



**NIBIO**

NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

## Livsløpsanalyser av norsk svinekjøttproduksjon med og utan heimeprodusert grassaft som fôr

NIBIO RAPPORT | VOL. 4 | NR. 103 | 2018



Astrid Johansen<sup>1</sup> og Anne-Grete Roer Hjelkrem<sup>2</sup>

Divisjon Matproduksjon og Samfunn

<sup>1</sup>Avdeling Fôr og Husdyr, <sup>2</sup>Avdeling for Landbruksteknologi og systemanalyse

## TITTEL/TITLE

Livsløpsanalyser av norsk svinekjøttproduksjon med og utan heimeprodusert grassaft som fôr

## FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Astrid Johansen og Anne-Grete Roer Hjelkrem

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKTNR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
05.09.2018	4/103/2018	Åpen	8576.422 / 10657	17/01534
ISBN:	ISSN:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:	
978-82-17-02157-5	2464-1162	35	1	

## OPPDRAUGSGIVER/EMPLOYER:

NIBIO

## KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Mogens Lund

## STIKKORD/KEYWORDS:

Grasprotein, husdyrgjødsel, klimagassutslipp, korn, kraftfôr, LCA, soya, svinekjøtt

Cereals, concentrates, grass juice, global warming potential, Life Cycle Assessment, soy, pork

## FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Fôr, husdyr, systemanalyse

Animal husbandry, system analysis

## SAMMENDRAG/SUMMARY:

I dette studiet har vi ved hjelp av livsløpsanalyse (LCA) analysert miljøeffektane av å produsere norsk svinekjøtt. Utgangspunktet for analysa har vore eit fiktivt gardsbruk, plassert i Stange kommune, med kombinert svineproduksjon (både smågris-og slaktegrisproduksjon) og med kornproduksjon (bygg, vârkveite og havre) der gjødsla frå svinebesetninga blir utnytta. Som utgangspunkt analyserte vi eit tradisjonelt opplegg der grisane fekk kraftfôrblendingar tilpassa behovet som einaste fôr. Soya utgjorde 8% kraftfôrblendinga på råvektbasis. Vi analyserte svineproduksjonen under to ulike alternativ: a) At dei norske kornråvarene i kraftfôret var produsert på garden eller på ein tilsvarande gard, b) At dei norske kornråvarene i kraftfôret kom frå husdyrfrie gardar med mineralgjødsla som einaste gjødselslag. I tillegg analyserte vi på tilsvarande måte svineproduksjonen på garden i ein situasjon der arealgrunnlaget blei utvida til også å omfatte eng, og der engavlinga blei brukt i ein bioraffineringsprosess til å produsere grassaft som proteinfôr til slaktegrisane i besetninga. Pressresten (pulp) blei selt som grovfôr til lokale storfeprodusentar. I tillegg til grassaft fekk slaktegrisane kraftfôr med redusert innhald av soya (6%) samanlikna med standardblandinga. Samla ga denne fôrassjonen dekning av slaktegrisane sitt næringsbehov, slik at tilvekst og produksjonsresultat var det same i begge produksjonsopplegga.

Miljøeffektane blei uttrykt gjennom seks miljøindikatorar: globalt oppvarmingspotensial (klimaavtrykk), forbruk av fossile råvarer, eutrofiering av ferskvatn, terrestrisk forsuring, terrestrisk økotoksisitet, og beslaglegging av landbruksareal. Analysene dekte alle dei viktigaste prosessane inkludert i foredlinga av råstoff til produkt (svineslakt, korn, juice og pulp) leveringsklart ved



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

gardsgrinda, evt til fôrbrettet på garden (juice). Miljøeffektane blei analysert både med vide og smale systemgrenser. Med vide systemgrenser blei produksjon av maskiner, bygningar, produksjon og burk av plantevernmiddel, samt humusmineralisering og utslepp av NO<sub>x</sub> frå mineralgjødning teke med. Med smale systemgrenser blei alt dette utelate. Tidsperioden var eitt år og grunnlagsdataene ved inventering var relatert til perioden 2012-2016. Funksjonelle einingar var anten 1 kg slakt eller 1 kg tørrstoff (TS) av korn, kraftfôr, juice og pulp.

Globalt oppvarmingspotensial for 1 kg slaktevekt frå tradisjonelt fôra gris var 3,8-4,6 kg CO<sub>2</sub>-ekvivalentar berekna med vide systemgrenser. Den høgaste verdien galt situasjonen der dei norske kornråvarene i kraftfôret kom frå husdyrfrie gardar, den lågaste når kornråvarene var produsert med bruk av svinogjødsel. Ettersom 2/3 av det norske kornet blir produsert utan bruk av husdyrgjødsel og på gardar med lågare kornavling enn det som blei lagt til grunn for det fiktive gardsbruket på Stange, er det grunn til å anta at den høgaste verdien er mest representativ for norsk gris. Omrekna svarar dette til om lag 5,4 kg CO<sub>2</sub>-ekv. pr kg spiseleg vare (beinfritt kjøtt) og 7,6 kg CO<sub>2</sub>-ekv pr kg protein (feittfritt kjøtt). Dette er om lag same nivå som for griseslakt/kjøtt produsert i dei fleste andre land i Nord-Europa.

Produksjon og bruk av heimeprodusert grassaft kan potensielt bidra til å redusere det globale oppvarmingspotensialet, forbruket av fossile råvarer og terrestrisk økotoskissitet i tillegg til å være meir arealeffektivt. Dette forutset imidlertid at kvaliteten av grassafta er slik at den kan erstatte soya og eventuelt andre importerte proteinfôrtilsetningsmiddel til slaktegrisane, utan at tilvekst og slaktekvalitet blir redusert, samt at det norske kraftfôrkornet blir produsert med bruk av husdyrgjødsel og i omløp med gras, og med høge avlingar. Det er mange utfordringar som må løysast før dette eventuelt kan bli ein realitet.

LAND/COUNTRY: Norge  
FYLKE/COUNTY: Trøndelag  
KOMMUNE/MUNICIPALITY: Stjørdal  
STED/LOKALITET: Kvithamar

GODKJENT /APPROVED

Mogens Lund

NAVN/NAME

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER

Astrid Johansen

NAVN/NAME

# Forord

Dette arbeidet er gjennomført som resultat av dei to prosjekta AGROPRO og GrasProtein, finansiert av høvesvis Norges forskningsråd og Heidner Innovasjonsramme 2016.

Vi valde å ta utgangspunkt i eit fiktivt gardsbruk med kornproduksjon på Stange i Hedemark som det er køyrt livsløpsanalyse på i eit tidligare prosjekt, men der vi no har lagt til ei kombinert svinebesetning. I utgangspunktet lot vi arealgrunnlaget vere det same som på det opprinnelege bruket, berre med den skilnaden at det no blei brukt husdyrgjødsel i kornproduksjonen (Modellbruk 1). I neste steg blei også arealgrunnlaget utvida slik at vekstskiftet i tillegg til bygg, vârkveite og havre også omfatta eng som låg i tre år etter etableringsåret (Modellbruk 2).

Under vegg i arbeidet har det vore nødvendig å bruke en del skjønn og til dette har vi fått mykje god hjelp blant anna frå tilsette i Animalia og Norsvin, og eit par dyktige svineprodusentar. Takk til desse, og ikkje minst til følgande kolleger i NIBIO og fagpersonar i Norsk Landbruksrådgiving som har bidrege med uvurderleg hjelp: Anne Kjersti Bakken, Audun Korsæth, Kristin Daugstad, Bernt Hoel, Einar Strand og Kjell Tangen.

Stjôrdal og Ås, 29.08.18

Astrid Johansen og Anne-Grete Roer Hjelkrem

# Innhold

1	Innleiing .....	6
2	Norsk svineproduksjon .....	7
2.1	Dyremateriale.....	7
2.2	Fôr og fôring .....	7
2.3	Gjødselproduksjon.....	8
2.4	Medisinbruk og forbruksartiklar .....	8
2.5	Bygningar .....	9
2.6	Areal og planteproduksjon på svinegardane .....	9
2.7	Energibruk på norske svineproduksjonsgardar .....	10
3	Grassaft som fôr til gris.....	11
3.1	Produksjon og konservering av grassaft .....	11
4	Material og metode.....	13
4.1	Inventering, systemgrenser og allokering .....	13
4.2	Modellbruk 1 – Eit typisk norsk svineproduksjonsbruk.....	14
4.2.1	Dyr, fôring og stell .....	14
4.2.2	Strø og gjødsel.....	16
4.2.3	Planteproduksjon .....	16
4.2.4	Kraftfôr .....	16
4.2.5	Maskiner og reiskap .....	17
4.2.6	Bygningar .....	17
4.2.7	Energibruk .....	17
4.2.8	Transport av varer og tenester fram til garden.....	18
4.3	Modellbruk 2 - Svineproduksjon med bruk av grassaft som fôr.....	18
4.3.1	Energibruk.....	19
4.4	Emisjonar .....	19
4.4.1	Klimagassar .....	19
4.4.2	Erosjon, eutrofiering og toksisitet.....	21
4.4.3	Utslepp med forsurande effekt.....	21
4.5	Implementering .....	22
5	Resultat og diskusjon .....	23
5.1	Globalt oppvarmingspotensial .....	23
5.1.1	Svineslakt .....	23
5.1.2	Svinekjøtt .....	25
5.1.3	Kraftfôrblandinger, kraftfôrråvarer og grassaft .....	26
5.2	Andre miljøeffektar .....	29
	Litteratur .....	32
	Vedlegg.....	36

# 1 Innleiing

Livsløpsanalyser (LCA) er ein metode og eit analyseverky utvikla for å gi eit heilheitleg bilete av kor stor den totale miljøpåverknaden er for eit produkt, frå råvareutvinning, via produksjonsprosessar og bruk, til avfallshandtering, og ikkje minst kor i produksjonskjeda ulike miljøpåverknader oppstår. Slike analyser er blitt brukt av forskarar i Bioforsk, seinare NIBIO for å vurdere miljøbelastninga av einisidig norsk kornproduksjon, eittårige belgvekstar, samt mjølk og kjøtt frå norske mjølkebesetningar. Resultata er presenterte på konferansar/seminar, i fagpressa og i vitenskaplege publikasjonar (Bakken et al. 2017; Korsæth et al. 2014, 2013; Roer et al. 2013, 2012). Tilsvarande analyser for svinekjøtt og utnytting av husdyrgjødsel i kornproduksjonen har så langt mangla.

Norsk landbruk vert av ulike årsaker til stadigheit utsett for kritikk når det gjeld bruk av soya, blant anna fordi det er ei oppfatning om at bruk av soya bidreg til auka klimautslepp. Norske svineproducentar har såleis sett seg som mål at norsk svinekjøtt i framtida skal produserast utan bruk av soya, fortrinnsvis erstatta av norske fôrvarer. Det foregår forskning og utvikling på fleire område, for å finne fram til korleis ein nå dette målet. Blant anna er det gjennomført pilotprosjekt og ein feltstudie på bruk av grassaft som fôr til gris.

Målet med denne studien har vore å framskaffe talmateriale for miljøeffektane av norsk svinekjøttproduksjon basert på bruk av standard kraftfôrblendingar der norsk korn utgjer om lag  $\frac{3}{4}$  av råvarene, og dessutan framskaffe talmateriale for korn produsert med bruk av svinegjødsel. Vidare har ein hatt som mål å dokumentere korleis produksjon og bruk av grassaft som erstatning for importert soya vil kunne påverke miljøavtrykket frå svineproduksjonen. I tillegg til globalt oppvarmingspotensial (klimaavtrykk), inkluderer studien også følgande andre miljøindikatorar: forbruk av fossile råvarer, eutrofiering av ferskvatn, terrestrisk forsuring, terrestrisk økotoksisitet, og beslaglegging av landbruksareal.

## 2 Norsk svineproduksjon

Iflg rapporten «Kjøttets tilstand 2017» (Alvseikje 2017) er det i underkant av 90 000 avlspurker i Norge og det blir årleg levert 1,6 mill slaktegris frå norske svineprodusentar. Omlag  $\frac{3}{4}$  av denne leveransen kjem frå dei tre fylka Rogaland, Trøndelag og Hedmark.

Det er i hovudsak fire produksjonssystem i svinehaldet: 1) smågrisproduksjon med sal ved ca 25 kg levandevækt, 2) slaktegrisproduksjon med innkjøp av 25-kg's smågris og oppfôring til omkring 105-115 kg levandevækt, 3) kombinert produksjon med både smågris og slaktegrisproduksjon, 4) avls/formeiringsbestningar for mor- og fardyr (linjer). Kombinert produksjonen er mest utbreidd i Norge.

### 2.1 Dyremateriale

Om lag 65% av avlspurkene i norske produksjonsbesetningar er hybridpurker, nærmare bestemt kryssingar mellom landsvin mor og yorkshire far. Hybridpurkene blir inseminerte med sæd, anten frå landsvin eller frå ei kryssing av landsvin og duroc. Avkom (slaktegris) frå hybridpurker inseminerte med duroc er m.a.o. ei tre-rasekryssing (landsvin x yorkshire x duroc) og blir kalt Noroc. Noroc utgjer om lag 85% av norsk slaktegris.

Norske purker fekk i perioden 2010-2014 i gjennomsnitt 2,2 kull à 11 avvende smågris per år. Dette svarar til 24,2 avvende smågris per purke. Ved utgangen av 2016 var dette talet auka til 25,9 (InGris 2017). Rundt rekna  $\frac{1}{3}$  av kulla blir fødte av førstegongsfødande purker. Om lag 30 dagar etter fødsel (10-11 kg levandevækt) blir smågrisane avvende frå mora, men reknast som smågris fram til dei er ca 10-12 veker, eller 30 kg leveandevækt. Etter dette byrjer slaktegrisperioden som varer fram til dei blir slakta ved 100-115 kg. Det tar i gjennomsnitt 90 dagar. Ungpurkeperioden blir tilsvarende rekna frå purkene er 30 kg til første bedekning ved om lag 130 kg levandevækt (8 månaders alder), og vidare gjennom første drektigheit til grising ved ca 1 års alder. Drektigheitstida er 113-115 dagar.

### 2.2 Fôr og fôring

Grisen får kraftfôrblendingar tilpassa behovet hos dei ulike dyregruppene (purker, smågris, slaktegris). Det blir årleg omsett 490-500 000 tonn svinefôrblendingar i Norge (Landbruksdirektoratet 2018). Norskprodusert korn utgjer i gjennomsnitt 70-75% av ingrediensane på vektbasis i svinefôrblendingane, medan soya utgjer omlag 10% (Felleskjøpet 2018). Norsk fôrindustri importerer nesten all soya frå Brasil, med garanti om GMO-og avskogingsfrie produkt (Norsk Landbrukssamvirke 2018, [www.landbruk.no](http://www.landbruk.no)). Soyaandelen i norsk svinefôr har gått ned dei siste åra, hovudsakleg til erstatning for raps frå Baltikum. Norske svineprodusentar har likevel som langsiktig mål å erstatte soya med norskproduserte råvarer.

Kraftfôret blir typisk levert på garden som bulk med trailer og oppbevart i stålsiloar. Ein del svineprodusentar bruker eigenprodusert korn (eventuelt også erter, bønner og oljevekstar) som blir malt og blanda med vatn og/eller myse og gitt som våtfôr. Våtfôret blir supplert med protein-, vitamin- og mineraltilskott.

I flg forskrift om hold av husdyr skal purker (og råner) ha «*tilgang på tilstrekkelig mengde halm, høy eller annet fôr med høyt fiberinnhold som kan gi metthetsfølelse og tilfredsstillende behovet for tygging*». Grovfôret kan være gras, surfôr eller halm. På gardsbruk der ein dyrkar korn er halm mest vanleg og det blir også brukt som strø, evt talle. Fôrverdien av halmen blir oftast sett til null. Torvpreparat blir brukt som strø og jarnkjelde til smågris.

## 2.3 Gjødselproduksjon

Karlengen et al. (2012) har rekna ut førforbruk og gjødselutslepp frå norsk svineproduksjon (Tabell 2.1.).

