



Trøndelag Forskning og Utvikling

Trøndelag R & D Institute

Landbruket i Trøndelag som energikonsument- og produsent



Ane Marte Andersson og Roald Sand

TFoU-rapport 2018:15

Tittel : Landbruket i Trøndelag som energiprodusent- og konsument

Forfatter(e) : Ane Marte Andersson og Roald Sand

TFoU-rapport : 2018:15

ISBN : 978-82-7732-279-7

ISSN : 0809-9642

Prosjektnummer : 2928

Oppdragsgiver : Mære Landbruksskole

Kontaktperson : Tove Irene Hatling Jystad

Oppdragsstørrelse : Kr 100.000,-

Forsidebilde : Mære landbruksskole (Offentlig foto).

Prosjektleder : Roald Sand

Medarbeider(e) : Ane Marte Andersson

Sammendrag : Rapporten viser energibruk innen sentrale driftsformer innen jordbruket i Trøndelag samt potensialet for produksjon av energibærere.

Emneord : Energi, jordbruk, Trøndelag, melk, gris, kylling, egg, trevirke, skog.

Dato : August 2018

Antall sider : 28

Status : Offentlig

Utgiver : Trøndelag Forskning og Utvikling AS
Postboks 2501, 7729 STEINKJER
Telefon 74 13 46 60

FORORD

Denne oppdragsrapporten for Mære landbruksskole handler om landbruket som konsument og produsent av energi. Kontaktperson hos oppdragsgiver har vært Tove Hatling Jystad.

Oppdraget hadde en ramme på kr 100.000. Ane Marte Andersson har gjennomført det meste av kartlegginger og analyser, mens Roald Sand har hatt ansvar for prosjektledelse og kvalitetssikring.

Vi takker for samarbeidet for denne gang og håper rapporten bidrar til videreutvikling av landbruket.

Etter presentasjon av rapporten på Mære den 12.6.2019, har vi gått gjennom rapporten og rettet enkelte skrivefeil og gjort det noe mer tydelig hva potensialet i energiproduksjon kan være.

Steinkjer, juni 2019

Roald Sand, prosjektleder

INNHold

	side
FORORD	i
INNHold	ii
SAMMENDRAG	iii
1. Innledning	1
1.1 Produksjon og struktur i trøndersk landbruk	1
1.2 CO2-utslipp	1
2. Energibruk i ulike produksjoner	2
2.1 Energibruk i melkeproduksjon	2
2.2 Energibruk i svineproduksjon	3
2.3 Energibruk i kyllingproduksjon	5
2.4 Energibruk i eggproduksjon	7
2.5 Samlet energibruk og tilhørende CO2-utslipp	8
3. Energiproduksjon	9
3.1 Elektrisk kraft	9
3.2 Biodrivstoff	10
3.3 Biovarme og gårdsvarmeanlegg	12
3.4 Samlet potensiale for energiproduksjon	14
3.5 Videre arbeid	14
Litteraturliste	15
Vedlegg A CO2-utslipp fra elektrisitet	17
Vedlegg B Energibruk i melkeproduksjon	17
Vedlegg C Energibruk i svineproduksjon	19
Vedlegg D Energibruk i kyllingproduksjon	20
Vedlegg E Biogasspotensiale i husdyrgjødsel	22

SAMMENDRAG

Denne rapporten studerer først energibruk i produksjon av melk, gris, kylling og egg i Trøndelag. Videre estimerer vi hvilke klimagassutslipp energibruken i jordbruket i Trøndelag medfører. Deretter gir rapporten et oversiktsbilde over hvilke energibærere landbruket i Trøndelag kan levere og hva potensialet til disse er.

Melkegårder bruker i hovedsak elektrisitet og diesel som energibærere i sin produksjon. Produksjonen bærer preg av mye utstyr som krever elektrisitet og lite oppvarmingsbehov. Svineholdet derimot krever både elektrisitet til utstyr og har stort varmebehov. Kylling er produksjonsformen som i størst grad bruker fossile kilder til oppvarming. Elektrisitetsbehovet er begrenset i likhet med dieselbehovet. Eggproduksjon krever oppvarming mens høna fortsatt er i vekstfase, men deretter krever den lite energi. Tabellen under oppsummerer forbruket av elektrisitet, varme og diesel i melk-, gris-, kylling-, og eggproduksjon i Trøndelag, samt CO₂-utslippene dette medfører om vi legger til grunn norsk produksjonsmiks. Om vi i stedet legger til grunn forbruksmiks ut fra strømsalg med ukjent opprinnelse, blir de kalkuleerte CO₂-utslippene over dobbelt så høye.

Type bruk	Elektrisitet, GWh	Varme, GWh	Diesel, GWh	Sum energi, GWh	CO ₂ -utslipp, tonn
Melk	82,6	0,0	72,7	155,3	22 708
Smågris	6,2	13,6	6,9	41,0	2 423
Slaktegris	10,8	3,5			
Slaktekylling	4,2	37,7	2,7	41,9	8 428
Egg	2,5	0,5	0,0	3,0	50
SUM	106,1	55,3	82,3	241,2	33 609

Potensialet til konvertering av energikilde for å redusere CO₂-avtrykk ligger i hovedsak i oppvarming av kyllingfjøs, grisfjøs og erstatning av diesel. Kyllingfjøs er blant de største forbrukerne av energi og som bruker mest fossile energikilder i sin produksjon i dag. Dieselforbruket bidrar også til høye utslipp i sektoren.

I 2016 utgjorde utslipp fra jordbruket i Norge 4,5 millioner tonn CO₂ (klimastatus.no). Trøndelag innehar 16 % av jordbruksarealet som er i drift i Norge. Tar vi som utgangspunkt at Trøndelag står for proporsjonal andel av utslippene utgjør dette 724 500 tonn CO₂-ekvivalenter. Energiforsyningen innen de utvalgte produksjonene står for utslipp tilsvarende 33,6 tusen tonn CO₂, og dette utgjør 4,6 % av trønderske CO₂-utslipp fra jordbruket.

