. <https://doi.org/10.20870/productions-animales.2018.31.3.2355>
- Landbruksdirektoratet, 2023. Kraftfôrstatistikk [WWW Document]. URL <https://www.landbruksdirektoratet.no/nb/statistikk-og-utviklingstrekk/utvikling-i-jordbruket/kraftforstatistikk> (accessed 10.16.23).
- Livsmedeleverket, 2023. Livsmedelsdatabasen [WWW Document]. URL <https://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/naringsamne/livsmedelsdatabasen>
- Lunden, K., 2002. Norges landbrukshistorie II 1350-1814. Frå svartedauden til 17. mai. Det Norske samlaget, Oslo.
- Manzano, P., Pardo, G., Itani, M.A. & del Prado, A., 2023. Underrated past herbivore densities could lead to misoriented sustainability policies. *npj Biodiversity* 2, 1–6. <https://doi.org/10.1038/s44185-022-00005-z>
- MatPrat, 2019a. Hva spiser sauen [WWW Document]. URL <https://www.matprat.no/artikler/matproduksjon/hva-spiser-sauen/>
- MatPrat, 2019b. Derfor er norsk kjøtt bærekraftig [WWW Document]. URL <https://www.matprat.no/artikler/matproduksjon/derfor-er-norsk-kjott-barekraftig>
- MatPrat, 2018. Sauen sikrer bærekraftig matproduksjon [WWW Document]. URL <https://www.matprat.no/artikler/matproduksjon/sauen-sikrer-barekraftig-matproduksjon/>
- MatPrat, 2023. Hva betyr bærekraftig matproduksjon i Norge? URL <https://www.matprat.no/artikler/matproduksjon/hva-betyr-barekraftig-matproduksjon-i-norge/>
- Mottet, A., de Haan, C., Falcucci, A., Tempio, G., Opio, C. & Gerber, P., 2017. Livestock: On our plates or eating at our table? A new analysis of the feed/food debate. *Glob Food Sec* 14, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2017.01.001>
- Nedkvitne, J.J. 1985. Levekåra om våren har mykje å seia for vekttauken hjå lamma om sommaren. *Sau og Geit* 38 (2) 82-84.
- NIBIO 2023. Driftsgranskingar i jord- og skogbruk. [WWW Document]. URL <https://www.nibio.no/tema/landbruksokonomi/driftsgranskingar-i-jordbruket?locationfilter=true>
- Patel, M., Sonesson, U. & Hessle, A., 2017. Upgrading plant amino acids through cattle to improve the nutritional value for humans: effects of different production systems. *animal* 11, 519–528. <https://doi.org/10.1017/S1751731116001610>

- Rekdal, Y. & Angeloff, M., 2021. Arealrekneskap i utmark. Utmarksbeite-ressursgrunnlag og beitebruk. NIBIO Rapport 7, 108.
- Ross, L.C., Austrheim, G., Asheim, L.-J., Bjarnason, G., Feilberg, J., Fosaa, A.M., Hester, A.J., Holand, Ø., Jónsdóttir, I.S., Mortensen, L.E., Mysterud, A., Olsen, E., Skonhøft, A., Speed, J.D.M., Steinheim, G., Thompson, D.B.A. & Thórhallsdóttir, A.G., 2016. Sheep grazing in the North Atlantic region: A long-term perspective on environmental sustainability. *Ambio* 45, 551–566. <https://doi.org/10.1007/s13280-016-0771-z>
- Rye, S.K.P., 2023. Driftsgranskingar i jord- og skogbruk. Rekneskapsresultat 2021.
- SAS Institute Inc., 2011. SAS/STAT® 9.3 User's Guide. Cary, NC.
- Sørensen, M.V., Strimbeck, R., Nystuen, K.O., Kapas, R.E., Enquist, B.J. & Graae, B.J., 2017. Draining the Pool? Carbon Storage and Fluxes in Three Alpine Plant Communities. *Ecosystems* 21, 1–15. <https://doi.org/10.1007/s10021-017-0158-4>
- Speed, J.D.M., Austrheim, G. & Mysterud, A., 2013. The response of plant diversity to grazing varies along an elevational gradient. *Journal of Ecology* 101, 1225–1236. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.12133>
- Strømstad, I., 2020. Nå tilbyr vi soyafritt kraftfôr til sau også! [WWW Document]. URL <https://www.felleskjopet.no/alle-artikler/alle-artikler-husdyr/alle-artikler-sau-og-geit/naa-tilbyr-vi-soyafritt-kraftfor-til-sau-ogsaa/> (accessed 10.16.23).
- Volk, C., Brandsch, C., Schlegelmilch, U., Wensch-Dorendorf, M., Hirche, F., Simm, A., Gargum, O., Wiacek, C., Braun, P.G., Kopp, J.F., Schwerdtle, T., Treede, H. & Stangl, G.I., 2020. Postprandial metabolic response to rapeseed protein in healthy subjects. *Nutrients* 12, 1–22. <https://doi.org/10.3390/nu12082270>
- Wiedemann, S., McGahan, E., Murphy, C., Yan, M.J., Henry, B., Thoma, G. & Ledgard, S., 2015. Environmental impacts and resource use of Australian beef and lamb exported to the USA determined using life cycle assessment. *J Clean Prod* 94, 67–75. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.01.073>
- Wilkinson, J.M., 2011. Re-defining efficiency of feed use by livestock. *animal* 5, 1014–1022. <https://doi.org/10.1017/S175173111100005X>

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) vart oppretta 1. juli 2015 som ein fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnytting og forvaltning av biologiske ressursar frå jord og hav, framfor ein fossil økonomi basert på kol, olje og gass. NIBIO skal vere nasjonalt leiande i å utvikle kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerheit, berekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innan verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringar. Instituttet skal levere forskning, forvaltingsstøtte og kunnskap til bruk i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet elles.

NIBIO er eigd av Landbruks- og matdepartementet som eit forvaltingsorgan med særskilde fullmakter og eige styre. Hovudkontoret er på Ås. Instituttet har fleire regionale einingar.