Tabell 2.1. Ernæringsmessig innhald og forbruk av fôr, samt produksjon av gjødsel per dyreeining

	Purker inkl spedgris	Smågris (10-30 kg)	Slaktegris (30-115 kg)	Ungpurker <sup>1</sup> (30-130 kg)
<i>Fôr:</i>				
FEn/kg	1,05	1,12	1,05	1,05
Råprotein, g/kg	133	160	152	140
Fosfor, g/FEn	4,0	4,5	4,0	4,0
Fôrforbruk, FEn/dyr	1439	37	241	659
<i>Gjødsel og urin:</i>				
Gjødsel <sup>3</sup> , kg	772	18	129	366
Urin <sup>4</sup> , kg	3810	59	380	1075
Kg N/dyr, gjødsel+urin	24,4	0,4	3,2	9,7
Kg P/dyr, gjødsel+urin	4,5	0,1	0,5	1,6

1 Gjennomsnitt for periodane før og etter bedekning

2 FEn: Norsk netto energivurderingssystem til gris (Föreiningar gris)

3 Tørrstoffinnhald i gjødsel: 30% for purker, 25% for andre

4 Tørrstoffinnhald i urin: 2%

## 2.4 Medisinbruk og forbruksartiklar

I følgje rekneskapstala (NILF 2013) er det årlege kostnader på godt og vel 6000 kroner til medikament/medisin i kombinerte svinebesetningar av middels storleik (50 årspurker +/-). Både purker og smågris gjennomgår eit omfattande vaksinasjonsprogram, m.a. mot parvovirus, raudsjuke og *E.Coli*-diarre (purker), transportssjuka (smågris) og porcine circovirus, type 2 (PBV2) (purker og smågris). Antibiotika mot infeksjonar blir brukt ved behov i alle dyregrupper (Penicillin, trimetoprim, sulfa) men forbruket er langt mindre enn i andre vestlege land (NVI 2011). Tilsvarande er også forekomst av antibiotikaresistente bakteriar svært låg (Sæterbakk 2014). Om lag 98% av alle råner blir kirurgisk kastret med lokalbedøving (lidokain) og smertestillande (Finadyne® eller Metacam®). I samband med kastring og inseminering blir det dessutan brukt klorhexidin eller tilsvarande desinfeksjonsmiddel (pers.oppl. P.O. Hofmo, Norsvin).

I svinehaldet blir det brukt etter måten store mengder strø; sagflis og/eller halm. Halm blir gjerne brukt i talleavdelingar for gjeldpurker. På ein gard med kombinasjonsdrift og 45 purker blei det såleis anslått eit årleg forbruk på omlag 15 tonn sagflis og 15 tonn halm pr år (Kristin Ianssen, pers.komm.). Vassinnhaldet i tørr sagflis er omlag 15-20%, medan blaut sagflis kan innehalde 35-50% vatn. Næringsinnhaldet i sagflis er 0,2% N og 0,035% P ([www.agropub.no](http://www.agropub.no)). Ubehandla halm inneheld om lag 15% vatn.

I tillegg er dei ei rekke mindre forbruksartiklar i knytt til dyrehaldet, blant anna utskiftbare deler i fjøs og innreiing, kostar, skrapar, vaskemiddel etc. Vi har ikkje innhenta dokumentasjon på mengd/forbruk av slike artiklar.



## 2.5 Bygningar

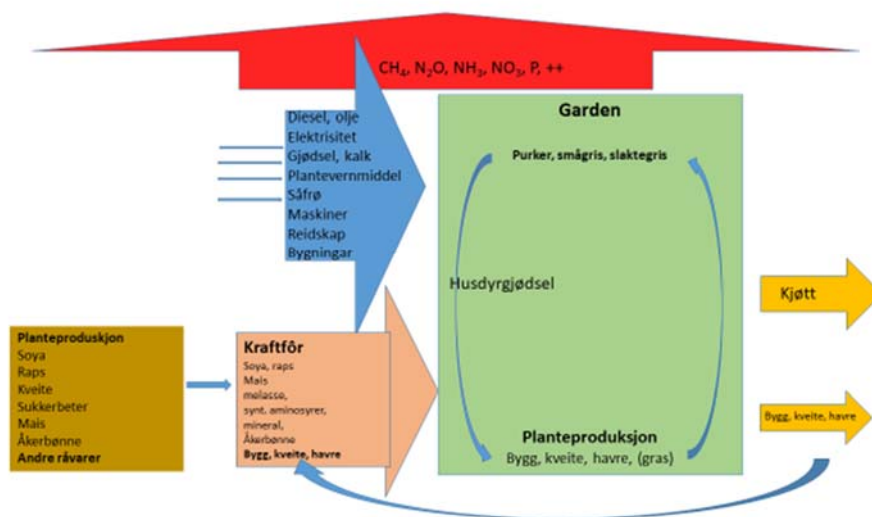
Norsk svineproduksjon foregår med få unnatak innomhus. Moderne norske grisekjøl er oftast bygd med betong i golv og veggar, treverk i takkonstruksjonen og med tak av stål (sjå blant anna: [www.graakjaer.no](http://www.graakjaer.no)). Kummar i betong eller stål ved sida av fjøsbygninga er etter kvart blitt den mest vanlege måten å oppbevare gjødsla på. Ein del av kummane har tak/dekke mot nedbør, andre ikkje.

## 2.6 Areal og planteproduksjon på svingardane

Arealgrunnlaget på norske svineproduksjonsbruk er i gjennomsnitt omlag 350 daa (NILF 2013). På austlandet og i Trøndelag er svineproduksjon typisk kombinert med kornproduksjon og andre åkervekstar, der svinegjødsla blir spreidd og molda ned som blautgjødsla (3-6% TS) samtidig med jordarbeidinga vår eller haust. I Rogaland og andre område med lite/inkje kornproduksjon blir svinegjødsla spreidd på eng og/eller ved gjenlegg av eng, eventuelt også brukt ved potet og grønnsaksdyrking.

Avlingsregistreringar frå feltforsøk tyder på at gjødseleffekten blir mindre di lenger tid det går før svinegjødsla blir nedmolda og at tapa er større i varmt enn i kjøleg vår. Ved nedmolding innan to timar er likevel tapet relativt lite (Abrahamsen 2011: <http://viken.lr.no/fagartikler/8040/>, Bjerkan 2010). I praksis er det omlag like vanleg å harve som å pløye ned husdyrgjødsla. Det ligg ikkje føre eintydige konklusjonar på om den eine metoden er betre (gir mindre tap) enn den andre (Bjerkan 2010).

Korn har mest næringsopptak om forsomnaren og utnyttar det organiske nitrogenet dårlegare enn t.d. engvekstar. Samtidig har fosfor i husdyrgjødsla like god gjødselverknad som fosfor i mineralgjødsla, forutsatt jamn spreiding. Etersom forholdet mellom fosfor og nitrogen i husdyrgjødsla er høgare enn det som er behovet til plantane, må mengd husdyrgjødsla tilpassast fosforinnhaldet i jorda.



Figur 2.1. Flyttdiagram for eit norsk svineproduksjonsbruk med kornproduksjon.

Figur 2.1 viser eit flyttdiagram for norsk kombinert produksjon av svinekjøtt og korn. Råvarer produsert i andre land (soya, raps, (erter), melasse, sukkerbeter mm) blir importert av norsk kraftfôrindustri og blanda med norske kornråvarer (bygg, kveite, havre, åkerbønne), mineral og vitaminer i varierende mengdeforhold til fullfôrblendingar til gris. Fôret blir spist av dyra, som på si side skil ut avføring som blir lagra og seinare spreidd og brukt som gjødsla i kornproduksjon og evt anna planteproduksjon. Leveransane frå garden er slakt (kjøtt) og korn/planteprodukt. Det aller meste

av kornet blir brukt som ingrediensar i kraftfôrblendingar til gris, fjørfe og drøvtyggjarar. Andre innsatsfaktorar i systemet og som er teke med i rekneskapen er diesel, straum, mineralgjødning, kalk, plantevernmiddel, maskiner og reiskap og strø.

## 2.7 Energibruk på norske svinproduksjonsgardar

Av referansebruka til NILF (2012) hadde 15 driftseiningar på austlandet i gjennomsnitt årlege straumkostnader på 45 220 NOK (Haukaas, pers.komm.). Ut frå NVE sine prissamanlikningar for nettleige og straumleveranse frå ulike leverandørar på austlandet ([www.nve.no](http://www.nve.no)) kan ein gå ut ifrå at det er betalt om lag 0,5 NOK pr kWh i nettleige og 0,40 NOK per kWh kraftforbruk. Omrekna gir dette eit årleg forbruk på om lag 50 000 kWh. I tillegg brukte dei same produsentane 2 304 NOK årleg på olje til oppvarming.

I driftsgranskingane til NILF frå perioden 2009-2012 var årlege utgifter til drivstoff i gjennomsnitt 38 421 NOK for korn-svinproduksjonsgardar med arealgrunnlag på 350 daa. Om ein legg til grunn ein literpris for drivstoff på 10 NOK, svarar dette 3 842 liter.



Foto: Petter Nyeng, Felleskjøpet Agri

## 3 Grassaft som fôr til gris

Ønsket om å redusere importen av soya som proteinfôr i landbruket har ført til stor FoU-aktivitet på raffinering av biomasse fra grasvekster i Europa det siste tiåret. Ved bioraffinering blir fersk eller konservert plantemasse separert til høvesvis saft og pulp/pressrest. Avhengig av teknologien og av tidspunkt for hausting vil 30-50% av tørrstoffet og 40-60% av proteinet blir funne att i saftfraksjonen (Hermansen et al. 2017). Vidare har analyser vist at aminosyresamansetjinga er gunstig og samanliknbar med den ein finn i soyamjøl (Krogh Jensen 2017). Til no har det vore vanleg å kondensere eller filtrere safta, slik at ein står att med eit konsentrert proteinfôr som kan brukast som ingrediens i kraftfôrblandinar til einmaga dyr, men dette er ein kostnads- og til dels energikrevande prosess. Det siste er truleg også ein viktig årsak til at bioraffinering av gras så langt ikkje er kommersielt implementert.

I prosjektet «Grasprotein», leia av Norsvin og med finansiell støtte frå Heidner blei det i 2017 gjennomført eit feltforsøk i Stange i Hedmark med produksjon og utnytting av maursyrekonservert grassaft som flytande fôr til slaktegris. Resultata er publisert av Adler et al. (2018). Safta blei lagra på 1000-liters dunkar og tildelt gjennom våtføringsanlegget. Safta utgjorde omlag 10% av den totale tørrstoffrasjonen til slaktegrisene. I byringa av forsøket var tilveksten like god hos griser som fekk grassaft som i ei kontrollgruppe med konvensjonell fôring, men i siste del av forsøksperioden hadde gras-grisene 80 g lågare tilvekst pr dag enn dei i samanlikningsgruppa. Framvekst av mugg og dermed forringa kvalitet av safta utover i forsøksperioden kan vere med på å forklare at tilveksten blei noko dårlegare hos gras-grisen mot slutten. Med betre/sikrere måtar å konservere safta på kan det ikkje avvisast at grassaft potensielt vil kunne erstatte importerte proteinråvarer, heilt eller delvis.

### 3.1 Produksjon og konservering av grassaft

Gras som skal brukast som råvare til bioraffinering av proteinfôr til einmaga dyr må haustast tidleg, for at ein skal få eit høgt tørrstoffutbytte og høg næringsverdi i safta (Solati et al. 2017). Både i ein norsk pilotstudie frå 2016 og i utanlandske studier har utbyttet av saft-TS utgjort 30% av innhausta avling (Housemann & Conell 1976; Maesters 2017) ved tidleg hausting. Til bioraffineringspressessen er det mest vanleg å bruke ei skrupresse. Det har så langt vore mest utbreidd å køyre bioraffineringa straks graset er hausta, men i Finland pågår også forsøk der ein bruker ensilasje (Rinne et al. 2018).

I feltstudien på Stange blei det hausta gras og kløver ved middels utviklingstrinn 13.-15. juni i 2017. Graset blei hausta og køyrt inn med fôrhaustar og avlessarvogn.

Maursyre blei dels tilsett på fôrhaustaren, dels direkte i safta, totalt 5 liter pr tonn. TS-innhaldet i graset var 18% og kløveren utgjorde omlag 20% av TS-avlinga. Lassa med gras blei tømde på eit transportband som førte graset via ein innmatterskrue inn i ei skrupresse frå Rhine Tech, (Arnhem, Nederland). Pressa blei driven av ein 20 kW el-motor. Pressa var i drift om lag 10 timar pr dag i tre dagar. Utbyttet av pressaft blei lågare enn forventa (20%) og lågare TS-innhald (5%) enn det som er rapportert frå andre studier (8-10%). Safta blei fordelt og lagra på 54 1000-liters plastdunker. Under fôringsforsøket blei det brukt ei elektrisk pumpe (1,1 kW effektbehov) for å få safta overført via ein slange over til våtføringsanlegget i fjøset.

Pressresten (pulp) – omlag 32 400 kg – blei overført med eit transportband frå skrupressa til ein Orkel MP850 Compactor. Totalt blei det pressa og pakka 74 ballar (85 cm diameter) med pressrest. Ballane med pressrest blei henta av ein nabo og brukt som fôr til ei mjølkekubesetning. Det blei ikkje teke prøver av pressresten i dette forsøket, men frå andre studier er det indikasjonar på at næringsverdien slikt fôr til drøvtyggjarar kan vere god (Damborg et al. 2017). Foreløpige resultat frå fôringsforsøk med mjølkekyr er såleis lovande med tanke på å erstatte intakt gras med pulp (Krogh Jensen mfl., pers.kom).



*Produksjon av grassaft på Stange, juni 2018. Safta blei separert ut ved hjelp av ei skrupresse (midt i bildet t.v.) og lagra på plastdunkar. Pressresten (pulpen) gjekk via eit transportband inn i ei ei Orkel Compactor-presse og ballane blei pakka inn i plast (bildet t.h.). Fotoklipp frå film av Karoline Rustad.*



*Fersk grassaft. Foto: Steffen Adler*

## 4 Material og metode

### 4.1 Inventering, systemgrenser og allokering

Eit modellbruk (M1) som skulle representerte det «typiske» norske svineproduksjonsbruket med kombinert svineproduksjon og med kornproduksjon på heile arealet blei innleiingsvis inventert som grunnlag for livsløpsanalyse. Grisane blei føra med innkjøpte, kommersielle kraftfôrblendingar med norsk korn og erter som hovudingrediensar og med brasiliansk, «avskogingsfri» soya samt raps frå Baltikum som viktigaste proteinråvarer. Svinegjødsla blei utnytta i kornproduksjonen og kornet levert «ved gardsgrinda», etter tresking og tørking. Seinare blei eit nytt modellbruk (M2) inventert som grunnlag for å analysere miljøeffektane (med vekt på klima) av produksjon og bruk av heimeproduisert grassaft til erstatning for soya som proteinkjelde til slaktegrisane. Geografisk plassering, talet på dyr, slakteproduksjon og kornproduksjon var identisk på dei to modellbruka, medan arealgrunnlaget blei utvida med fleirårig eng som utgangspunkt for produksjon av grassaft på M2. Nødvendig utstyr for hausting og raffinering av gras blei også lagt til. Det blei lagt til grunn at det ikkje var behov for ekstra maskinkapasitet som følgje av arealutvidinga.

Inventeringa blei basert på ope, tilgjengeleg statistikk og data frå Statistisk sentralbyrå ([www.ssb.no](http://www.ssb.no)), NILF sine Driftsgranskingar og referansebruk (NILF 2013), Årsstatistikk for InGris (2012-2017), opplysningar og materiell frå Felleskjøpet Agri, samt ei tidlegare inventering og analyse av kornproduksjon utan bruk av husdyrgjødsel (Henriksen & Korsæth 2013; Roer et al. 2012). I tillegg henta vi opplysningar frå bl.a. Norsvin (Asbjørn Skjerve, pers.komm.), og frå svineprodusentar om ulike praktiske forhold knytt til norsk svineproduksjon.

**Systemgrenser.** Analysa blei gjennomført med både vide og smale systemgrenser. I begge høve blei alle viktige gardsoperasjonar (lagring og spreieing av dyrgjødsel, energiforbruk i plante- og husdyrproduksjon, etc) og emisjonar, samt transport av varer og tenester fram til garden inkludert. Med vide systemgrenser blei også produksjon av innsatsfaktorar (maskiner, reiskap, såfrø, mineralgjødsla, plantevernmiddel, kalk, kraftfôr), samt endringar i jorda sitt humusinnhald teke med. Med smale systemgrenser blei emisjonar knytte til produksjon av bygninger, traktorer, reiskap og sprøytemidler samt bruk av sprøytemidler utelate og det blei heller ikkje teke omsyn til endringar i humusinnhaldet i jorda.

Økonomisk verdi blei lagt til grunn for **allokering**, dvs fordeling av utsleppa mellom høvesvis slakt og husdyrgjødsel, grassaft og pulp. Vi tok utgangspunkt i gjennomsnittlege utbetalingsprisar (ekskl tilskott) for slaktegris og purkeslakt i 2013. Verdien av husdyrgjødsel blei sett til 7 NOK pr kg N. Gjennomsnittleg innkjøpspris for soyamjøl i perioden 2012-2017 (Anne K. Ingstadvold, Felleskjøpet Agri, pers.oppl.) blei brukt for verdsetting av grassafta. Prisen på pulp (pressrest ved bruksjon av grassaft) blei sett til 2,13 NOK pr kg TS.

Utslepp frå gjødsellager blei belasta svinekjøttproduksjonen direkte saman med utslepp av metan frå dyra knytt til fordøying av fôr (enterisk metan). Utslepp knytte til transport og spreieing av gjødsla blei belasta planteproduksjonen.

#### **Funksjonelle einingar**

1 kg kraftfôr levert frå fabrikk

1 kg grassaft-TS tilsett konserveringsmiddel, levert til lagring

1 kg pulp-TS levert ved gardsgrinda, innplasta som rundball i fjøset

1 kg svineslakt levert ved gardsgrinda

Mellomprodukt som inngikk i berekningane var 1 tonn svinegjødsla (4% TS) levert til planteproduksjon, og 1 kg korn (85% TS) levert ved gardsgrinda.