Landbruket har mulighet til å produsere energibærere både fra jordbruket og skogbruket. Denne rapporten har studert mulighetene til produksjon av elektrisk kraft, bioetanol, biodiesel, biogass og biovarme. Resultatene er oppsummert i tabellen under.

Landbruket i Trøndelag har potensiale til å levere hele 1900 GWh energi, inkludert rundt 300 GWh biovarme basert på trevirke i dag. Det leveres også noe innen biogass, biovarme fra halm og elektrisk kraft fra solcelle i dag, men omfanget er ukjent.

Energibærer	Mengde	Enhet
Elektrisk kraft, moderat til full utbygging solcelle 38 % av behov	13-40	GWh
Biogass (20 % - 30 % av potensialet)	86-129	GWh
Biovarme fra halm (1-100 % av potensialet)	4-432	GWh
Biovarme fra trevirke (300 GWh i dag, inkl. 13 GWh Gårdsvarme)	347-1300	GWh
SUM	450-1901	GWh

Det er ikke gjort økonomiske analyser av lønnsomheten i en eventuell realisering av energipotensialet. Utviklingen de siste årene antyder størst potensiale innen biogass, elektrisk kraft samt biovarme for gårder med stort behov for oppvarming innen svine- og kyllingproduksjon eller andre lokale oppvarmingsbehov.

1. INNLEDNING

Denne rapporten beskriver energibruk i melk-, gris-, kylling- og eggproduksjon i Trøndelag. Deretter ser vi på hvilke energibærere landbruket i Trøndelag kan produsere, med unntak for gjenvinning av varme og kraftproduksjon basert på vind- og vann.

1.1 Produksjon og struktur i trøndersk landbruk

Det finnes 20 481 landbrukseiendommer i Trøndelag. Av disse er 18 969 av eiendommene bebygde og 14 138 var bebodd i 2017. I 2017 bodde det 454 596 mennesker i Trøndelag, og 50 209 dem bodde på en landbrukseiendom (SSB 2017). Hvordan landbrukseiendommene drives og forvaltes er svært varierende. Om lag 5800 foretak drifter jordbruksarealet i Trøndelag som søkere om produksjonstilskudd i 2017, mens det innen annen type skog- og utmarksareal er betydelige flere foretak som står bak drift og forvaltning.

Trøndelag har et rikt landbruk med produksjon av melk, storfe, smågris, slaktegris, kylling, verpehøner, sau, geiter, hest, alpukka, ender, kalkun, gjess, hjort, kanin, lama, rev og mink i tillegg til frukt, grønnsaker og korn. Knutsen et al. (2017) gir en nærmere oversikt over status og utviklingstrekk i landbruksproduksjon og landbruksbaserte virksomheter i Trøndelagsregionen.

I denne rapporten fokuserer vi på energiforbruket knyttet til de mest energiintensive produksjonene som er melk, gris, kylling og egg. Veksthusnæringen er også energikrevende, men denne næringen er ikke dominerende i Trøndelag. De ulike produksjonsformene krever ulike energibærere og

Enhet	Tilsvarende
1 liter diesel	10,1 kWh
1 MWh	1000 kWh
1 GWh	1000 MWh
1 TWh	1000 GWh

mengde energi. I det følgende vil vi se nærmere på hvilke energibærere melkeproduksjon, griseproduksjon og kyllingproduksjon bruker, hvor mye de bruker av energi og hva dette betyr for CO₂-utslippet fra landbruket.

1.2 CO₂-utslipp

Noen energibærere gir CO₂-utslipp i det de anvendes mens andre har ingen CO₂-utslipp i bruk men i produksjon av energibæreren. For CO₂-utslipp knyttet til bruk av elektrisitet kan man legge til grunn to ulike tilnærminger. Dette inkluderer (1) CO₂-utslipp basert på sammensetning av produksjonsteknologier for elektrisitet i Norge og (2) varedeklarasjon av elektrisitet i Norge. Basert på NVE (2017) antas CO₂-utslipp knyttet til norsk produksjonsmiks å være 16,4 gCO₂e/kWh. For CO₂-utslipp basert på varedeklarasjon tar man utgangspunkt i at 19 % av befolkningen kjøper opprinnelsesgarantier for strøm og de resterende 81 % har utslipp ihht. europeisk mikse i kraftproduksjonen. Denne tilnærmingen gir 531 gram CO₂e per kWh. For nærmere

beskrivelser av varedeklarasjon og CO₂-utslipp fra elektrisitetsproduksjon, se Vedlegg A. I det følgende tar vi utgangspunkt i produksjonsmiksberegning av CO₂-utslipp fra elektrisitet. For utslipp knyttet til propan, fyringsolje, flis og pellets tar vi utgangspunkt i Fjernvarmeforeningens beregninger for utslipp (Løseth 2011) og for utslipp knyttet til diesel tar vi utgangspunkt i Maskinentreprenørenes forbund (MEF 2014) sine antagelser. Samlet blir forutsetningene som oppgitt i Tabell 1.

Tabell 1: CO₂-utslipp fra ulike energibærere.

Produksjon	Utslipp	
Elektrisitet ihht. produksjonsmiksberegning	16,4	gCO ₂ e/kWh
Elektrisitet ihht. varedeklarasjon	531	gCO ₂ e/kWh
Propan	243	gCO ₂ e/kWh
Fyringsolje	289	gCO ₂ e/kWh
Flis	18	gCO ₂ e/kWh
Pellets	19	gCO ₂ e/kWh
Diesel	267	gCO ₂ e/kWh