## 4.2 Modellbruk 1 – Eit typisk norsk svineproduksjonsbruk

Bruket vart fiktivt plassert i Stange kommune, Hedmark (60°N, 11°E). Stange er blant dei aller største jordbrukskommunane i landet der nær  $\frac{3}{4}$  av arealet blir nytta til kornproduksjon. Kommunen har også betydeleg husdyrproduksjon. I 2012 søkte 16 smågrisprodusentar og 32 slaktegrisprodusentar (med samla leveranse på over 30 000 slaktegris) om tilskott frå SLF (Hedemarken Lanbrukskontor 2013).

Arealgrunnlaget (305 daa) og kornproduksjon på bruket var føresettt å være identisk med «Farm 1» i ei tidlegare livsløpsanalyse av ein-sidig norsk kornproduksjon (Henriksen og Korsaeht, 2013), men der svinegjødsel erstatta ein del av mineralgjødsla. Som følge av dette vart det lagt til grunn at moldinnhaldet i jorda var noko høgare (3,42%) enn på det ein-sidige kornbruket frå den tidlegare analysa.

### 4.2.1 Dyr, fôring og stell

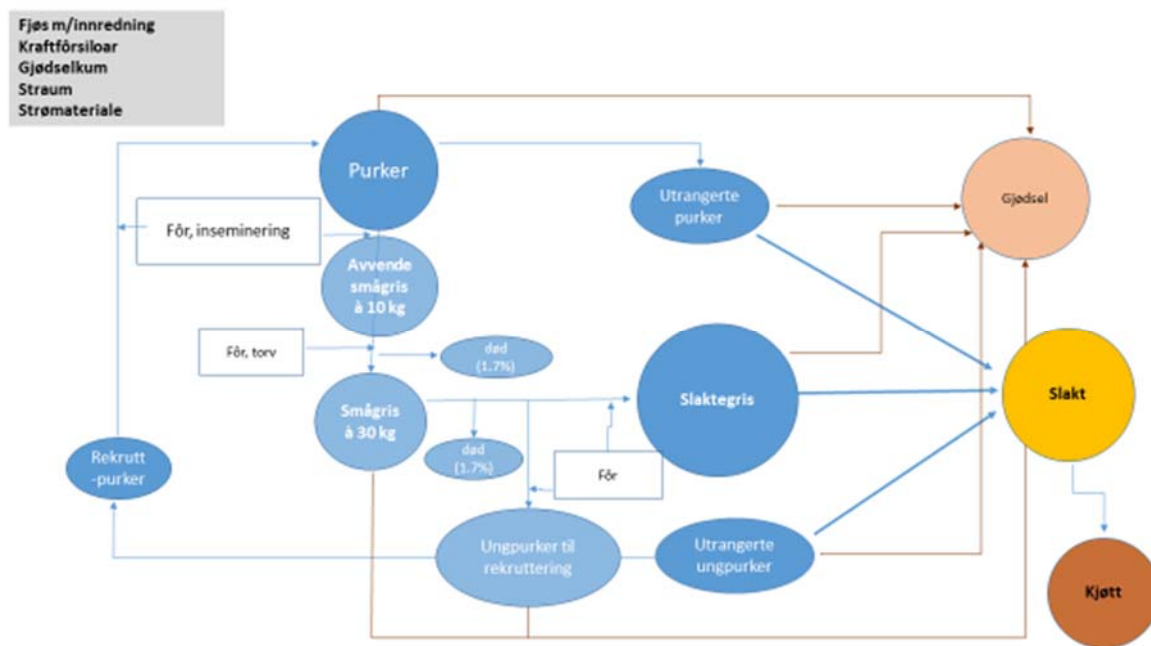
Besetninga besto av 40 purker som kvar fekk 2,2 kull i året, totalt 88 kull, derav 1/3 frå førstegongsfødande purker. Talet på purker vart sett litt lågare enn referansebruka til NILF for at dyretalet og gjødselmengdene skulle høve til arealgrunnlaget på Modellgarden. Frå kvart kull blei det levert 11 avvende smågris etter 33 dagar. Såleis blei 968 avvende smågris à 10 kg fôra vidare til 30 kg. I smågrisperioden var dødsraten 1,7% og 952 smågris à 30 kg blei sette inn i slaktegrisavdelinga, medan 29 blei sette på som ungpurker. For slaktegrisen var det rekna ei dødsrate på 1,8%, og det blei til slutt levert 905 slaktegris à 115 kg til slakteriet. Desse opplysningane finn ein att i Tabell 4.1 og heile produksjonen er illustrert i Figur 4.1

Purkene vog i gjennomsnitt 220 kg ved utrangering (slakting). Ungpurkene blei inseminerte ved 130 kg levandevækt. Ungpurker som blei utrangerte før grising vart betrakta som slaktegris. Slakteprosenten blei sett til 69% for både purker og slaktegris.

Produksjonen var lagt opp med puljedrift og var i samsvar med forskrift om hald av svin (<https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2003-02-18-175>).

Tabell 4.1. Tal dyr i dei ulike livsfasane/gruppene

	Tal dyr	Levande- vekt, kg	Slakte- vekt, kg	Lever slakt, kg	Pris, NOK/kg slakt
Purker	40				
Tal kull	88				
Avvende smågris	968	10			
Smågris	952	30			840 NOK/ stk
Ungpurker	29				
Slaktegris	905	115	79,4	71 818,3	23,00
Utrangerte purker	29	220	151,8	4 452,8	13,00
SUM kg slakt levert				<b>76 271,1</b>	



Figur 4.1. Flytdiagram for kombinert svineproduksjon. Rektangel representerer innsatsfaktorer, blå sirkler er mellomprodukt, gule og brune sirkler er sluttprodukt.

Fôrbehov og gjødselmengder blei berekna i samsvar med Karlengen et al. (2012). Alle dyr som vart sette inn i høvesvis smågris- og slaktegrisperioden vart inkluderte i berekningane. I alt gjekk det med omlag 317 tonn kraftfôr, fordelt på purkefôr, smågrislefôr og slaktegrisfôr (Tabell 4.2). Smågrisane fekk i tillegg 740 kg jarnrika torvstrø (Pluss SmågrisTorv, [www.fossli.no](http://www.fossli.no)). Torvstrøet besto av 94% torv (norsk) tilsett ei mineralblanding med jarn (2 000 mg/liter), koppar (50 mg/liter), mangan (40 mg/liter) og sink (150 mg/liter), samt små (ikkje spesifiserte) mengder maursyre, eddiksyre og kaliumsorbate. Volumvekta av torva var 0,370 liter/kg.

Halm som fôr og aktivitetstiltak til purker og smågris, mjølkeerstatning og mindre kvanta anna tilskottsfôr blei ikkje teke med i fôrrekneskapen. Også produksjon og bruk av medisin og vaksiner og andre mindre forbruksartiklar blei utelate.

Tabell 4.2 Årleg fôrforbruk (kg) i dei ulike dyregruppene på Modellbruk 1

	Tal dyr	Purkefôr	Smågrislefôr	Slaktegrisfôr	Torvstrø
Purker	40	54 800			
Smågris	968		31 944		740
Slaktegris	922			211 647	
Ungpurker	29	18 421			

### 4.2.2 Strø og gjødsel

15 tonn tørr sagflis (80% vatn, 0,2% N og 0,035% P) levert på lastebil frå eit sagbruk 10 km frå garden blei brukt som strø. Det blei rekna at all sagflis hamna i gjødsellagret og at det blei tilsett 300 tonn vatn før omrøring og spreining. Sama med avføring og urin frå dyra utgjorde dette i underkant av 1 075 tonn blautgjødsel (à 4,6% TS) disponibel på garden (Vedlegg, Tabell A).

Blautgjødsla blei transporert frå fjøset v.hj.a. gjødseltrekk og skruv til ein utandørs gjødselkum med tak.

### 4.2.3 Planteproduksjon

Det vart lagt til grunn at garden låg 120 m.o.h. på lettleire med 3-4,5% moldinnhald, 12 P-AL (plantetilgjengeleg fosfor) og 18 K-AL (plantetilgjengeleg kalium). Erosjonsfaren var frå låg til medium (NIJOS, 2010). Det blei dyrka bygg på 62% av arealet (189 daa), vårkveite på 28% (85 daa) og havre på 10% (31 daa). Årleg gjennomsnittstemperatur for området er 3,8 °C og middeltemperaturen i vekstsesongen 12,4 °C.

Husdyrgjødsla blei jamt fordelt (35 tonn/daa) på hausten (havre) eller om våren (bygg og kveite) så snart jorda var lagleg. Gjødsla blei spreidd med tankvogn og platespreiar og molda ned innan 6 timar.

Det vart ikkje harva før sladding og steinplukking. Såing og vårgjødsling med mineralgjødsel føregjekk i ein operasjon. Kveita blei delgjødsla. Detaljar om gjødsling og avlingsmengd framgår av tabell 4.3. Halmen blei pløgd ned, saman med husdyrgjødsla og dette vart teke omsyn til i gjødselplanen (Bernt Hoel, NIBIO og Einar Strand, NIBIO/NLR, pers.komm.).

Fleire detaljar om vekstskifte, sortsmateriale, plantevern, kalking finn ein hjå Henriksen og Korsæth (2013, Farm 1).

Tabell 4.3. Areal og gjødsling (type, mengd og spreietidspunkt) til bygg, kveite og havre

	Areal, daa	Gjødseltype	Mengd	Gjødslings-tidspunkt	Avling, kg/daa
Bygg	189	Organisk gjødsel*	35 tonn/daa	Vår	469
		OPTI-NS™ 27-0-0	12 kg/daa		
Vårkveite	85	Organisk gjødsel	35 tonn/daa	Vår	546
		OPTI-NS™ 27-0-0	7 kg/daa	Vår	
		OPTI-NS™ 27-0-0	11 kg/daa	Aksgang	
Havre	31	Organisk gjødsel	35 tonn/daa	Haust	476
		OPTI-NS™ 27-0-0	15 kg/daa	Vår	

### 4.2.4 Kraftfôr

Kraftfôret (89% TS) blei levert av Felleskjøpet Agri. Slaktegrisfôret inneheldt omlag 70% norskprodusert korn (bygg og havre), 6% norske åkerbønner, 7,6% soyamjøl frå Brasil og 9% rapsmjøl frå Baltikum. Fleire detaljar om kraftfôrblendingane framgår av Vedlegg, Tabell B).

Med dei gitte avlingane og arealgrunnlaget kunne garden teoretisk sett forsyne svinebesetninga med om lag 2/3 av behovet for norskprodusert korn, resten måtte kome frå andre produsentar. Ettersom hovudtyngda av norsk kornproduksjon skjer på husdyrfrie gardar, utan bruk av husdyrgjødsel, blei det i dei vidare analysane rekna på to ulike alternativ: 1) kraftfôr med norsk korn frå husdyrfrie gardar, data frå Korsæth et al. (2014) og 2) kraftfôr med korn frå modellbruket (M1), som om det var produsert i tilstrekkeleg mengd til å dekke heile behovet. Avlingane av kornet dyrka utan



husdyrgjødsel var arealveid i høve til dei tre viktigaste korndyrkingsområda i Norge (Østfold, Hedmark og Trøndelag).

#### 4.2.5 Maskiner og reiskap

Med unntak av utstyr for omrøring, pumping og utkøyring av husdyrgjødsel var maskinpark og anna utrustning (Vedlegg, Tabell C) den same som på Farm 1, beskrive av Henriksen og Korsaeht (2013).

#### 4.2.6 Bygningar

Grisefjøset hadde eit totalareal på 1439 m<sup>2</sup> og inkluderte 24 FS-bingar (fødsel-30 kg's smågris) og 312 slaktegrisplassar (Kjell Tangen, Norsk Landbruksrådgiving, personl. komm., Vedlegg, Planteikning). Det blei lagt til grunn at purke- og smågrisavdelinga la beslag på 65% av arealet, og slaktegrisavdelinga 35%. Estimert pris (2013) for fjøset, inkludert innreiing, fôringsanlegg, utgjødslingsanlegg var 10,5 mill (Tabell 4.5). Prismessig fordeling på dei ulike byggemateriala var 7,0 mill til betong (golv, veggjar), 2,5 mill til treverk (takkonstruksjonar) og 1,0 mill til stål (takplater mm). Gjødselkum, kraftfôrsiloar, korntørke og eit maskinhus kom i tillegg.

Tabell 4.5 Storleik, og venta levetid for bygningar og relaterte installasjonar.

	Storleik	Levetid
Fjøs <sup>1)</sup>	1 439 m <sup>2</sup>	30
Gjødselkum	2 000 m <sup>3</sup>	30
2 kraftfôrsiloer (purke- og slaktegrisyfôr) à	6,5 m <sup>3</sup>	15
1 kraftfôrsilo (smågrisyfôr) à	3,5 m <sup>3</sup>	15
Maskinhus (stål)	300 m <sup>2</sup>	30
Korntørke	200 m <sup>2</sup>	30

<sup>1)</sup> Inkludert innreiingar, ventilasjon, lys, fôringsanlegg, utgjødslingsanlegg,

#### 4.2.7 Energibruk

##### 4.2.7.1 Straum

Det blei brukt tal frå NILF (2009-2012) og gjennomsnittlege straumprisar henta frå SSB (2018) for same periode for det aktuelle området som grunnlag for å berekne forbruket av straum (Tabell 4.6)

Tabell 4.6 Totale kostnader, pris pr kWh (nettelege+forbruk) og utrekna forbruk av straum.

	Kostnader, NOK	Straumpris NOK/kWh	Straumforbruk, kWh
Samla kostnader, pris og utrekna forbruk	58 466	0,80	<b>73 083</b>
<i>Herav:</i>			
Til korntørking	11 230	0,80	14 038
Til Fjøs	47 236	0,80	59 045

Bruk av olje til oppvarming vart sett til null.

#### 4.2.7.2 Diesel

Ein dansk modell ('Drift', Nielsen & Sørensen 2010) blei brukt for å kalkulere tal timar for dei ulike arbeidsoperasjonane med tilgjengeleg utstyr under dei aktuelle forholda. Arbeidsbelastninga blei kategorisert som lett, medium eller tung og dieselforbruk pr time blei deretter berekna ved bruk av omrekningsfaktorar på høvesvis 0,12, 0,19 and 0,25 liter diesel per kW motoreffect (NAEC,2010). Samla forbruk av diesel blei berekna til 2 731 liter. Pløying, gjødselhandtering og tresking var dei operasjonane som tok mest tid og der det blei brukt mest diesel (Vedlegg, Tabell E).

Forbruk av motorolje blir fastsett til 0,62% av dieselforbruket, dvs 16,9 liter.

#### 4.2.8 Transport av varer og tenester fram til garden

Transportavstandane for mineralgjødsel, kalk, kraftfôr, sagflis og veterinærtjenester blei grovt anslått (Vedlegg, Tabell G). Frå produksjonsstad og fram til utsalsstaden blei innsatsfaktorane transportert med båt og lastebil. Vi la til grunn at kraftfôr blei levert i batcher à 15 tonn med lastebil/tankbil lasta med omlag 30 tonn (pers. kom., Felleskjøpet Agri). Følgeleg blei berre halvparten av miljøtsleppa knytt til kvar leveranse belasta modellbruket. Vidare rekna vi at mineralgjødsel og kalk blei henta med traktor og tilhengar ein gong i året. Sagflis/spon blei levert frå ein lokal produsent med lastebil fem gonger per år. Talet på besøk av veterinær, inseminør og andre leverandører av varer og tenester til gardsdrifta vart anslått til 52 per år (eit besøk per veke). Transport av mindre forbruksartiklar og servicetenester inn til garden blei utelate.

### 4.3 Modellbruk 2 - Svineproduksjon med bruk av grassaft som fôr

Husdyrbesetninga og kornarealet var identisk med Modellbruk 1. Eit tilleggsareal på 72 daa eng blei hausta fire gonger årleg og nytta til bioraffinering med grassaft og pulp som produkt. Enga gjekk inn i eit sjuårig omløp med korn (bygg m/gjennlegg – eng – eng – eng – bygg – hvete – havre) ved at 24 daa bygg årleg blei sådd som dekkvekst ved attlegg av eng. Enga blei ikkje hausta i etableringsåret, og byggavlinga var den same som for bygg i reinbestand. All husdyrgjødsel vart nytta på kornarelaet. I engåra blei det gjødsla med totalt 24 kg N pr daa årleg (Fullgjødsel 22-2-12, Tabell 4.7). Dette ga ei totalavling på 800 kg tørrstoff (TS) pr daa, fordelt på fire haustingar. Graset blei slått med skiveslāmaskin og plukka opp med ein eksakthaustar under tilsetjing av 5 liter Ensil®1 pr tonn, og køyrt til førsentralen i fjøset med lessevojn.

Tabell 4.7 Arealfordeling, avlingar (kg TS pr ha) og gjødsling i vekstskiftet på Modellgard 2

Vekst	Eng	Vårkveite	Havre	Bygg	Gjenlegg m/bygg
Areal, daa	72	85	31	165	24
Relativt areal	0,19	0,23	0,08	0,44	0,06
Avling, kg TS daa <sup>-1</sup>	800	546	476	469	0+469
Gjødsling					
- NPK 22-2-12, kg daa <sup>-1</sup>	109	0	0	0	0
- Opti-NS 27-0-0, kg daa <sup>-1</sup>	0	70+110	150	120	120
- Svinegjødsel, tonn daa <sup>-1</sup>	0	3,5	3,5	3,5	3,5

Det blei hausta totalt 57 600 kg TS med gras årleg (800 kg x 72 daa). Til raffineringprosessen blei det brukt ei skrupresse frå Rhine Tech, (Arnhem, Nederland). Utbytte av grassaft var 1/3 av total TS-avling. Grassafta (9% TS) erstatta 10% av kraftfôrresasjonen på tørrstoffbasis til slaktegrisane, slik at forbruket av innkjøpt kraftfôr blei redusert frå 211 647 kg (M1, , Tabell 4.2) til 169 530 kg (Tabell 4.8). Vi la til grunn at proteininnhald og aminosyresamansetjing i safta var slik at det saman med eit

tilpassa kraftfôr dekte slaktegrisane sitt behov. Kraftfôret (Testfôr) inneheldt 68% norske kornråvarer, 8% norske åkerbønner, 5,5% soya og 7% raps (Vedlegg, Tabell B), altså noko mindre importerte proteinråvarer enn i det kommersielle fôret som blei brukt på M1. Safta blei lagra i store, lufttette containarar. Containarane blei ikkje teke med analysa.

Pulpen (2/3 av TS-avlinga) blei pressa til rundballar med ein Orkel MP2000 Compactor, deretter pakka i plast og selt som fôr til storfeprodusentar. I analysa blei både forbruk av plast og drivstoff til transport av ballane fram til gardsgrinda inkludert. Skrupressa brukt i raffineringssprosessen blei belasta grassafta åleine, medan rundballepressa, klype og balleløfter blei belasta berre pulpen. Vi la til grunn at maskiner og reidskap til grashausting og bioraffinering (Vedlegg, Tabell C) blei delt med tre andre gardbrukarar.

Tabell 4.8 Årleg fôrforbruk (kg) på Modellbruk 2.

	Tal dyr	Purkefôr	Smågrisfôr	Slaktegrisfôr	Grassaft (TS)
Purker	40	54 800			
Smågris	968		31 944		
Slaktegris	922			169 530	18 837
Ungpurker	29	18 421			

### 4.3.1 Energibruk

#### 4.3.1.1 Straum

Bioraffineriet (Skrupressa) og transportbanda blei drive av elektromotorar med samla effektbehov på 32 kW med samla arbeidstid på 178 timar (4 x haustingar à 3 dagar), totalt 5 693 kWh. Dette blei lagt til straumforbruket slik det var berekna i M1 (Tabell 4.3). Ekstra straumbbruk knytt til utfôring av saft via våtfôringsanlegget i fjøset blei ikkje estimert.

#### 4.3.1.2 Diesel

Forbruk av diesel til jordarbeiding, gjødsling og sprøyting på 24 dekar bygg med gjenlegg blei fordelt likt mellom korn og gras. Dieselforbruk ved gjødsling, innhausting av gras, pressing av pulp til rundball og transport av rundballane til gardsgrinda blei totalt berekna til 1 408 liter (Vedlegg, Tabell E og F). Nesten halvparten av dette var knytt til pressing av pulp i rundball. For alle prosessar blei forbruk av maskinolje (0,62% av dieselkonsum) lagt til.

## 4.4 Emisjonar

### 4.4.1 Klimagassar

Klimagassutsleppa er berekna i samsvar med Norwegian Emission Inventory 2014 (SSB 2014), med modifikasjonar i samsvar med dei nyaste IPCC-standardane (IPCC, 2006) og er nærmare spesifisert i dei neste avsnitta. Rekneskapan er relatert til ei repsonstid for CO<sub>2</sub> på 100 år.

#### 4.4.1.1 Direkteutslepp frå dyr og gjødsellager

For enterisk metan (utslepp knytte til dyras fordøying av fôr) brukte vi Tier 1 og faktoren 1, 5 kg dyr<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup> i samsvar SSB (2014). Totalutsleppa (Tabell 4.9) blei korrigert i høve til tal fôringsdagar (365 d for ungpurker, 365 d for purker inkl spedgris, 42 d pr smågris, 91 d for slaktegris). Vi la til grunn at utsleppa var dei same i M1 og M2 ettersom dyretal og framføringstid var lik.

Tabell 4.9 Enteriske utslepp av metan frå besetninga på begge modellbruka

	Tal dyr	kg CH <sub>4</sub> pr dyr 365 dgr	kg CH <sub>4</sub> pr gruppe 365 dgr	Fôringsdagar pr dyr	kg CH <sub>4</sub> totalt pr år
Purker inkl spegris	40	1,5	60	365	60
Smågris	968	1,5	1 452	42	167
Ungpurker	29	1,5	44	365	44
Slaktegris	905	1,5	1 358	91	338
sum			2 914		610

Under lagring av gjødsel blir ein del organisk stoff omdanna til CH<sub>4</sub> ved anaerob nedbryting og desse utelsppa blei berekna i samsvar IPCC Tier 2 metoden (SSB 2014; IPCC 2000) der omsyn til energiopptak og fordøyelegheit, gjødselmengd, lagringsmåte og handtering av gjødsla er teke omsyn til (Tabell 4.10). Vi brukte såleis verdiane frå tabell 6.7 (SSB 2014) for maksimal produksjonskapasitet av metan (B<sub>0</sub>; 0,3 m<sup>3</sup>/kg og «volatile solids» (VS; 393,57 for purker+smågris og 118,21 for slaktegris). Gjødselmengdene var som berekna av Karlengen et al. (2012) og det vart lagt til grunn at gjødsla blei lagra som blautgjødsel (Liquid system).

Tabell 4.10 Metanutslepp ( E=kg CH<sub>4</sub> år<sup>-1</sup>) frå gjødsellager på begge modellbruka

	Korr.dyretal (etter tal fôringsdagar)	VS	B <sub>0</sub>	kg/m <sup>3</sup>	MCF	MS	E
Purker							
inkl spegris	40	394	0,3	0,67	0,1	0,88	278
Smågris	111	102	0,3	0,67	0,1	0,88	200
Ungpurker	29	394	0,3	0,67	0,1	0,88	204
Slaktegris	226	118	0,3	0,67	0,1	0,88	472
SUM							1 155

Under lagring av gjødsel vil det i tillegg være utslepp av lystgass (N<sub>2</sub>O). I dette studiet blei både direkte og indirekte lystgassutslepp frå gjødsellager berekna i samsvar med Statistisk sentralbyrå (SSB 2014) med emisjonsfaktorar for «Liquid system» (0,001 kg N<sub>2</sub>O/kg N) og «Manure pit with lid» (17%, Tabell 6.14, SSB 2014).

#### 4.4.1.2 Utslepp relatert til kalking og gardsinternt dieselforbruk

Gjennomsnitleg årleg direkteutslepp av karbondioksid (CO<sub>2</sub>) frå kalking blei berekna som om areala blei kalka kvart år i mengder justert i høve til behovet (IPCC, 2006; Equation 11.12).

Utslepp knytt til gardsinternt dieselforbruk blei berekna med ein standard omrekningsfaktor 2.6391 kg CO<sub>2</sub> per liter forbrent disel (NAEC 2010).

#### 4.4.1.3 Utslepp relatert til humusmineralisering av jorda

Betydelege mengder karbon (C) kan være lagra i jord. Forholdet mellom tilførsel og nedbryting av organisk materiale avgjer om jorda er jamvekt eller om det er netto innbinding eller tap av C frå jorda. I denne studien blei opprinneleg innhald av C i jorda på modellbruka sett til 2 % (3,42 %) humus, basert på Riley & Bakkegård (2006). Ved utrekning med vide systemgrenser blei endringane estimert

ved hjelp av ICBM-modellen (Andrén & Kätrrer 1997), med det femtande året av vekstskiftet (altså etter to omløp) som estimat på no-situasjonen.

ICBM-modellen er ein to-komponent modell, der lager av relativt nydanna C-forbindelsar er den eine komponenten, og eldre, tyngre tilgjengelege C-forbindelsar er den andre, dvs. ein komponent representerer eit lager av relativt nydanna C-forbindelsar og den andre komponenten representerer eit lager med eldre og meir inerte C-forbindelsar. Fleire detaljar om modellen og parametersetting av denne finn ein hos Korsæth et al. (2014). Tilførsel av C til jord/pantesystemet frå fotosyntese blei fordelt mellom dei ulike plantefraksjonane (avling, planterestar og røter) i samsvar med Andrén et al. (2004). Nitrogen frå humusmineralisering blei berekna ut frå den estimerte endringa i jorda sitt karbonlager, berre ved nedgang (mineralisering). Vi antok da at C:N-tilhøvet i humus på 10. Direkteutslepp av  $N_2O$  frå mineralisering av humus ble deretter sett til 1% av samla tilførsel av N. Vi tok utgangspunkt i eit fullstendig vekstskifte og den gjennomsnittlege endringa for alle vekstane sett under eitt (bygg, kveite, havre og evt gras) i det femtande året av vekstskiftet blei slik berekna.

Ved utrekning med smale systemgrenser blei det føresett at C-innhaldet i jorda på modellgardane var i balanse.

#### 4.4.1.4 Utslepp av lystgass frå felt

Utslepp av  $N_2O$  blei berekna i samsvar med Statistisk Sentralbyrå (SSB 2014) der ein skilde mellom direkte og indirekte utslepp. Direkteutsleppa blei berekna som 1% av total tilført N frå mineralgjødning, husdyrgjødning og planterestar. For røter og avlingsrestar blei det brukt verdiar frå ICCP (2006) medan innhald av N i husdyrgjødning blei estimert i samsvar med Karlengen et al. (2012). Indirekte tap av lystgass frå mineralgjødning opptrer som utslepp av ammoniakk-gass ( $NH_3$ ) og oksider av N ( $NO_x$ ) og at produkt frå desse ( $NH_4^+$  and  $NO_3^-$ ) hamnar i omkringliggende jord og vassoverflater. I denne studien blei det lagt til grunn at desse gasstapa tilsaman utgjorde 10% av all N tilført som mineralgjødning og at 1% av dette blei tapt som  $N_2O$  etter redeponering. På same måte rekna ein at 1% av ammoniakkgassen som blir sleppt ut under spreiding går tapt som  $N_2O$  etter deponering (IPCC 2006). Indirekte tap av  $N_2O$  som følgje av at N frå både mineralgjødning og husdyrgjødning blir nitrifisert eller denitrifisert i grunnvatn og vassdrag vart sett til 0,75% av total mengde utvaska N (ICPP 2006). For indirekte emisjonar som følgje av lekasjar brukte vi faktoren 0.22 (SSB 2014) og det blei rekna 35% tap av N frå overflatespreidd husdyrgjødning, vår og haust.

### 4.4.2 Erosjon, eutrofiering og toksisitet

Utvasking av N blei estimert etter ein metode beskrive av (Bechmann et al. 2012), basert på langtidsovervakning av data frå jordbruksdominerte nedbørsfelt (JOVA, Hauken et al. 2012), kombinert med gardsspesifikk justering for overskottsvatn. Det mest representative nedbørsfeltet blei vald (Bechman et al. 2012) og nedbørsfeltet sin spesifikke fraksjon av N-utvasking, samt totale avrenning blei identifisert. Gardsspesifikk avrenning blei bestemt ved hjelp av gjennomsnittlege avrenningsdata frå Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE 2012) i perioden 1961-1990 for den aktuelle lokaliteten.

Aktive stoff som inngår i sprøytemiddel har terrestrisk såvels som human toksisitetseffekt. Toksistiske utslepp knytt til bruk av sprøytemiddel vart inkludert i dette studiet. Til dette brukte vi faktorar frå ReCiPe-metoden (Goekoop et al. 2012).

#### 4.4.3 Utslepp med forsurande effekt

I våre berekningar er  $NO_x$  frå diesel, fordampa  $NH_3$  frå husdyrgjødning og  $NH_3$  og  $NO_x$  frå gjødning teke med som postar med forsurande effekt. Det blei brukt faktorar frå ReCiPe-metoden (Goedkoop et al. 2012) for å berekne forsuringspotensialet til dei ulike substansane ( $SO_2$ : 1,0,  $NO_x$ : 0,56,  $NH_3$ : 2,45).

Estimat av emisjonar av  $NO_x$  frå dieselforbrenning blei basert på Li & McLauhglin (2006). Det blei føresett at i alt 17 % av total-N i svinegjødning blei sleppt ut til luft som  $NH_3$ -N, og at samla utslepp av

NH<sub>3</sub> og NO<sub>x</sub> frå mineralgjødslar utgjorde 10% av total-N i denne gjødsla. Av dette var 0,9% NH<sub>3</sub> og 1,1% NO<sub>x</sub> (EMEP/EEA 2009, Tier 2).

## 4.5 Implementering

LCA-analyse blei utført ved bruk av programvaren SimaPro (versjon 8.1.1). ReCiPe-metoden (Goedkoop et al. 2012) blei brukt for inndeling og gruppering av utsleppa i ulike kategoriar (indikatorar). Resultat for seks ulike miljøindikatorar blir presentert: globalt oppvarmingspotensial (GWP), forbruk av fossile ressursar (FD), eutrofiering av ferskvatn (ET), terrestrisk forureining (TA), terrestrisk økotoksisitet (TE) og beslaglegging av landbruksareal (ALO). GLP er identisk med kategorien 'climate change' (CC) i beskrivinga av ReCiPe-metoden.

Data for produksjon av bygningar, maskiner, traktorar, diesel, olje, kalk, plantevernmiddel, såfrø til gras, sagflis, fosfor og kalium i mineralgjødslar, samt data for pre-farm transport blei henta frå LCA-databasen Ecoinvent (Nemeck et al. 2004). Sårkornet blei trekt frå avlingane. Data for prosessering og framstilling av kraftfôr fekk vi frå Felleskjøpet Agri, Norge, medan produksjon av ingrediensane var basert på Ecoinvent (innporterte råvarer) eller for korn; tidlegare studier av ein-sidig norsk kornproduksjon (Korsaeth et al. 2014) og/eller resultat frå denne studien. Data for produksjon av N til mineralgjødslar var basert på Best Available Technique, Yara and Ecoinvent (Davis and Haglund 1999; EFM 2000; Nemeck et al. 2004; Yara 2011). Endeleg blei det lagt til grunn at el-kraft levert til garden og på kraftfôrbrukken var basert på norsk mix med 98% vasskraft (Ecoinvent).



Foto: Petter Nyeng, Felleskjøpet Agri

## 5 Resultat og diskusjon

### 5.1 Globalt oppvarmingspotensial

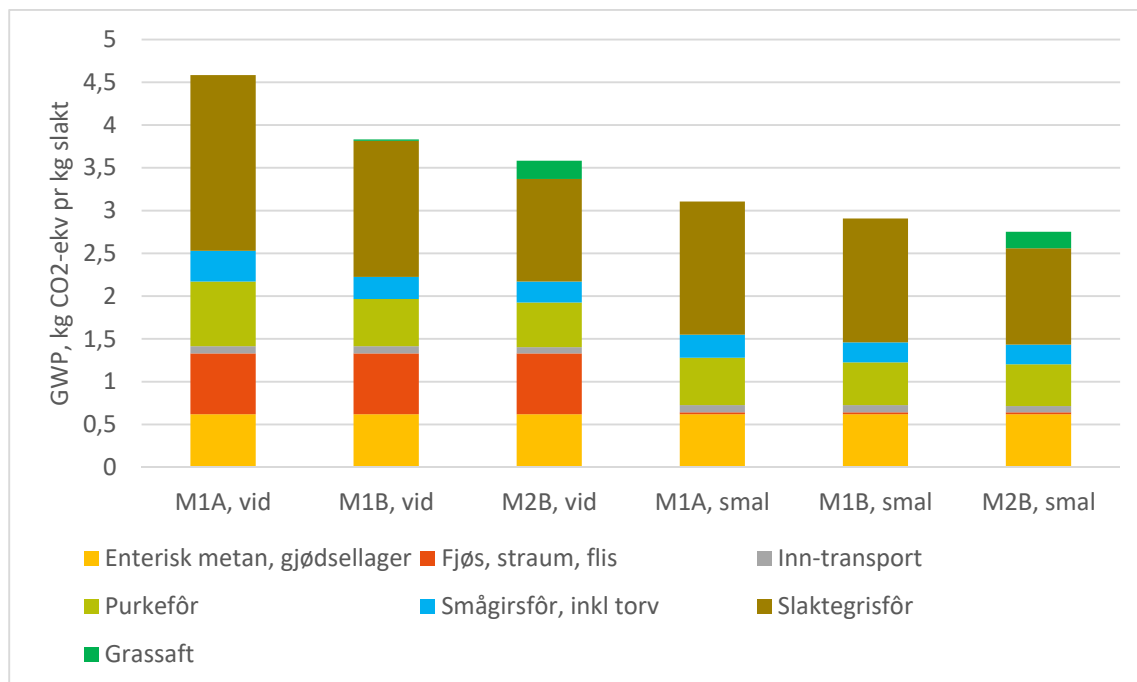
#### 5.1.1 Svineslakt

Resultat basert på seks ulike berekningsgrunnlag presenterast samla. Dei ulike berekningsgrunnlaga (Tabell 5.1) gjeld høvesvis vide og smale systemgrenser (ref. Kap 4: material og metode). For svinekjøtt og kraftfôr er det i tillegg til berekningar med utgangspunkt i at det norske kornet i kraftfôret var produsert på dei respektive modellbruka (eller tilsvarende bruk), også teke med resultat for berekningar der det norske kornet kom frå gardar med einssidig korndyrking (Korsaeth et al. 2014).