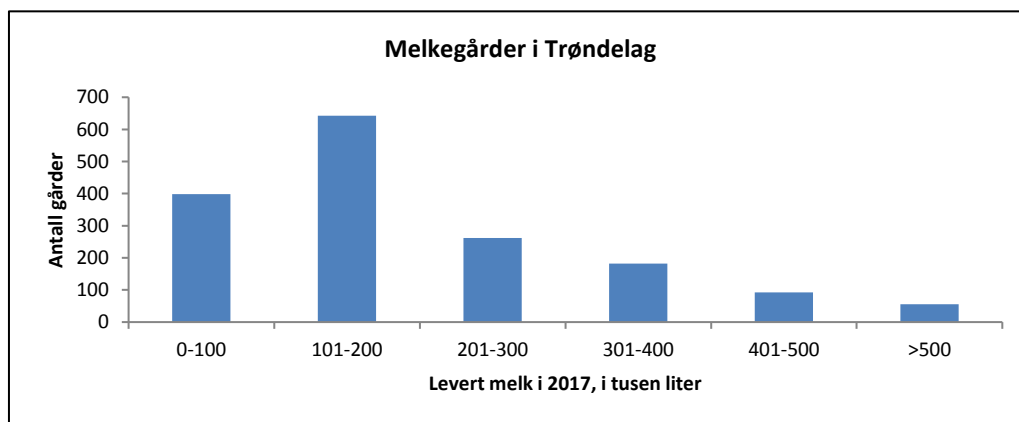
2. ENERGIBRUK I ULIKE PRODUKSJONER

I det følgende ser vi nærmere på energibruk i produksjon av melk, gris, kylling og egg.

2.1 Energibruk i melkeproduksjon

I Trøndelag blir det årlig produsert mellom 320 og 330 millioner liter melk og dette tilsvarer 21 % av melken produsert i Norge (Landbruksdirektoratets leveransedata 2017). Figur 1 viser fordelingen i størrelse for melkebruk i Trøndelag.

Figur 1: Melkegårder i Trøndelag etter størrelse.



Melkeproduksjon krever elektrisk energi til ulike maskiner, som melkemaskin/-robot, melketank, foringssystem og andre anlegg i fjøset. I tillegg brukes det diesel til

forproduksjon og innhøsting. Vedlegg B beskriver to ulike datakilder som er utgangspunkt for å beskrive energibruk i melkeproduksjon. Disse impliserer om lag 0,25 kWh elektrisitetsforbruk for å produsere en kilo melk.

Legger vil til grunn at 90 % av dieselforbruket ved melkebruk kan knyttes til melkeproduksjon brukes det 0,0216 liter diesel per produsert liter melk Gitt årlig produksjon på rundt 330 000 tonn melk gir dette et elektrisitetsbehov i melkeproduksjon i tilsvarende 82,6 GWh i Trøndelag. Samlede CO₂-utslipp fra strømforbruk og dieselforbruk summerer seg til 21 tusen tonn årlig. På grunn av usikkerhet i estimatet vurderer vi tre nivå for bruk av både elektrisitet og diesel; «lav», «middels» og «høyt» forbruk Energibehov og CO₂-utslipp er oppsummert i Tabell 2.

Tabell 2: Energibruk og CO₂-utslipp fra melkeproduksjon.

	Energibruk		
	Lavt	Middels	Høyt
Antall kWh per kg melk	0,2	0,25	0,3
Antall kWh diesel per kg melk	0,2	0,22	0,24
Antall tonn melk i Trøndelag i 2017	330 393	330 393	330 393
Elektrisitetsforbruk i melkeproduksjon i Trøndelag, kWh	66 078 637	82 598 296	99 117 955
Dieselforbruk i melkeproduksjon i Trøndelag, kWh	66 078 637	72 686 500	79 294 364
CO ₂ -utslipp for diesel og elektrisitet, tonn	18 748	20 786	22 823

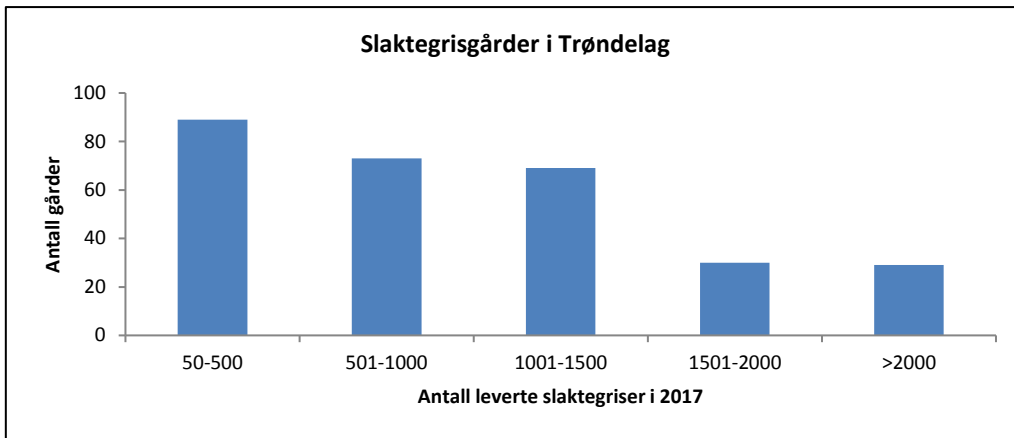
Det finnes noe varmebehov i melkeproduksjon som kunne vært forsynt med energikilder med lavere kvalitet enn elektrisitet. Dette er hovedsakelig knyttet til oppvarming av vann og rom som trenger oppvarming i fjøset. Samtidig kan store deler av dette behovet dekkes ved varmegjenvinning fra apparater som må ha elektrisitet. Potensialet for bruk av biobrensel er dermed lavt og vi anser dette som ikke relevant i denne sammenheng.

2.2 Energibruk i svineproduksjon

Svineholdet i Trøndelag har blitt mer effektivt de senere årene. Det bygges større fjøs og næringen bærer preg av økende spesialisering innen smågrisproduksjon og slaktegrisproduksjon, mens noen bruk holder seg til den tradisjonelle produksjonen som består av både smågris og slaktegris.

For slaktegris har vi gårdstruktur i Trøndelag som vist i Figur 2.

Figur 2: Slaktegrisgårder i Trøndelag etter størrelse.



Produksjon av gris krever energi til oppvarming. Spesielt smågrisene trenger varme, både i form av gulvarme og glødelamper som sikrer at dyrene har den nødvendige temperaturen. Dette gjør at energiforbruket i svineholdet er knyttet både til varme og elektrisitet til utstyr.

Landbruksdirektoratets leveransedata oppgir at det i 2017 ble produsert 20 776 452 kilo svinekjøtt i Trøndelag i 2017. Basert på Landbruksdirektoratets antallstatistikk (2017) antar vi det blir produsert 193 940 smågris i Trøndelag årlig. Vedlegg C beskriver estimering av energibruk i svinehold. Oppsummert får vi energibruk knyttet til griseproduksjon i Trøndelag som vist i Tabell 3.

Tabell 3: Energibruk i smågrisproduksjon og slaktegrisproduksjon i Trøndelag.

Produksjon	Antall		Energiform			Sum energibruk i kWh
Smågris	19940	stk smågris	Varme	70	kWh/smågris	13 575 800
			Elektrisitet	32	kWh/smågris	6 206 080
Sum Smågris						19 781 880
Slaktegris	20776452	kg svinekjøtt	Varme	0,17	kWh/kg	3 531 997
			Elektrisitet	0,52	kWh/kg	10 803 755
Sum slaktegris						14 335 752
Sum varme						17 107 797
Sum elektrisitet						17 009 835

Energibruken i griseproduksjon fordeler seg likt mellom varme og elektrisitet. Smågris krever noe mer energi enn slaktegris, samtidig som større del av denne energien kan komme fra energikilder som gården selv kan forsyne, dvs. biovarme.

Bruk av diesel på grisegårder fremkommer av Jordbrukets driftsgranskinger (2016). Driftsgranskningene oppgir kostnader knyttet til drivstoff på 39 145 kroner i snitt i

Trøndelag. Med literpris på dieselen tilsvarende 8 kr/liter gir dette 4893 liter per bruk. Ettersom næringa består av bruk som spesialiserer seg i smågris og slaktegris, og man har også kombinasjonsbruk, er det vanskelig å fordele dieselkostnaden per dyr eller kilo produsert. I Trøndelag var det i 2017 278 foretak som mottok tilskudd for produksjon av slaktegris. Vi antar at hver av gårdene bruker 4893 liter diesel og at halvparten av dette, 2446 liter, kan tilskrives griseholdet. Samlet gir dette 679 988 liter diesel, tilsvarende 6 867 879 kWh, brukt i griseproduksjon. Når vi også forenkler varme til å komme fra flis gir dette CO₂-utslipp fra griseproduksjon i Trøndelag som vist i Tabell 4. Med høy andel fossile kilder til varme, kan CO₂-utslippet være dobbelt så høyt.

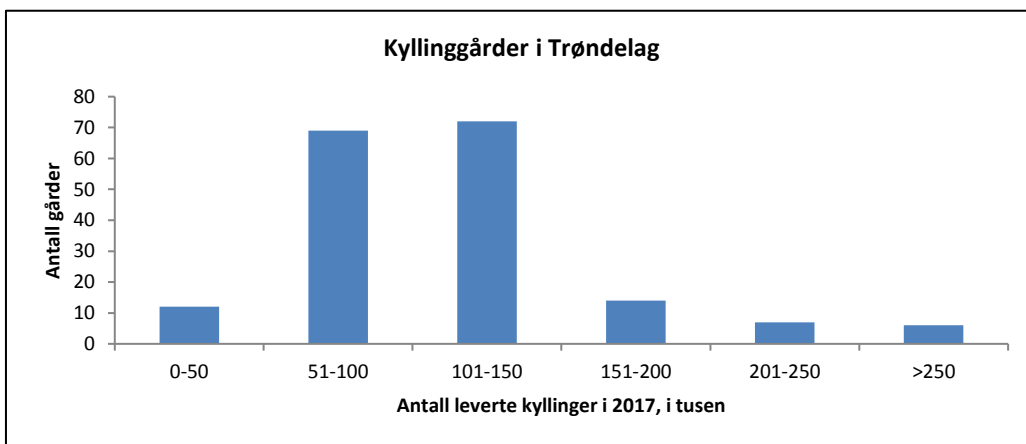
Tabell 4: CO₂-utslipp fra griseproduksjon i Trøndelag.

CO ₂ -utslipp, kilde	Tonn CO ₂
Elektrisitet, produksjonsmiks	279
Varme (antar 100 % flis i beregningene som forenkling)	308
Diesel	1 836
Sum CO₂-utslipp	2 423

2.3 Energibruk i kyllingproduksjon

I følge Landbruksdirektoratets leveransedata (2017) var produksjonen av kylling i 2017 i Trøndelag på 24 659 613 kilo. Med slaktevekt på 1,2 kilo gir dette 20 549 678 kyllinger. Figur 3 gir et bilde av størrelsene til kyllinggårdene basert på leveranse til slakteri.

Figur 3: Kyllinggårder i Trøndelag etter størrelse.



Kyllingproduksjon krever mye energi. Energien brukes i hovedsak til oppvarming og ventilasjon. Ventilasjon er viktig for å fjerne skadelige gasser, fjerne støv og mikroorganismer og tilføre oksygen. Samtidig fører ventilasjon til energitap ettersom man erstatter varm luft med frisk luft som må varmes opp.

Det er stor variasjon i hvor mye energi som brukes til å produsere kylling. Vedlegg C gir en beskrivelse og referanser til ulike estimat for energibehov i kyllingproduksjon. Vi velger å legge til grunn et energibehov på 1,7 kWh tilført energi per kilo produsert kylling samt 0,11 kWh diesel per kilo kyllingkjøtt. Vi antar dessuten at elektrisitet utgjør 10 % av totalbehovet på 1,7 kWh, tilsvarende 0,17 kWh per kilo. Ettersom det er stor usikkerhet knyttet til energibehovet ser vi på lavt, middels og høyt energibehov i kyllingproduksjon. Basert på disse antagelsene gir Tabell 5 en oversikt over energibruken på kyllinggårder i Trøndelag.