Tabell 5.1 Dei ulike berekningsgrunnlaga som inngår i resultatframstillinga.

		Kornet i kraftfôrblendingane	ICMB- modell for C i jord	Systemgrenser
M1A, vid	Modellbruk 1	Frå norske gardar m/einsidig korndyrking u/husdyrgjødsel	Ja	Vide
M1A, smal	Modellbruk 1	Frå norske gardar m/einsidig korndyrking u/husdyrgjødsel	Nei	Smale
M1B, vid	Modellbruk 1	Dyrka på garden m/husdyrgjødsel	Ja	Vide
M1B, smal	Modellbruk 1	Dyrka på garden m/husdyrgjødsel	Nei	Smale
M2B, vid	Modellbruk 2	Dyrka på garden m/husdyrgjødsel	Ja	Vide
M2B, smal	Modellbruk 2	Dyrka på garden m/husdyrgjødsel	Nei	Smale

Det globale oppvarmingspotensialet (GWP) for svineslakt produsert i ei norsk kombinasjonsbesetning på austlandet med kommersielle kraftfôrblendingar som einaste fôr (M1), blei i analysa med vide systemgrenser berekna til 4,6 kg CO<sub>2</sub>-ekv pr kg slakt levert ved gardsgrinda når kraftfôret til grisene var produsert med korn frå norske, husdyrfrie gardar (M1A vid, Figur 5.1). Analysa viste vidare at dersom alt kraftfôrkorn hadde vore produsert med bruk av husdyrgjødsel (M1B, vid), ville utleppa blitt redusert med 0,8 kg CO<sub>2</sub>-ekv til 3,8 kg CO<sub>2</sub>-ekv., og at ein ved å introdusere grassaft i fôrrasjonen til slaktegrisane (M2B, vid) reduserte utleppa ytterlegare til 3,6 kg CO<sub>2</sub>-ekv pr kg slakt. Det blei ikkje gjort berekningar for M2 basert på kraftfôrkornfrå husdyrfrie gardarar, men dei øvrige resultatata indikerer at ein med dette ville fått noko lågare utlepp enn for M1A, men litt høgare enn for M1B. Ettersom berre om lag 30% av openakerareala i Norge vert tilført husdyrgjødsel (Gundersen & Heldal 2015) kan det være grunn til å legge størst vekt på resultatata basert på at kraftfôrkornet kom frå husdyrfrie gardar (M1A).



**Figur 5.1.** Globalt oppvarmingspotensial (GWP) pr kg slakt levert ved gardsgrinda frå to modellbruk (M1, M2) der slaktegrisen har vore fora med høvesvis ei standardkraftfôrblanding (M1) og med 10% heimeprodusert 10% heimeprodusert grassaft på tørrstoffbasis i tillegg til ei kraftfôrblanding med redusert innhald av soya (M2). Berekningsgrunnlaget har vore basert på vide eller smale systemgrenser, og at kornkraftfôret kjem frå husdyrfrie gardar (A) eller frå den respektive modellgarden (B).

Resultat frå LCA-studier av svineproduksjonen i andre vestlege land varierer frå 2,0 til 6,4 kg CO<sub>2</sub>-ekv per kg svineslakt (Nederland: Balkema et al. 2015; Rougoor et al., 2015, Storbritannia: Fry & Kingston 2009; Danmark: Leip et al. 2010; Nguye et al. 2011, Sverige: Cederberg et al. 2009). Alle dei refererte analysane er baserte på smale systemgrenser der verken produksjon av maskiner, hus og/eller andre innsatsfaktorar samt endringar i jorda sitt karboninnhald er teke omsyn til. Fleire av studiane gjeld dessutan spesialisert slaktegrisproduksjon der hald av purker og oppdrett av smågris ikkje er inkludert. Med tilsvarende låge systemgrenser for våre modellbruk kom den norske grisen ut med ein GWP på mellom 2,8 og 3,1 CO<sub>2</sub>-ekv pr kg slakt. Det kan gi indikasjonar på at norske svin er blant dei mest klimavenlege i Europa, noko som blant anna kan tilstrivast god helse og fruktbarheit og høg fôrutnytting hos norske griser. Med færre avvende smågris per purke, høgare dødelegheit og lågare tilvekst hos slaktegrisen enn det som er lagt til grunn i våre berekningar, ville GWP pr kg slakt blitt høgare. Dette er også faktorar som kan forklare noko av variasjonen i GWP pr kg slakt som er å finne i internasjonal litteratur.

Det er viktig å merke seg at resultatata for M2 byggjer på føresenader om at 1) tilveksten hjå slaktegrisene var upåverka av bruken av grassaft, 2) at det blei hausta ei årleg grasavling på 800 kg TS og 2) at bioraffineringa av gras ga eit utbytte på 30% saft på tørrstoffbasis og 3) at proteinkvaliteten av grassafta var på linje med kvaliteten av soya slik at tilveksten hjå slaktegrisane var den same som med tradisjonell fôring. I det norske feltforsøket som blei gjennomført på Stange i Hedemark i 2017 var saftutbyttet berre 20% og grisane som fekk grassaft vaks litt dårlegare enn dei som blei fôra med ei vanleg, konvensjonell kraftfôrblanding utan tilskott av grassaft (Adler et al. 2018). Langt i frå alle kan dessutan forvente ei årsavling med gras på 800 kg TS. Dersom vi hadde brukt resultatata frå feltstudien, og/eller ei lågare tørrstoffavling i berekningane, ville fordelene med å produsere og bruke grassaft blitt vesentleg mindre.



Det går tydelig fram av Figur 5.1 at produksjonen av fôr er den største/viktigaste bidragsposten til klimagassutsleppa (70-75%) som knyttast til produksjon av norske svinelakt. Enterisk metan og utslepp frå gjødselkjellar utgjer berre 12-15% av dei totale utsleppa. Til samanlikning utgjer denne posten nesten 50% av utsleppa knytte til produksjon av storfeslakt (Roer et al. 2013; Bakken et al. 2017). Bygningar, straum og flis bidreg med 15-18%, med råmaterial til fjøset som den viktigaste bidragsposten. I analysa med smale systemgrenser blei såleis denne denne posten marginal (Figur 5.1).

Estimat av årlege utslepp av klimagassar frå norsk svinekjøttproduksjon på nasjonalt nivå ved høvesvis «tradisjonell» fôring og med bruk av heimeavla korn og grassaft er vist i Tabell 5.2. Estimata byggjer på føresetnader om at verken areal eller mengd korn produsert med bruk av husdyrgjødsel er begrensande faktorar, at eitt svineslakt veg 80 kg og at det er vert produsert 1,6 mill slaktegris i Norge pr år.

**Tabell 5.2. Estimat av årlege utlepp av klimagassar frå norsk svinekjøttproduksjon på nasjonalt nivå ved alternative føresetnader for systemgrenser, bruk og produksjon av viktige fôrressursar.**

	GWP, tonn CO <sub>2</sub> -ekv. totalt for landet	
	Vide systemgrenser	Smale systemgrenser
Tradisjonell produksjon med bruk av norsk kraftfôrkorn produsert u/husdyrgjødsel	588 800	396 800
Tradisjonell produksjon med bruk av norsk kraftfôrkorn produsert m/svinegjødsel	486 400	371 200
Alternativ produksjon med bruk av grassaft og norsk kraftfôrkorn produsert m/svinegjødsel	460 800	358 400

I følge nasjonalt klimarekneskap (SSB 2017) er årlege utslepp frå norsk landbruk om lag 4,5 mill tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalentar. I prinsippet byggjer denne rekeneskapen på smale systemgrenser. Med utgangspunkt i berekningane basert på smale systemgrenser i våre livsløpsanalyser, bidreg norsk svinproduksjon med 8-9 % (0,39 av 4,5 mill tonn) av samla utslepp frå landbruket. Ved å erstatte soya i kraftfôret med grassaft og samtidig legge til grunn at alt norsk korn i svinefôrblendingane blir produsert med bruk av svinegjødsel og i omløp med gras, kan utsleppa frå norsk landbruk teoretisk/potensielt reduserast med ca 1 %-eining. Vi har ikkje vurdert andre tiltak som kan bidra til å redusere utsleppa i våre analyser.

### 5.1.2 Svinekjøtt

I litteraturen er somme tider klimaavtrykket oppgjeve pr kg beinfritt kjøtt, evt også pr kg feittfritt kjøtt. Med utgangspunkt utslepp pr kg slakt og omrekningsfaktorane 0,87 og 0,6 er GWP pr kg beinfritt kjøtt og for bein- og feittfritt kjøtt høvesvis, berekna for M1A, dvs Modellbruk 1 med kraftfôrkorn frå husdyrfrie gardar, med høvesvis vide og smale systemgrenser (Tabell 5.3).

**Tabell 5.3. Klimaavtrykket (GWP) pr kg beinfritt og bein- og feittfritt kjøtt.**

GWP, CO <sub>2</sub> -ekv pr kg	M1A, vid	M1A, smal
Beinfritt kjøtt	5,3	3,6
Bein og feittfritt kjøtt	7,6	4,8

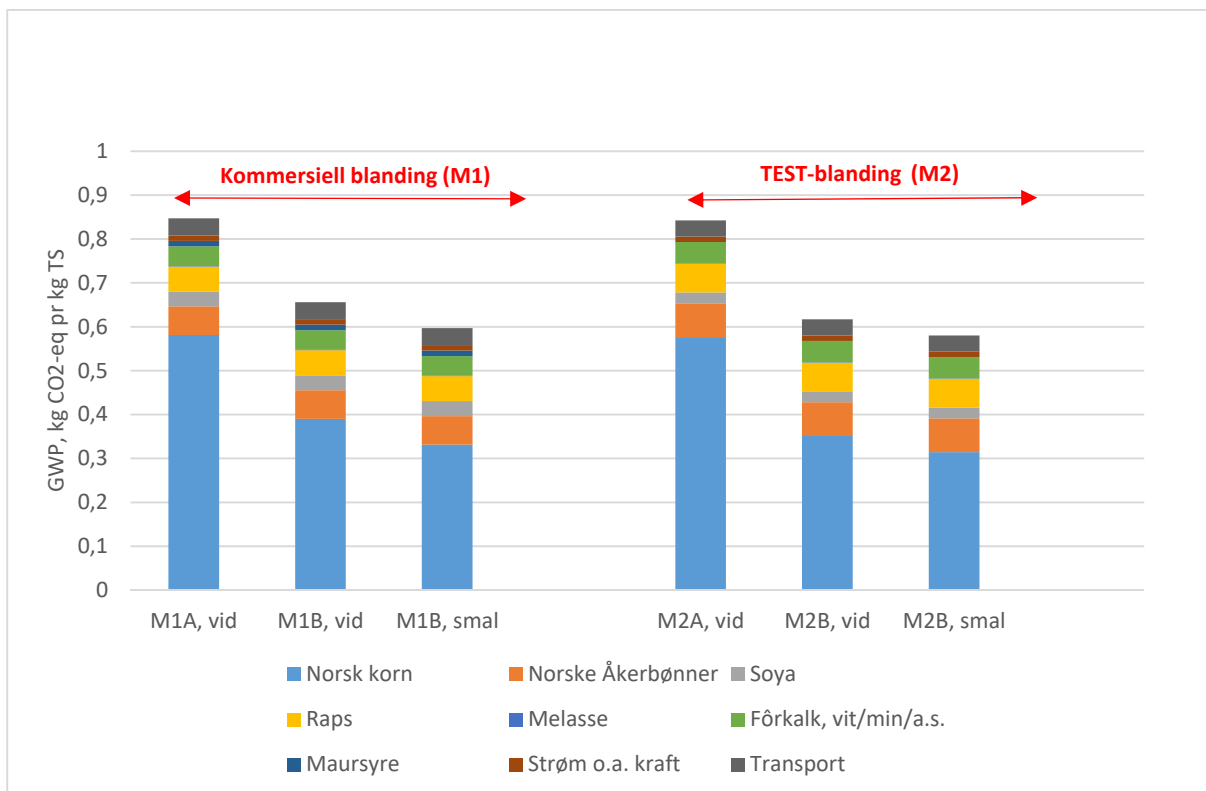
### 5.1.3 Kraftfôrblandinger, kraftfôrråvarer og grassaft

Slaktegrisane utgjorde den største dyregruppa og hadde det største fôrforbruket på dei modellerte kombinasjonsbruka. Det var også berre til slaktegrisane det blei brukt ulike kraftfôrblandingar på modellbruk M1 og M2. For slaktegrisfôret blei det også gjort berekningar basert på at kornet i Test-blandinga kom frå husdyrfrie gardar. Berekningane synte at det generelt var liten skilnad i klimagassutsleppa pr kg TS mellom den kommersielle blandinga og Test-blandinga (Figur 5.2). Forskjellen blei litt større når ein la til grunn av kraftfôrkornet var produsert på dei respektive modellgardane (M1B, M2B) enn når ein la til grunn at det norske kornet kom frå husdyrfrie gardar (M1A).

Norsk korn utgjorde %-vis den største andelen av råvarene i begge blandingane (Figur 5.2) og den viktigaste bidragsposten til GWP (55-70%) pr kg TS, medan klimautslepp frå importerte proteinråvarer utgjorde mellom 11-15% til samla GWP pr kg TS. Det må presiserast at i databasen vi nytta oss av (Ecoinvent), hadde brasiliansk soya lågare GWP (0,38 kg CO<sub>2</sub>-ekv pr kg) enn raps frå Baltikum (0,54 kg CO<sub>2</sub>-ekv pr kg). Resultatet vart følgeleg at det var liten vinst av å erstatte soya med raps slik det blei gjort for å få ei blanding tilpassa rasjonen med grassaft. Den brasilianske soyaen i Ecoinvent er ikkje belasta med klimagassutslepp knytt til avskoging og er slik sett representativ for råvaren som blir brukt av norsk kraftfôrindustri. Utan å ha avklart bakgrunnen for forskjellane er det verdt å nemne at amerikansk soya er oppgjeve med høgare GWP i Ecoinvent enn både brasiliansk soya og raps frå Baltikum. Ved å bruke verdien av amerikansk soya i staden for brasiliansk ville Test-blandinga kome meir fordelaktig ut, ettersom den inneheldt midre soya enn den kommersielle blandinga.

Berekningane er basert på eit arealveid, nasjonalt gjennomsnitt for norsk korn, og for åkerbønner i tidlegare norske LCA-analyser av husdyrfrie gardar (Korsaeth et al. 2014; Korsaeth & Roer 2016), samt berekningar for kornet som blei dyrka på modellgardane i denne studien (M1B, M2B). Det er brukt ulike analyseverktøy i dei tidlegare studiane og i denne studien. Ein skal derfor være forsiktig med å legge for mykje i samanlikninga av resultatata (Tabell 5.3). Likevel gir dei ein indikasjon på at klimaavtrykket for korn blir redusert ved å erstatte noko av mineralgjødsel med husdyrgjødsel (Stange utan husdyrgjødsel vs M1), og at det blir ytterlegare redusert når gras inngår i omløpet (M2). At klimaavtrykket for arealveid norsk korn (utan husdyrgjødsel) er betydeleg høgare enn det ein fann for modellbruket lokalisert på Stange, utan så vel som med husdyrgjødsel, skuldast i all hovudsak at avlingane i dei andre korndyrkingsområda (Østfold, Trøndelag) som inngår i gjennomsnittet er lågare enn på Stange (Korsaeth et al. 2014).

Av Tabell 5.4. går det elles fram at klimaavtrykket for ikkje-rafinert gras pr kg TS på M2 var lågare enn klimaavtrykket for kornet, medan klimaavtrykket for grassaft var høgare enn for korn. Sist men ikkje minst hadde den heimeproduserte grassafta også høgare klimaavtrykk (utrekna med smale systemgrenser) samanlikna med soya idet han blir skipa ut frå havna i Brasil. Det må understreka at GWP for høvesvis saft og pulp på M2 er påverka av prisforholdet mellom dei to produkta, der grassafta hadde høgast pris (same som importert soya).