Tabell 5: *Energibruk i kyllingproduksjon i Trøndelag.*

	Energibruk		
	Lavt	Middels	Høyt
Energibruk, kWh/kg	1,5	1,7	1,9
hvorav elektrisitet, kWh/kg	0,15	0,17	0,19
hvorav varme, kWh/kg	1,35	1,53	1,71
Antall tusen tonn kylling produsert	24,7	24,7	24,7
Energibehov i Trøndelag, GWh	37	42	47
hvorav elektrisitet, GWh	4	4	5
hvorav varme, GWh	33	38	42

Grorud et al. (2018) anslår fordeling mellom ulike energibærere i kyllingproduksjon i Trøndelag og Nordland omtrent til 53 % propan, 24 % olje og 23 % flis. Legger man til grunn denne fordelingen og legger til dieselbehov fra Driftsgranskingene får man energibruk fordelt på energibærere som oppgitt i Tabell 6.

Tabell 6: *Energibærere i kyllingproduksjon i Trøndelag.*

Energibærer	Energibruk		
	Lavt	Middels	Høyt
Elektrisitet, GWh	3,7	4,2	4,7
Diesel, GWh	2,7	2,7	2,7
Propan, GWh	17,6	20,0	22,3
Olje, GWh	8,0	9,1	10,1

I Trøndelag produseres det 20 549 678 kyllinger. Gårdene som produserte denne kyllingen hadde dieselforbruk tilsvarende nærmere 11 GWh. Vi antar at 25 % av dieselforbruket kan knyttes til kyllingproduksjonen på gården.

Samlet varmebehov i næringen er 37,8 GWh. Deler av denne varmen blir i dag levert i form av fornybar varme. Samtidig er det potensiale til å konvertere nærmere 30 GWh fra fossilbaserte kilder til fornybare energikilder. Ser man på dagens CO₂-avtrykk fra kyllingproduksjon i Trøndelag er denne oppgitt i tabell 7.

Tabell 7: CO₂-utslipp relatert til energibruk i kyllingproduksjon.

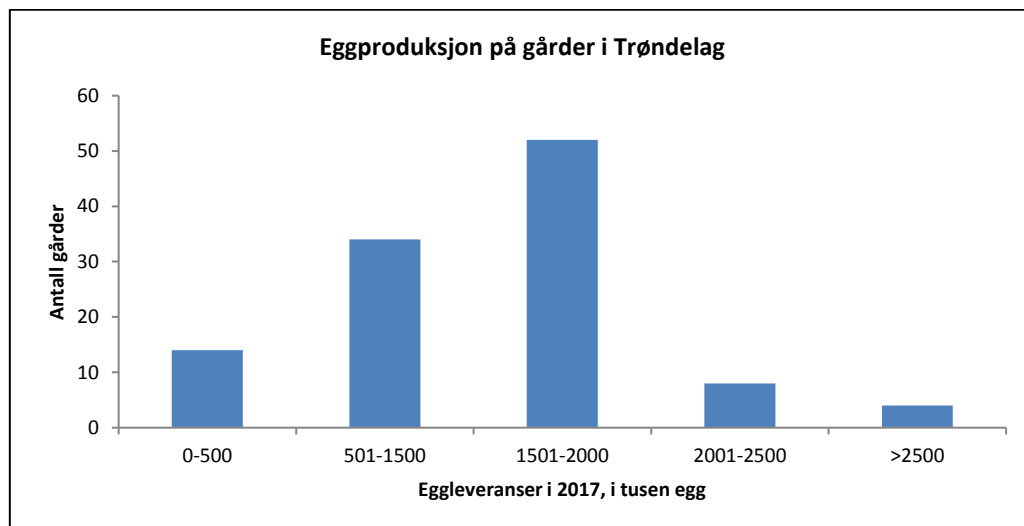
CO ₂ -utslipp, kilde	Tonn CO ₂
Elektrisitet	69
Flis	156
Olje	2 617
Propan	4 859
Diesel	728
Sum, CO ₂ -utslipp	8 428

Som vi ser av tabell 7 kommer den største delen av CO₂-utslippene fra kyllingproduksjon fra varmeproduksjonen. Propan og olje utgjør 90 % av utslippene fra kyllinggårdene i Trøndelag.

2.4 Energibruk i eggproduksjon

Hønene som produserer egg har først vært «livkyllinger». Landbrukets antallstatistikk (2017) sier at det i Trøndelag var 84 064 livkyllinger i 2017. Legger vi til grunn 2,5 innsett per år produseres det i Trøndelag hvert år 210 160 høner. I følge Larsen (2017) trenger man like mye energi til å produsere livkylling som ordinær slaktekylling. Høna legger egg fra den er om lag 20 uker. Dette gir et samlet energiforbruk knyttet til høneproduksjon på i overkant av 350 000 kWh. I likhet med kyllingen trenger livkyllingen i hovedsak varme. Med lik fordeling mellom varme og elektrisitet som kyllingen blir behovet 35,7 MWh elektrisk energi og 321,5 MWh varme.

Figur 4: Egg-gårder i Trøndelag etter størrelse.



Energi til oppvarming og ventilasjon dominerer energibruken i selve eggproduksjonen. En svensk rapport (Baky et al. 2010) tilsier at energibehovet knyttet til eggproduksjon er 0,25 kWh per kilo, hvorav 7 % er knyttet til oppvarming. I Trøndelag ble det ifølge

uttrekk fra Landbruksdirektoratets leveransedata i juni 2018 produsert 10,8 tusen tonn egg i 2017 fordelt på konkrete virksomheter. I disse tallene er ikke direkte salg til forbruker med. Vi antar at det ikke er forbruk av diesel knyttet til eggproduksjon.

Antar vi at energibruken i norsk eggproduksjon er lik som i Sverige er energibehovet knyttet til eggproduksjon i Trøndelag 2653 MWh, hvorav 184 MWh er knyttet til oppvarming.

Eggproduksjon krever forholdsvis lite energi og potensialet for å erstatte energibruken med fornybare energikilder er begrenset. CO₂-utslippene fra produksjon tilsvarer 41 tonn fra bruk av elektrisitet og 9 tonn fra varmeproduksjon, hvor vi antar at varmebehovet dekkes av flisfyring. Ettersom CO₂-utslippene fra elektrisitet er lave når man legger til grunn produksjonsmiks gir eggproduksjon lave utslipp. Samlet gir eggproduksjon CO₂-utslipp på 50 tonn.