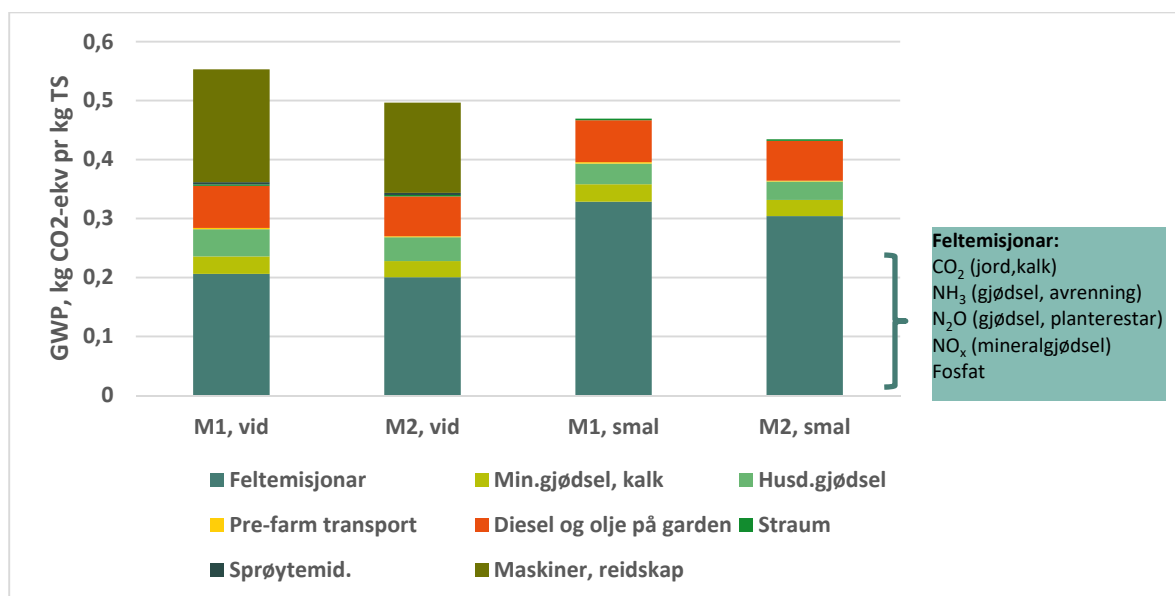


Figur 5.2. Globalt oppvarmingspotensial (GWP) pr kg TS for kommersielt slaktegrisfôr (Format Vekst 120) brukt på Modellgard 1 og testfôr komponert for bruk saman med grassaft på Modellbruk 2, og med ved høvesvis vide og smale systemgrenser.

Tabell 5.4. Globalt oppvarmingspotensial (GWP, CO<sub>2</sub>-ekv pr kg TS) av korn, gras og raffinerte grasprodukt produsert på to modellbruk (M1, M2) lokalisert på Stange, samt for eit husdyrfritt kornbruk på Stange og arealveid gjennomsnitt for Norge (Korsaeth et al. 2014), alt analysert med høvesvis vide og smale systemgrenser.

Systemgrense	Arealveid gjennomsnitt husdyrfrie gardar Norge (Korsaeth et al. 2014)		Stange utan husdyrgdjøsel (Korsaeth et al. 2014)		M1		M2	
	Vid	Smal	Vid	Smal	Vid	Smal	Vid	Smal
Bygg	0,86	0,56	0,63	0,47	0,55	0,47	0,49	0,44
Havre	0,76	0,49	0,60	0,44	0,56	0,47	0,52	0,46
Kveite	0,93	0,59	0,59	0,46	0,52	0,49	0,49	0,44
Gras							0,52	0,29
Juice							<b>0,88</b>	<b>0,46</b>
Pulp							0,49	0,29

Feltemisjonar (CO<sub>2</sub> frå jord og produksjon av kalk, N-utslepp frå gjødsel og jord) er den viktigaste bidragsposten til GWP for korn (om lag 40%), eksemplifisert med bygg i Figur 5.3. Produksjon av maskiner og reiskap bidreg med 30-35 % av dei totale utsleppa når utrekninga er baserte på vide systemgrenser. Ettersom ein ikkje tar omsyn til ei netto innlagring av C i jorda på begge modellbruka i utrekningane med smale systemgrenser, gir dette høgare feltemisjonar samanlikna med vide systemgrenser. Følgeleg blir heller ikkje reduksjonen totalt så stor som frådraget av maskiner og reiskap skulle tilsei.

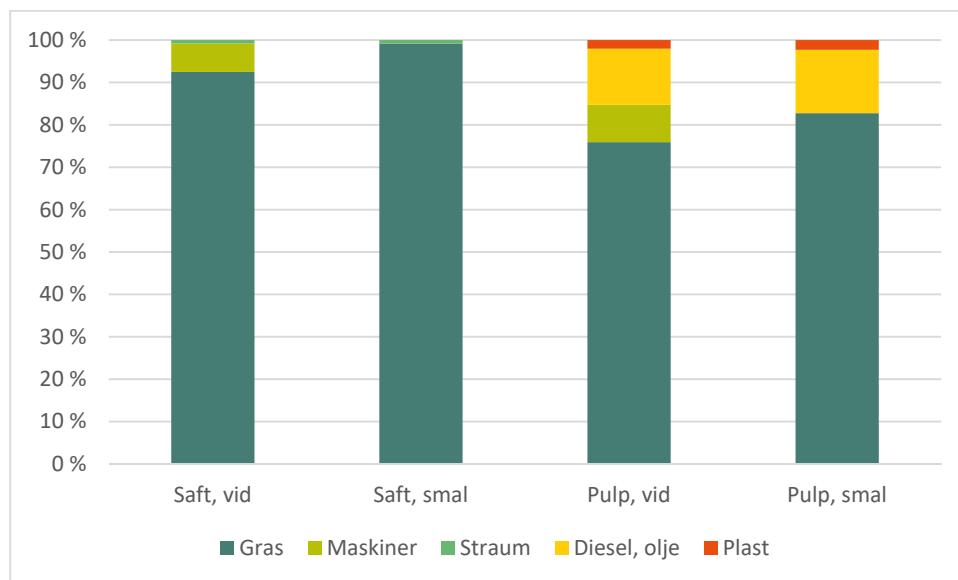


Figur 5.3. Globalt oppvarmingspotensial (GWP) for 1 kg bygg på tørrstoffbasis på Modellbruk 1 (M1) og Modellbruk 2 (M2), utrekna med høvesvis vide og smale systemgrenser.

Den viktigaste bidragsposten til GWP for grassaft og pulp var produksjonen av graset (Figur 5.4) der feltemisjonane bidrog med 40-50% og mineralgjødsel, kalk og såfrø med om lag 20% (resultat ikkje vist). Ved produksjon av pulp levert som rundballar ved gardsgrinda var det relative bidraget frå maskiner (rundballepresse + traktor) større enn ved produksjon av saft (skrupressa) og i tillegg kom også produksjon og forbruk av olje og diesel som ikkje blei belasta produksjonen av saft. Dersom vi også hadde teke med containerar til oppbevaring av safta fram til føring, samt våtføringsanlegget i fjøset ville posten med maskiner og reiskap blitt større og feltemisjonane relativt sett litt mindre, om enn fortsatt den viktigaste bidragsposten. I feltemisjonar inngår CO<sub>2</sub>-utslepp frå jord og produksjon av kalk, N-utslepp og avrenning frå jord og gjødsel, samt fosfat. God agronomi, optimal bruk/utnytting av gjødsel slik at ein får stort avlingsutbytte i forhold til innsatsfaktorane er den mest effektive måten å redusere feltemisjonane på. Sjølv om vi i denne studien la til grunn ei relativt stor årleg grasavling (800 kg pr da) i eit fire-slåttsystem med totalt 25 kg N, kan det nok være muleg å ta ut enda større avling i somme område. På den andre sida blei spreiring av husdyrgjødsel på Modellbruk 2 belasta kornet, med unntak av arealet der det blei sådd eng med bygg som dekkvekst. Dersom ein del av gjødsel t.d. hadde blitt brukt direkte på etablert eng, ville det gitt høgare feltemisjonar for graset og dermed også høgare GWP for både juice og pulp. Tilførselen av C til jorda frå husdyrgjødsel kom imidlertid også graset «til gode» i våre berekningar med vide systemgrenser.

Alt i alt ser det likevel ut til at det viktigaste bidraget produksjonen og utnytting av grassaft har ifh til å redusere klimagassutsleppa frå norsk landbruk, er reduksjonen av klimaavtrykket på norsk korn gitt at det blir dyrka i omløp med gras/eng. Studien omfattar ikkje analyser av kva som er «best» med tanke

på å redusere klimautsleppa frå norsk landbruk samla sett: å bruke enga til å produsere grovfôr til drøvtyggjarar åleine eller å nytte ho til å produsere både grassaft som fôr til gris og å nytte pulpen som fôr til drøvtyggjarar.



Figur 5.4. Relativ fordeling mellom ulike bidragspostar til globalt oppvarmingspotensial (GWP) for heimeprodusert grassaft og pulp på tørrstoffbasis på Modellbruk 2 (M2), ved høvesvis vide og smale systemgrenser.

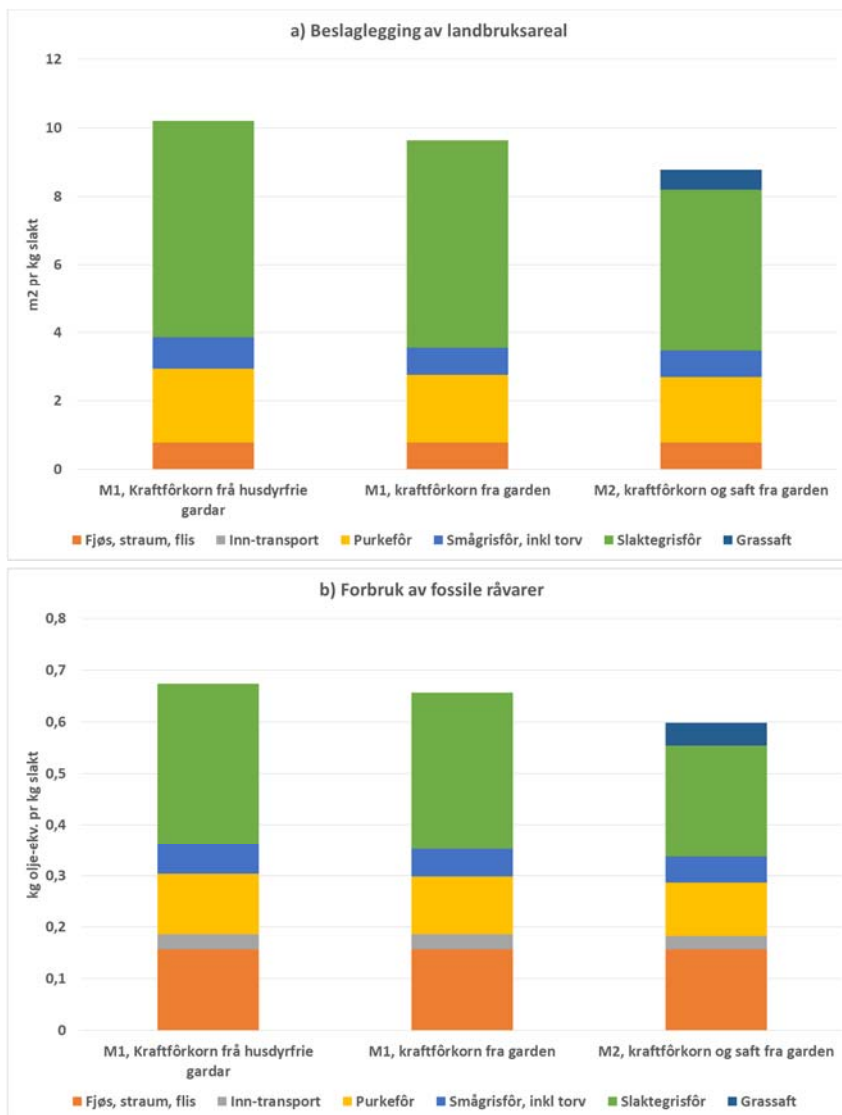
## 5.2 Andre miljøeffektar

I Figur 5.5 a,b,c,d,e viser resultat frå LCA-analyse med vide systemgrenser for fem andre miljøindikatorar pr kg svineslakt (a: beslaglegging av landbruksareal, b: forbruk av fossile råvarer, c: eutrofiering av ferskvatn, d: terrestrisk forsuring, og e: terrestrisk økotoksitet).

Resultata indikerer at det er litt meir arealeffektivt, og at det blir litt lågare forbruk av fossile råvarer, mindre terrestrisk forsuring og mindre økotoksitet pr kg slakt ved å bruke heimeprodusert grassaft som fôr til slaktegrisane samanlikna med tradisjonell fôring med ei kommersiell kraftfôrblending. Potensiell eutrofiering av ferskvatn ser derimot ikkje til å være vesentleg påverka av at grassaft inngår i fôrresjonen til grisane. Fôret er som for GWP, den viktigste bidragsposten også for dei nemnte indikatorane. Det er viktig å merke seg at forutsetningane som ligg til grunn for resultata også her er at norske kraftfôrkorner er produsert med bruk av husdyrgjødsel og med relativt høge kornavlingar slik dei typisk er på Stange, samt at grisane veks like godt når grassaft erstatter noko av den importerte soyaen i kraftfôret.

I alternativet med kraftfôrkorner frå husdyrfrie gardsbruk (lengst til venstre i alle fem figurar) har vi bruk arealveid gjennomsnittet for norsk korn i kraftfôret. Arealveide kornavlingar er mindre enn dei som blei lagt til grunn for Modellbruk 1 og 2, og er bakgrunnen for at dette alternativet kjem dårlegare ut enn alternativa med kraftfôrkorner frå modellbruka, både for beslaglegging av landbruksareal, forbruk av fossile råvarer og terrestrisk økotoksitet. Bruk av husdyrgjødsel ved dyrking av kornet som inngår i kraftfôrblendingane gir derimot høgare potensiell eutrofiering av ferskvatn og terrestrisk forsuring enn når kornet blir dyrka på husdyrfrie gardar med berre mineralgjødsel.

For alle indikatorar som er med i denne analysa er potensiell miljøbelastning mindre for svineslakt enn for storfeslakt (Roer et al. 2013; Bakken et al. 2017).



**Figur 5.5 a og b.** Beslaglegging av landbruksareal (a) og potensielt forbruk av fossile ressursar (b) pr kg svineslakt produsert på Modellgard 1 og 2 med kraftfôrkorn frå garden (M1, M2), samanlikna med produksjon på M1 når kraftfôrkornet kjem frå gjennomsnittlege, norske husdyrfrie korngardar. Resultata gjeld utrekningar basert på vide systemgrenser.

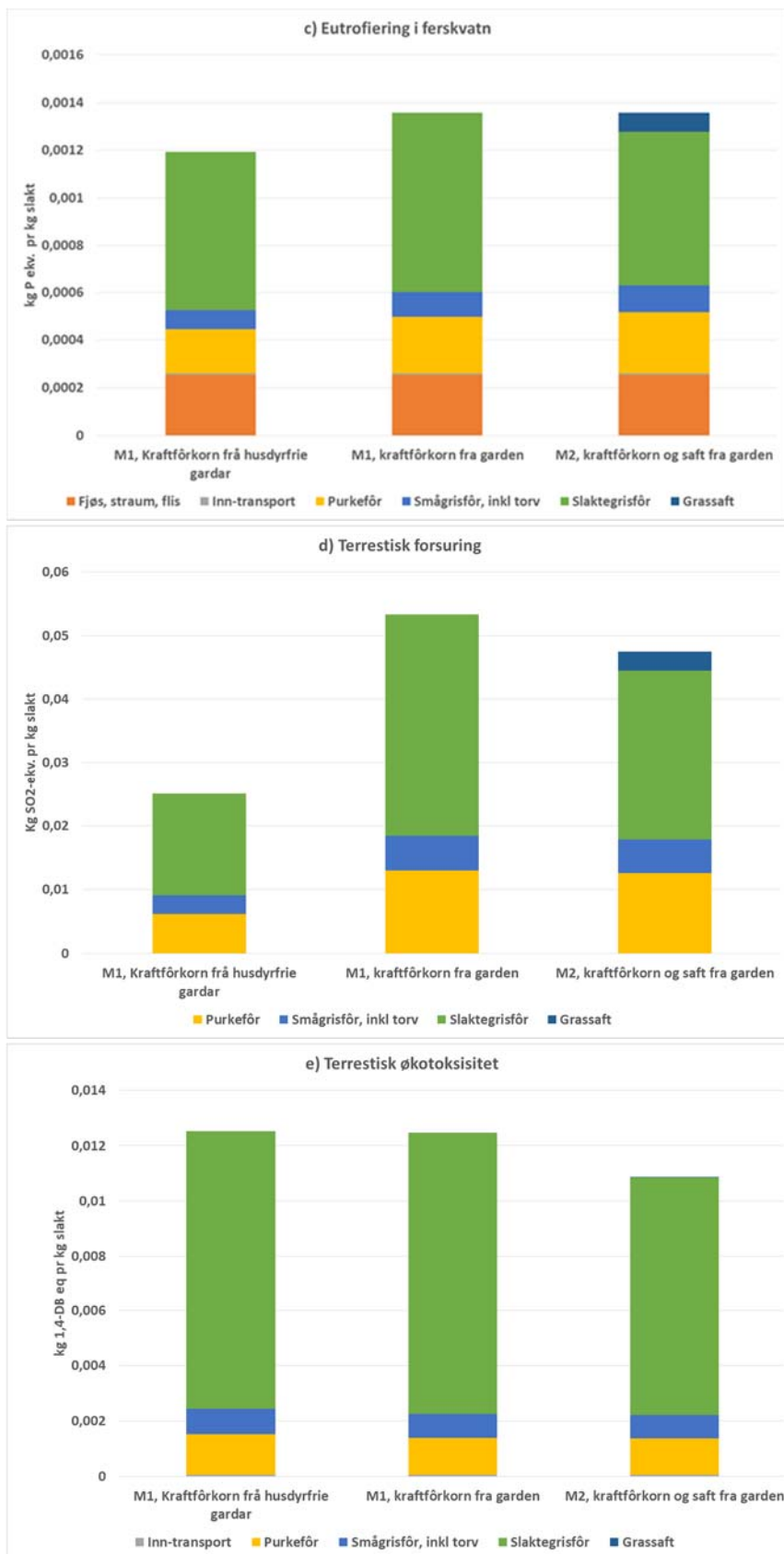


Figure 5.5 c, d and e. Potential for eutrophication of freshwater (c), terrestrial acidification (d) and terrestrial acid toxicity (e) per kg of pig slaughter produced on Modelgard 1 and 2 (M1, M2) with power feed from the garden, compared with production on M1 when the power feed comes from average, Norwegian animal-free farms. Results apply to extrapolations based on wide system boundaries.