2.5 Samlet energibruk og tilhørende CO₂-utslipp

Tabell 9 oppsummerer årlig forbruk av elektrisitet, varme og diesel i melk-, gris-, kylling- og eggproduksjon i Trøndelag ut fra nyeste tilgjengelige data. Framover i tid kan energibruken endres på grunn av bl.a. økt bruk av teknologi som krever elektrisitet. Eksempler på dette er melkeroboter, fôringssystemer og traktorer/kjøretøy som kan drives av elektrisitet. Dette siste har vi ikke sett nærmere på i denne rapporten.

Tabell 8: Samlet energibruk i melk-, gris-, kylling-, og eggproduksjon i Trøndelag.

Type bruk	Elektrisitet, GWh	Varme, GWh	Diesel, GWh	Sum energi, GWh	CO ₂ -utslipp, tonn
Melk	82,6	0,0	72,7	155,3	22 708
Smågris	6,2	13,6	6,9	41,0	2 423
Slaktegris	10,8	3,5			
Slaktekylling	4,2	37,7	2,7	41,9	8 428
Eggproduksjon	2,5	0,5	0,0	3,0	50
SUM	106,1	55,3	82,3	241,2	33 609

CO₂-utslippene knyttet til produksjon av melk, gris, kylling og egg i Trøndelag summerer seg til 33,6 tusen tonn dersom man tar utgangspunkt i produksjonsmiksen for elektrisitet i Norge.

Potensialet til konvertering av energikilde ligger i hovedsak i oppvarming av kyllingfjøs. Dette da kyllingfjøs er blant de største forbrukerne av energi og som innehar mest fossile energikilder i sin produksjon. Videre ligger det muligheter til reduksjon av CO₂-utslipp ved å erstatte diesel med fornybare alternativer.

Trøndelag innehar ifølge Rye et al (2013) 16,1 % av jordbruksarealet som er i drift i Norge. I 2016 utgjorde utslipp fra jordbruket i Norge 4,5 millioner tonn CO₂ (klimastatus.no). Tar vi utgangspunkt i at Trøndelag innehar ansvar for proporsjonal andel av utslippene tilsvarer dette 724 500 tonn CO₂-ekvivalenter. Energiforsyningen står for 33,6 tusen tonn, hvilket tilsvarer 4,6 % av trønderske CO₂-utslipp fra landbruket. Merk at dersom man legger til grunn CO₂-utslipp ihht. varedeklarasjon (se Vedlegg A) ville CO₂-utslippene fra Trøndersk landbruk vært merkbart høyere.

3. ENERGIPRODUKSJON

3.1 Elektrisk kraft

Per i dag er det først og fremst solcelleteknologi som er aktuell for produksjon av elektrisk kraft på gårder i Trøndelag. I denne studien har vi valgt å se bort fra gjenvinning av varme samt vind- og vannkraft.

Kraftproduksjon fra solceller øker stadig. Per i dag finner vi de fleste anleggene på hytter og privatboliger, mens de største anleggene tilhører industribedrifter. Også innen landbruket har etableringen av solcelleanlegg startet. Utbyggingstakten er noe lav, men med introduksjon av effekttariffer, økte priser for elektrisitet og økt prisvariasjon gjennom døgnet kombinert med lavere kostnader for installasjon av solceller kan man i de kommende årene forvente mer utbygging. Landbrukseiendommer er dessuten godt egnet for solceller ettersom man har et behov for elektrisitet når sola lyser, man har tilgang til store takareal på både fjøs og andre driftsbygninger, og takene er ofte vendt mot sør og øst.

I det følgende har vi delt gårdene i Trøndelag med melkeproduksjon, griseproduksjon, kyllingproduksjon og eggproduksjon inn i tre størrelsesintervall som oppgitt i Tabell 9.

Tabell 9: Forutsetninger, inndeling i små, mellomstore og store gårder.

	Melk, tonn melk	Gris, stk	Kylling, tusen stk	Egg, mill. egg
Små gårder	0-200	50-1000	0-100	0-1,5
Medium gårder	201-400	1001-2000	101-200	1,6-2
Store gårder	> 401	> 2000	> 201	> 2,1

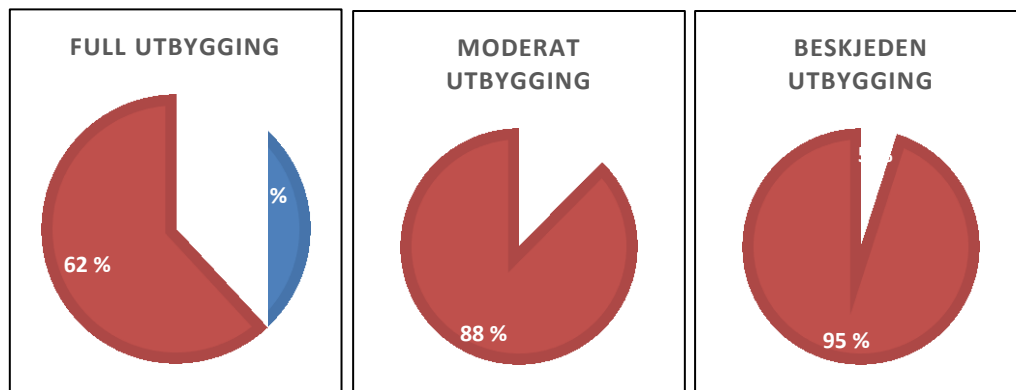
Videre antar vi at dersom små gårder installerer solcelleanlegg er dette av størrelsen som produserer 10 000 kWh årlig. Medium store gårder vil installere anlegg som produserer 25 000 kWh årlig mens de største gårdene vil installere anlegg som produserer 50 000 kWh årlig. For mengde utbygging av solcelleanlegg har vi gjort antagelser for utbygging som oppgitt i Tabell 10.

Tabell 10: Forutsetninger, utbyggingsgrad av solkraft.

	Full utbygging	Moderat utbygging	Beskjeden utbygging
Små gårder	100 %	10 %	0 %
Medium gårder	100 %	25 %	10 %
Store gårder	100 %	75 %	35 %

Ser man på melkegårdene, grisegårdene, kyllinggårdene og eggårdene i Trøndelag samlet har de et forbruk av elektrisitet på 106,1 GWh årlig. Med dette utgangspunktet og forutsetningene som oppgitt i Tabell 11 og 12 får vi resultatene i figur 5.

Figur 5: Egenproduksjon av kraft og gjenstående behov ved solcelleutbygging på gårder i Trøndelag.



Det røde feltet er andelen elektrisk kraft som må hentes fra strømmettet mens det blå feltet er andelen selvforsyning av elektrisk kraft. Potensialet kan ut fra dette sies å ligge mellom 12 % og 38 %. 38 % av dagens elektrisitetsbehov utgjør 40,4 GWh mens 12 % av dagens behov utgjør 13,2 GWh. På grunn av hensynet til å bruke mest mulig av elektrisiteten lokalt vil anleggene dimensjoneres til å produsere langt under samlet elektrisitetsbehov. I forutsetningene for beregningene har vi lagt til grunn relativt lavt nivå på installasjonene i produksjonskapasitet. Om vi antar at halvparten av mellomstore bruk kan investere i solcelleteknologi, dekkes rundt 20 % av dagens behov. Samtidig ser det ut til å være vekst i elektrisitetsforbruket med stadig mer strømkrevende utstyr og etter hvert traktorer som drives på elektrisitet.

Landbruket kan bidra med store mengder elektrisk kraft. Produksjonen vil skje i deler av kraftnettet der kapasiteten er begrenset og produksjonen skjer på tider av døgnet der landbruket typisk bruker elektrisitet. Samlet gjør dette at landbruket kan være en viktig brikke i å redusere utbyggingsbehovet i kraftnettet og bidra positivt til energiforsyningen.

3.2 Biodrivstoff

Produksjon av biodrivstoff består i hovedsak av biodiesel, bioetanol og biogass. Av disse tre er det kun biogass som produseres i Trøndelag per i dag. Innen bioetanol og

biodiesel er det per i dag kun produksjon av noe omfang i Norge ved Borregårds bioraffineri i Sarpsborg, med årlig 20 millioner liter bioetanol, og ved Perstors fabrikk i Fredrikstad med årlig 115 millioner liter konvensjonell biodiesel fra raps. Ved de nedlagte treforedlingsanleggene i Hønefoss og Tofte, er det planer om bioetanolproduksjon, mens det for øvrig ser ut til å kun være biogass som det satses på, jf. Melbye et al. (2018).

I perioden fra 2000 til 2014 ble det arbeidet med flere større forskningsrådsfinansierte prosjekter med mål om produksjon av biodrivstoff basert på trevirke i Trøndelag. Blant mulighetene man så nærmere på var investering i fabrikker med årlig kapasitet til å foredle hhv. 1060, 500 og 150 tusen fast kbm trevirke (Storå og Sand 2008). Det ble videre fastslått at det høyeste råstoffbehovet ikke er realistisk uten at eksisterende treforedlingsbedrifter legges ned. For det midlere alternativet fant man imidlertid også betydelige stordriftsfordeler i produksjonen og muligheter for økt regionalt uttak av virke, slik at man kan oppnå årlig produksjon på 65 millioner liter bioetanol (tilsvarende 357,5 GWh) og 50 millioner liter biodiesel (tilsvarende 430 GWh) som igjen ble beregnet å gi 244 000 tonn i reduserte CO₂-utslipp (Storø og Sand 2008). Forsknings- og innovasjonsprosessene rundt denne type biodrivstoffproduksjon i Trøndelag, stoppet imidlertid opp med oljeprisens fall i 2014. Det er derfor biogass som er mest aktuelt å se nærmere på nå.

I Trøndelag produseres biogass hovedsakelig i to større anlegg i dag; hos Ecopro i Verdal og hos Biokraft i Levanger. Ecopro produserer biogass, gjødsel og strøm basert i hovedsak på matavfall og slam fra privathusholdninger. Ved full produksjon vil biogassen kunne erstatte 3 millioner liter diesel i året. Biokraft produserer biogass og gjødsel basert på avfall fra lakseslakterier og prosessvann fra avisproduksjonen ved Norske Skog Skogn. Produksjonskapasiteten er foreløpig nok til å erstatte 25 millioner liter diesel i året, men det er vedtatt planer om betydelig økning i produksjonskapasiteten framover (Trønderavisa 2018).

Energiinnholdet i biogass avhenger av mengden metan i biogassen. En kubikk biogass inneholder ifølge Bondelaget (2011) 60 % metan, tilsvarende 6,24 kWh energi. Ulike typer gjødsler inneholder ulike mengder metangass. Gjødsel fra kua inneholder 14 kubikk med metangass per tonn gjødsel, mens gjødsel fra kylling inneholder over 30 kubikk gass per tonn gjødsel. Biogassen har ulike anvendelsesområder. Den kan brukes til oppvarming gjennom å brenne gassen, mens en oppgradert og rensert biogass til energiinnhold på 10 kWh/m³ kan brukes på linje med naturgass, eksempelvis til produksjon av elektrisitet og drivstoff i busser.

Tabell 13 viser antall dyr, gjødselmengder og tilhørende energiinnhold i biogass fra ulike produksjoner. For komplett datagrunnlag, se Vedlegg E.

Tabell 11: Biogassproduksjon fra husdyrgjødsel i Trøndelag.