# Litteratur

- Abrahamsen, S. 2011: Husdyrgjødsel til korn, referat fra møte. <http://viken.lr.no/fagartikler/8040/>, oppdatert 2015, lasta ned januar 2018.
- Adler, S., Johansen, A., Ingvaldstad, A.K., Eltun, R. & Gjerlaug-Enger, E.J.. 2018. Forages – a local protein source for growing pigs. Proceedings of the 9th Nordic Feed Science Conference, Uppsala - ---- 2018, xx-yy.
- Andrén, O. & Kärrer, T. 1997. ICM: The introductory carbon balance model for exploration of soil carbon balances. *Ecol. Appl.* 7(4): 1226-1236.
- Andrén, O., Kärrer, T. & Karlsson, T. 2004. ICBM regional model for estimations of dynamics of agricultural soil carbon pools. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 70 (2): 231–239.
- Alvseike, O.A., Kjos, A-K., Nafstad, O., Odden, H., Ruud, T.A., Saltnes, T. og Ytterdahl, M. 2017. Kjøttets tilstand. Status i norsk kjøtt- og eggproduksjon. Animalia, Norway, Rapport 2017, 132 s.
- Bakken, A.K., Daugstad, K., Johansen, A., Hjelkrem, A.G.R., Fystro, G., Strømman, A.H. & Korsaeht, A. 2017. Environmental impacts along intensity gradients in Norwegian dairy production as evaluated by life cycle assessments. *Agricultural Systems*, 158: 50-60.
- Balkema, A., Rougoor, C., Elferink, E. & Lap, T. 2015. LCA of Dutch Pork. Assessment of three pork production systems in the Netherlands. Global and local food assessment: a multidimensional performance-based approach, Glamur. Rapport, 54 s.
- Bechmann, M., Geisland, I. Riley, H. & Eggestad, H.O. 2012. Nitrogen losses from agricultural areas. A fraction of applied fertilizer and manure (FracLEACH). *Bioforsk Report*, 7(50):30.
- Bjerkan, A. 2010. Pløye eller harve ned husdyrgjødsel til korn? <https://trondelag.nlr.no/media/ring/1231/Nettutg%20%20pl%C3%B8ying%20og%20harving.pdf>. Nedlasta januar 2018.
- Cederberg, C., Sonesson, U., Henriksson, M., Sund, V., & Davis, J. 2009. Greenhouse gas emissions from Swedish production of meat, milk and eggs 1990 and 2005. SIK Report No 793, 96 s.
- Damborg, V.K., Krogh Jensen, S. og Weisbjerg, M.R. 2017. Value of pulp from green protein extraction of grass clover as forage for dairy cows. *Journal of Dairy Science* 100(Suppl. 2), 96
- Davis, J., Haglund, C., 1999. Life Cycle Inventory (LCI) of Fertilizer Production. Fertiliser Products Used in Sweden and Western Europe. SIK Report No. 654. Master Thesis. Calmars University of Technology.
- EMEP/EEA, 2009. EMEP/EEA Emission Inventory Guidebook 2009. Part B: Sectoral Guidance Chapters. <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-emission-inventory-guidebook-2009/part-b-sectoral-guidance-chapters>. Nedlasta Februar 2017.
- EFMA, 2000. Best Available Technique for Pollution Prevention and Control in the European Fertilizer Industry. <http://www.efma.org/subcontent.asp?id=6&sid=31&ssid=31>. (accessed 22.02.11).
- Felleskjøpet 2018. Mest norske råvarer. <https://www.felleskjopet.no/om-felleskjopet/barekraftig-landbruk-soya-og-palmeolje/mest-norske-ravarer/>. Nedlasta juni 2018.
- Gundersen, G.I. & Heldal, J. 2015. Bruk av gjødselressurser i jordbruket 2013. Metodebeskrivelse og resultater fra en utvalgsbasert undersøkelse. Statistisk Sentralbyrå. Rapporter/Reports 2015/24, 84 s.



- Goedkoop, M., Heijungs, R., Huijbregts, M., Schryver, A.D., Struijs, J., van Zelm, R. 2012. ReCiPe 2008. A life Cycle Impact Assessment Method Which Comprises Harmonised Category Indicators at the Midpoint and Endpoint Level. First edition. Report I Characterization. Januar 2009, 2011. <[www.lica-recipe.net](http://www.lica-recipe.net)> (accessed 14.02.11)
- Hauken M, Bechmann M, Stenrød M, Eggestad H-O & Deelstra, J., 2012. Erosjon og tap av næringsstoffer og plantevernmidler fra jordbruksdominerte nedbørfelt. Sammendragsrapport for overvåkingsperioden 1992-2011 fra Program for jord- og vannovervåking i landbruket (JOVA). Bioforsk Rapport 7 (78), 73 pp. (In Norwegian).
- Hedemarken Landbrukskontor 2014. Landbruket i Hamar, Løten og Stange Utviklingen fra 1999 – 2012. Hedemarken Landbrukskontor, rapport, 19 s. Heijungs, R., Guinée, J.B., Huppes, G., Lankreijer, R.M., Udo de Haes, H.A., Wegner Slesswijk, A., Ansen, A.M.M., Eggels, P.G., van Duin, R. & de Goede, H.P. 1992. Environmental Life Cycle Assessment of production. Guide and Backgrounds. Centre of Environmental Science (CML), LEIDUEN University, Leiden.
- Henriksen, T. og Korsæth, A. 2013. Inventory of Norwegian grain production. Data from three average- and three high yielding cereal farms located in the major grain producing areas of Norway. Bioforsk Rapport, 69(8), 52.
- Hermansen, J.E., Jørgensen, U., Lærke, P.E., Manevski, K., Boelt, B., Krogh Jensen, S., Weisbjerg, M.R., Dalsgaard, T.K., Danielsen, M., Asp, T., Amby-Jensen, M., Grøn Sørensen, C.A., Vestby Jensen, M., Gylling, M., Lindedam, J., Lübeck, M. og Fog, E. 2017. Green Biomass – protein production through bio-refining. DCA Report no. 093, February 2017, Aarhus University AU, DCA – Danish Centre for Food and Agriculture, 68 s.
- Houseman, R.A. & Coleman, J. 1976. The utilization of the products of green-crop fractionation by pigs and Ruminants. Proceedings from Nutritional Society (1976), 35, 213
- InGris 2012-2015, 2017. Årsstatistikk for 2012, 2013, 2014, 2015 og 2017. Rapporter fra Animalia og Norsvin. [www.animalia.no](http://www.animalia.no)
- IPCC, 2000. IPCC Special Report. Emission Scenarios. Special Report of IPCC Working Group III, 27 s.
- IPCC, 2006. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Vol 4. [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch).
- Karlengen, I.J., Svihus, B., Kjos, N.P. og Harstad, O.M. 2012. Husdyrgjødsel; oppdatering av mengder gjødsel og utskillelse av nitrogen, fosfor og kalium. Sluttrapport. Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap, Universitetet for miljø- og biovitenskap 17.12.2012, 106 s. (in Norwegian) (<http://www.kore.no/documents/2015/02/husdyrgjodsel-oppdatering-av-mengder-gjodsel-og-utskillelse-av-nitrogen-fosfor-og-kalium-sluttrapport-umb.pdf>).
- Fry, J. & Kingston, C. 2009. Life Cycle Assessment of Pork. AHDBMS Report August 2009, 26 s.
- Korsæth, A., Henriksen, T.M., Roer, A.-G., Strømman, A.H., 2014. Effects of regional variation in climate and SOC decay on global warming potential and eutrophication attributable to cereal production in Norway. Agricultural Systems 127: 9-18. DOI: 10.1016/j.agsy.2013.12.007.
- Korsæth, A., & Roer, A.-G., 2016. Livsløpsanalyse (LCA) av dyrking av erter og åkerbønner i Norge. NIBIO Rapport Vol 2, nr 117, 23 s.
- Krogh Jensen, S. 2017. Græsbasert proteinkoncentrat, fodereffektivitet, gyllekvallitet og dyresundhet Notat, DCA – Nationalt Center for Jordbrug og Fødevarer, 22. november 2017, 8 s.
- Landbruksdirektoratet 2018. Totalsalg av kraftfôr til husdyr i 2016. <file:///C:/Users/asjo/Downloads/Salg%20av%20kraftf%C3%B4r%202016%20-%20sammendrag.pdf>. Nedlasta januar 2018.

- Leip, A., Weiss, F., Wassenaar, T., Perez, I., Fellmann, T., Loudjani, P., Tubiello, F., Grandgirard, D., Monni, S., Biala, K., 2010. Evaluation of the livestock sector's contribution to the EU greenhouse gas emissions (GGELS) - final report. European Commission, Joint Research Centre.
- Li, Y., McLaughlin, N., 2006. Fuel Efficiency and Exhaust Emissions for Biodiesel Blends in an Agricultural Tractor. CSAE 05-067.
- Maesters, W. 2016. Protein fra norsk grass om erstatning for soyaprotein i svinefôr. Et regionalt kvalifiseringsprosjekt i 2016 om produksjon av protein fra gras-saft til grisefôr. Prosjektnummer 260306. Rapport NLR , uten nummerering, 46 s.
- NAEC, National Energy Foundation, 2010. <http://www.nef.org/greencompany/co2calculator.htm>. (Nedlasta 26.08.10).
- Nemecek, T., Heil, A., Huguenin, O., Meier, S., Erzinger, S., Blaser, S., Dux, D. & Zimmermann, A. 2004. Life Cycle Inventories of Agricultural Production Systems. FAL Reckenholz, FAT Taenikon, Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf.
- Nielsen, V. & Sørensen, C.G. 2010. «DRIFT» et program for beregning af arbejdskapacitet-arbejdsbudget-arbejdsprofil. Grønne marker: Driftstekniske analyser og modelsimuleringer. <[http://www.landbrugsinfo.dk/Itvaerktoejer/Maskiner-og-arbejde/Sider/Beregn\\_arbejdsbehovet\\_ved\\_markarbejde\\_me.aspx](http://www.landbrugsinfo.dk/Itvaerktoejer/Maskiner-og-arbejde/Sider/Beregn_arbejdsbehovet_ved_markarbejde_me.aspx)> (Dansk, Nedlasta 20.11.17).
- NIJOS 2010. <http://ngu.no/kart/arealisNGU/> . Nedlasta 14.09.2010.
- NILF 2009, 2010, 2011. 2012, 2013. Driftsgranskningene I jordbruket. <http://nilf.no/statistikk/Driftsgranskinger/NILF-Driftsgranskningene>
- Norsk Landbrukssamvirke 2018. Derfor importerer vi soya. [www.landbruk.no](http://www.landbruk.no), 16.2.2018.
- NVE 2012. Norges Vassdrags- og Energidirektorat. Avrenningsdata i perioden 1961-1990.
- NVI 2011. <[http://www.vetinst.no/nor/Nyheter/Lavt-forbruk-av-antibiotika-i-norsk-husdyrhold/\(language\)/nor-NO](http://www.vetinst.no/nor/Nyheter/Lavt-forbruk-av-antibiotika-i-norsk-husdyrhold/(language)/nor-NO) > .
- Ngyen, T.L.T., Hermansen, J.E. & Mogensen, L. 2011. Environmental Assessment of Danish Pork. REPORT NO. 103, April 2011. Aarhus University, Danmark, 28 s.
- Riley, H. & Bakkegard, M. 2006. Declines of soil organic matter content under arable cropping in southeast Norway. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil and Plant science* 56:217-223.
- Rinne, M., Jalava, T., Stefanski, T., Kuoppala, K., Timonen, P., Winqvist, E. & Siika-aho, M. 2018. Optimizing grass silage quality for green biorefineries. I: Sustainable meat and milk production from grasslands (Horan, B., Hennesy, D., O'Donovan, M., Kennedy, E., McCarthy, B., Finn, J.A. & O'Brien, B., editors) Proceedings of the 27<sup>th</sup> General Meeting of the European Grassland Federation, Cork, Ireland 17-21<sup>th</sup> June 2018, Wageningen Academic Publishers, 820-821.
- Roer, A.G., Korsæth, A., Henriksen, T.M., Michelsen, O. & Hammer, A.S. 2012. The influence of system boundaries on life cycle assessment of grain production in central southeast Norway. *Agricultural Systems* Volume 111, September 2012, Pages 75-84.
- Roer, A.G., Johansen, A., Bakken, A.K., Daugstad, K., Fystro, G. & Strømman, A.H. 2013. Environmental impacts of combined milk and meat production in Norway according to a life cycle assessment with expanded system boundaries. *Livestock Science*, Volume 155, Issues 2-3, Pages 384-396
- Solati, Z., Jørgensen, U., Eriksen, J. & Søegraard, K. 2017. Dry matter yield, chemical composition and estimated extractable protein of legume and grass species during the spring growth. *J Sci Food Agric* 2017; 97: 3958-3966.

SSB 2014. Statistics Norway. The Norwegian Emission Inventory 2014 (*Trond Sandmo, ed.*). Documentation of methodologies for estimating emissions of greenhouse gases and long-range transboundary air pollutants. Notater/Documents 2014/35, 274 s.

SSB 2017. Statistics Norway. Utslipp av Klimagasser. <https://www.ssb.no/klimagassn/>

SSB 2018, Statistics Norway <https://www.ssb.no/energi-og-industri/artikler-og-publikasjoner/stromprisen-avhengig-av-hvor-man-bor>, (nedlasta 10.12.2017).

Sæterbakk, I.J. 2014. Svært lågt nivå av antibiotikaresistens i norske svinebesetninger. [www.bondelaget.no](http://www.bondelaget.no), Nyhetsarkiv 1.7.2014. (<http://www.fhi.no/artikler/?id=111478>, <http://www.bondelaget.no/nyhetsarkiv/svart-lagt-niva-av-antibiotikaresistens-i-norske-svinebesetninger-article78580-3805.html>).

Yara 2011.

[http://www.yara.no/sustainability/climate/agriculture\\_and\\_climate/optimizing\\_fertilizer\\_production/index.aspx](http://www.yara.no/sustainability/climate/agriculture_and_climate/optimizing_fertilizer_production/index.aspx) >(nedlasta 22.02.11)

# Vedlegg

Dei følgande tabellane (A-F) gir bakgrunnsopplysningar knytt til inventeringa av modellbruka.

**Tabell A. Mengd gjødsel (gjødsel+urin), N og P utskilt frå dyra, mengd disponibel blautgjødsel (gjødsel, urin, vatn, strø) for bruk i planteproduksjonen på Modellbruk 1 og 2, samt innhald av N og P i blautgjødsla. Avrunda tal.**

	Tal dyr	Gjødsel+urin Kg TS	Gødsel+urin Kg	Kg N	Kg P
Purker	40	9 280	183 293	975	179
Smågris	968	4 511	73 703	413	54
Slaktegris	905	29 370	460 506	2 896	408
Ungpurker	29	2 691	42 269	284	47
<b>Gjødsel frå dyra totalt (6,3% TS)</b>		<b>45 852</b>	<b>759 772</b>	<b>4 568</b>	<b>687</b>
Vatn, kg			300 000		
Strø (20% Ts), kg			15 000	30	5
				Kg N	Kg P tonn <sup>-1</sup>
			Kg	tonn <sup>-1</sup>	
Disponibel blautgjødsel (gjødsel+strø+vatn) à 4,55% TS			1 074 772	4,28	0,64

**Tabell B. Relativ andel av ulike ingrediensar og opphavslanda for desse ingrediensane i svinefôrblendingane på Modellbruk 1 og 2 (M1, M2).**

Ingrediensar	Opphavsland	Purkefôr, M1 og M2	Smågrisfôr, M1 og M2	Slaktegrisfôr	
				Kommersiell M1	Test M2
Kveite, kveitekli	Norge	0,22	0,45		
Bygg	Norge	0,28	0,19	0,44	0,40
Havre	Norge	0,21	0,05	0,25	0,28
Åkerbønner	Norge			0,07	0,08
Soyamjøl	Brasil	0,10	0,09	0,08	0,06
Raps(kake)mjøl	Baltikum		0,01	0,09	0,10
Maisgluten, maisgrits	Kina	0,02	0,04		
Melasse	Baltikum/Polen	0,02	0,01	0,01	0,01
Ensil 1*	Kina			0,005	
Salt, kalk, vit., min., aminosyrer		0,05	0,06	0,025	0,04
Anna**	Norge	0,10	0,10	0,03	0,03

\*) Maursyrebasert konserveringsmiddel for høg fôrutnytting og vekst. Ikkje tilsett i Test-blandinga til slaktegrisen, ettersom det blei tilsett maursyre i grassafta på Modellbruk 2.

\*\*) Anna: Roesnitter, fiskemjøl, fiskeensilasje, D-feitt. Desse ingrediensane blei ikkje funne i databasen (Ecoinvent) og deires samla relative andel blei fordelt på dei andre ingrediensane slik at summen blei 1 (100%) i LCA-analyse.

**Tabell C. Arbeidskapasitet, vekt og levetid på maskiner og reiskap til planteproduksjon, Modellbruk 1 og 2.**

<b>Maskiner og reiskap</b>	<b>«Storleik»</b>	<b>Vekt, kg</b>	<b>Venta levetid (år)</b>	<b>Modellbruk</b>
Ny traktor	90 kW	5 300	15	M1, M2
Eldre traktor	60 kW	4 800	15	M1, M2
Gamal traktor	45 kW	3 800	15	M1, M2
Skurtreske	95 kW, 3,6 m	7 000	15	M1, M2
Vendeplog	4-skjærs	1 360	12	M1, M2
Slådd	4 m	1 400	20	M1, M2
Lesseapparat		350	12	M1, M2
Steinsamlar	3 m	350	12	M1, M2
Radsåmaskin (Rapid)	3 m	4 000	10	M1, M2
Trommel	4 m	1700	20	M1, M2
Sprøyte		200	12	M1, M2
Mineralgjødselspreiar	10 m	200	10	M1, M2
Tilhengar		2 000	15	M1, M2
Gjødseltankvogn m/platespreiar	10 m <sup>3</sup> , 12 m	1 000	12	M1, M2
Gjødselblandar		200	12	M1, M2
Gjødselpumpe		500	12	M1, M2
Slåmaskin <sup>1)</sup>	2.8 m	1 500	12	M2, gras
Lessevogn med snitteaggregat	43 m <sup>3</sup>	4 000	12	M2, gras
Skrupresse <sup>1)</sup>		4 000	10	M2, grassaft
Transportband <sup>2)</sup>	2 stk, 3 m	1000	10	M2 grassaft, pulp
Orkel MP Compactor 2000 <sup>1)</sup>		7 800	10	M2, pulp
Rundballeklype <sup>1)</sup>		140	12	M2, Pulp
Balleløfter <sup>1)</sup>		160	12	M2, Pulp

1)Utstyr delt med **tre andre** gardbrukarar. 2) Konstruksjon av 80% stål-20% gummi

Utslepp knytte til reidskap og maskiner blei belasta korn og gras i høve til arealfordeling/bruk.

Tabell D. Diesel til produksjon og innhausting av korn, Modellbruk 1 og 2.

Diesel til korn	Traktor (kW)	Arbeids- kraftbehov <sup>1</sup> (L t <sup>-1</sup> kW <sup>-1</sup> )	Tidsbruk (t daa <sup>-1</sup> )	Arbeids- kraftbehov Relatert transport (L t <sup>-1</sup> kW <sup>-1</sup> )	Tidsbruk relatert køyring (t daa <sup>-1</sup> )	Diesel (L daa <sup>-1</sup> )	Areal daa
Kjemisk brakking <sup>2</sup>	60	0,12	0,028	0,12	0,002	0,215	305
Gjødsling, organisk	90	0,19	0,073	0,16	0,023	1,583	305
Røring	90	0,25	0,033			0,743	305
Pløying	90	0,19	0,124	0,12	0,002	2,140	305
Slådding	90	0,19	0,045	0,12	0,001	0,780	305
Steinplukking <sup>3</sup>	90	0,12	0,020	0,12	0,001	0,227	305
Kalking <sup>3</sup>	120	0,12	0,029			0,418	305
Såing og gjødsling, uorganisk	90	0,12	0,078	0,12	0,001	0,853	305
Delgjødsling kveite	60	0,12	0,023	0,12	0,001	0,173	85
Sprøyting Bygg <sup>4</sup>	60	0,12	0,028	0,12	0,002	0,215	190
Sprøyting kveite <sup>4</sup>	60	0,12	0,028	0,12	0,002	0,215	85
Sprøyting havre <sup>4</sup>	60	0,12	0,028	0,12	0,002	0,215	30
Tromling	45	0,12	0,044	0,12	0,001	0,243	305
Tresking av bygg	95	0,19	0,090			1,625	190
Tresking av kveite	95	0,19	0,103			1,859	85
Tresking av havre	95	0,19	0,113			2,040	30
Kjøring korn bygg	90	0,12	0,006			0,067	190
Kjøring korn kveite	90	0,12	0,005			0,056	85
Kjøring korn havre	90	0,12	0,006			0,063	30

1) Forkortingar: t=timer, L=liter

2) Kjemisk brakking blir utført kvart tredje år. Arbeidstida blir derfor dividert med 3

3) Kalking blir utført kvart åttande år. Arbeidstida blir derfor dividert med 8.

4) I bygg og kveite blir det sprøyt 2 gonger kvart år, i havre blir det sprøyt ein gong kvar år og ein gong anna kvart år. For bygg og kveite blir derfor arbeidstida multiplisert med 2, for havre 1,5.

**Tabell E. Forbruk av diesel til produksjon og innhausting av gras (1.-3.års) levert ved fjøs på Modellbruk 2**

	Traktor (kW)	Diesel <sup>1</sup>		Kjørefart	Timer	Diesel	Areal
		(L t <sup>-1</sup> kW <sup>-1</sup> )	(L t <sup>-1</sup> )	(km t <sup>-1</sup> )	(t daa <sup>-1</sup> )	(L daa <sup>-1</sup> )	daa
<i>Prosessar frå etablert grasdekke til hausteklar avling</i>							
Mineralgjødse 1	90	0,12	10,80	10	0,016	0,173	160
Relatert transport	90	0,12	10,80	15	0,01	0,108	160
Mineralgjødse 2	90	0,12	10,80	10	0,016	0,173	160
Relatert transport	90	0,12	10,80	15	0,01	0,108	160
Mineralgjødse 3	90	0,12	10,80	10	0,016	0,173	160
Relatert transport	90	0,12	10,80	15	0,01	0,108	160
Mineralgjødse 4	90	0,12	10,80	10	0,016	0,173	160
Relatert transport	90	0,12	10,80	15	0,01	0,108	160
sowing	60	0,12	7,2		0,055	0,396	40
Relatert transport	60	0,12	7,2		0,01	0,072	40
<i>Prosessar fra hausteklar avling til innhausta materiale levert raffineri</i>							
Slått	90	0,19	17,10	12	0,043	0,735	160
Relatert transport	90	0,12	10,80	15	0,01	0,108	160
Høsting (lessevogn m/kutteaggr)	90	0,19	17,10	12	0,082	1,402	160
Relatert transport	90	0,16	14,4	15	0,01	0,144	160

1) Forkortingar: L=liter, t=timer

**Tabell F. Forbruk av diesel (L t<sup>-1</sup> = liter per time) til produksjon av rundballar med pulp levert ved gardsgrinda for salg. Modellbruk 2.**

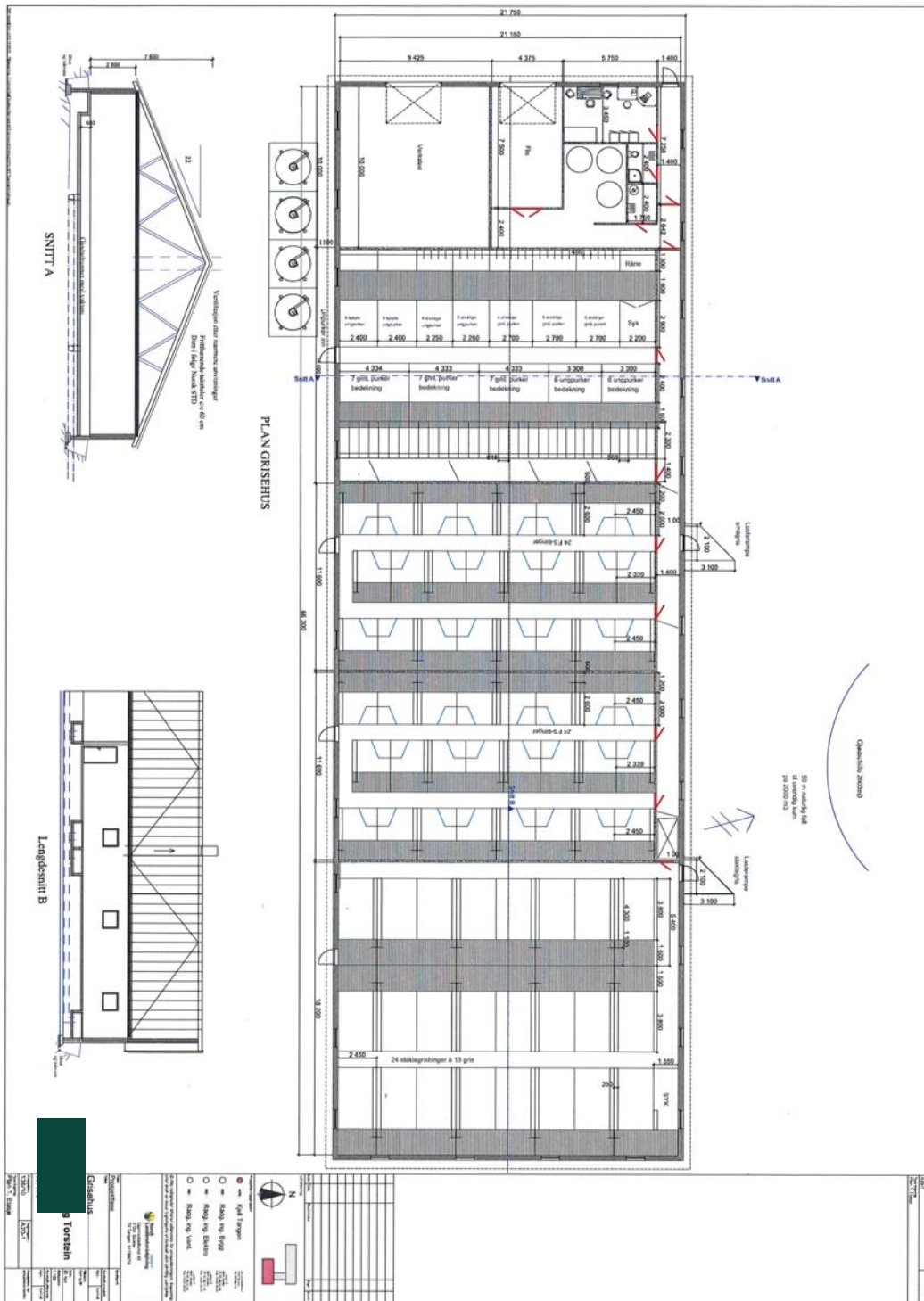
	Traktor (kW)	Forbruk	Diesel	Kjørefart	Timer	Diesel	Ant baller
		L h <sup>-1</sup> kW <sup>-1</sup>	L t <sup>-1</sup>	km t <sup>-1</sup>	t ball <sup>-1</sup>	L ball <sup>-1</sup>	
<i>Prosesser fra raffineri til ferdig konservert pulp levert v/gardsgrinda</i>							
Rundballepressing	90	0,22	19,80		0,15	2,97	200
Transport, fjøs- gardsgrind	90	0,16	14,40		0,07	1,008	200

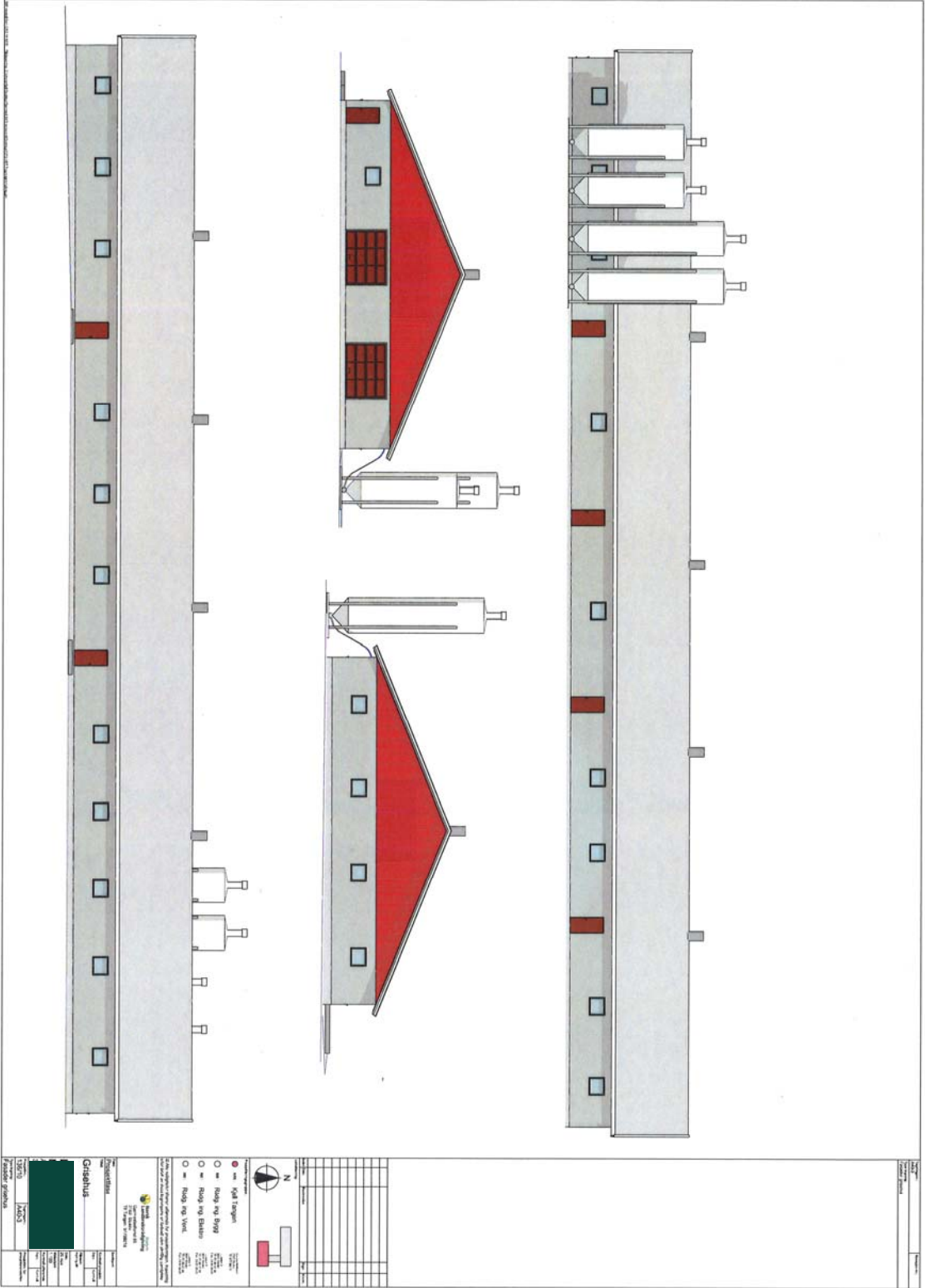
**Tabell G. Befordringsmiddel og avstand (ein veg) for leveranse av innsatsfaktorar og tenester til garden.**

<b>Produkt</b>	<b>Befordring</b>	<b>Avstand, ein veg (km)</b>	<b>Tal turar</b>
<i>Gjødsel og kalk:</i>			
OPTI-NS	Båt	800	1
OPTI-NS	Lastebil	125	1
NPK	Båt	1 700	1
NPK	Lastebil	125	1
Frø/såkorn	Lastebil	100	1
sprøytemidler	personbil	30	1
Kalk	Traktor	30	1/8
Sagflis	Lastebil	10	5
Kraftfôr	Trailer	5	23
Veterinærtjenester	Bil	5	52



**Planteikning for fjøs til ei kombinert svinebesetning. Fjøset har utandørs gjødselkum som ikkje er med på teikninga.**





<b>Nøkkelord:</b>	Grasprotein, husdyrgjødsel, klimagassutslipp, korn, kraftfôr, LCA, svinekjøtt
<b>Key words:</b>	Cereal production, concentrate mixture, global warming potential, grass juice, grass protein, life cycle assessment, pork, slurry
<b>Andre aktuelle publikasjoner fra prosjekt:</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.