Produksjon	Antall dyr	Gjødselmengde, m ³	Energiinnhold i gjødsel, kWh
Melkekyr	49 414	741 210	64 752 106
Ammekyr	15 318	183 816	16 058 166
Øvrig storfe	120 249	721 494	63 029 716
Smågris	193 940	69 818	7 842 003
Slaktegris	220 113	1 584 814	178 006 264
Purker, råner	16 077	67 523	7 584 228
Slaktekylling	16 727 416	292 491	82 131 421
Livkylling	84 064	4 035	1 133 048
Verpehøner	906 674	38 080	10 692 950
SUM	18 333 265	3 703 282	431 229 902

Forenklet sett kan storfe, svin og fjørfe i Trøndelag teoretisk bidra med 431 GWh i energiproduksjon. Ser man utelukkende på energiinnhold tilsvarer dette over fire millioner liter diesel. Det vil kreve energi både å utvinne energien i gjødselen, transportere og lagre energien i et anvendbart format. Hvor de ulike gårdene er lokalisert vil også påvirke det realistiske potensialet til å utnytte gjødsel til biogassproduksjon. Legger man til grunn at 20 % av potensialet konverteres til anvendbare produkt tilsvarer dette 86,2 GWh.

3.3 Biovarme og gårdsvarmeanlegg

I Trøndelag er det betydelige muligheter for økt bruk av biovarme fra landbruket som kan redusere forbruket av fossil energi. Utfra utviklingen de siste årene med investeringer i gårdsvarmeanlegg basert på flis, er trolig det største potensialet knyttet til flisanlegg i Trøndelag. Trepellets var i fokus for noen år siden, men det som var av lokal produksjon i Trøndelag (Levanger og Røros) er nå lagt ned etter manglende utsikter for å få lønnsomhet med anleggene. Det finnes også et potensial knyttet til halm som energikilde.

Halm er som kjent et restprodukt fra kornproduksjon. I følge Energigården.no gir normalt en dekar byggproduksjon 220 kilo halm med brennverdi på 4,2 kWh per kilo halm. Med i hovedsak bygg som kornsort på de 467 000 målene som det produseres korn på i Trøndelag, gir dette et teoretisk energipotensial på 432 GWh. Halmanlegg er imidlertid kun lønnsomt ved stort varmebehov og rimelig tilgang på halm, slik man gjerne har ved den normale kombinasjonen korn og svine- eller kyllingproduksjon. Med tilgang på halm fra 200 til 300 mål kornproduksjon har man nok halm til å produsere over 200 000 kWh per år, en ofte gjengitt grense for lønnsomhet ved halmanlegg (Midtskogen 2017). Potensialet er derfor først og fremst knyttet til en mindre andel av svine- og kyllingprodusentene, pluss eventuelt der man kan oppnå leveranser av

varmebehov utenfor egen gård. Samtidig trengs halm både som strø og karbon i kornjorda, som trekker ned potensialet i praksis.

Anlegg basert på ved og flis kan være lønnsomme ved mindre varmebehov og tilgang på rimelig råstoff i form av trevirke eller ferdig flis. I likhet med halm, er det teoretiske potensialet enormt med tanke på biologiske forekomster og en sannsynlig brennverdi på over 2000 kWh per kbm. trevirke. Flere rapporter viser årlig biologisk balansekvantum på over 2 millioner kbm i avvirking i Trøndelag, mens godt under halvparten faktisk hogges. Med f.eks. 1 millioner kbm i tilgjengelig virke, gir dette et teoretisk energipotensial på 2000 GWh. I praksis er det økonomi-, miljø- og andre restriksjoner som gjør at man ikke får tatt ut potensialet. NVE (2012) beregnet seg derfor fram til om lag halvparten i potensiale, i tillegg til rundt 300 GWh i energiproduksjon fra trevirke fra før. Til sammenligning beregnet Sand og Storø (2008) også muligheter for noenlunde det samme ekstra kvantumet ut fra trønderske skoger til potensiell bruk i biodrivstoffproduksjon. Når biodiesel og bioetanol virker lite aktuelt å produsere med trevirke som råstoff, samt at vedforbruket i husholdninger neppe kan økes betydelig, blir potensialet for energiproduksjon fra trevirke knyttet til gårdsvarmeanlegg og eventuelt bruk av energivirke i industri og fjernvarme.

Innovasjon Norge har støttet 111 gårdsvarmeanlegg på gårder i Nord-Trøndelag. Anleggene er installert på gårder med ulike produksjoner med varmeleveranse til egen drift og bygningsmasse. Medianstørrelsen for gårdsvarmeanleggene som har fått støtte er 60 kW og samlet installert kapasitet i gårdsvarmeanlegg er 8326 kW. Om vi antar samme omfang med installerte anlegg og størrelse i Sør-Trøndelag får vi samlet installert kapasitet i Trøndelag på 16 652 kW i gårdsvarmeanlegg.

Fløystad (2013) finner at 37,7 MW installert kapasitet i gårdsvarmeanlegg gir energiproduksjon på 29,6 GWh. I gjennomsnitt blir dette 785 kWh per installert kW. Legger vi dette til grunn for installert kapasitet i gårdsanlegg i Trøndelag produserer gårdsanleggene 13,1 GWh årlig. Om vi antar moderate 2000 kWh i effektiv brennverdi per fast kbm trevirke, utgjør råstoffbehovet en årlig avvirking på 6500 kbm. tømmer, dvs. langt under 1 % av virke som er tilgjengelig. For de 222 gårdene det er her beregnet gårdsanlegg på, utgjør virkesbehovet drøye 29 fast kbm. Det er et relativt lite kvantum som de aller fleste gårdsskoger har potensial til å hente ut.

Om vi ser nærmere på varmekrevende produksjoner, nybygde fjøs og bedrifter som har søkt Innovasjon Norge om støtte til gårdsvarmeanlegg, er det imidlertid grunn til å anta at svært mange innen svine- og kyllingproduksjon har gjort tiltak. Potensialet ligger derfor i hovedsak hos gris- og kyllingprodusenter som i dag bruker fossile kilder til oppvarming. Slik tabell 3 og 6 viser, kan dette utgjøre rundt 47 GWh.

I denne rapporten har vi ikke sett nærmere på bruken av energivirke i industri og fjernvarmeanlegg, men også her er det et potensiale i bruk av virke i regionen.

3.4 Samlet potensiale for energiproduksjon

Gårder i Trøndelag har store ressurser for energiproduksjon. Både areal til solceller og biogassanlegg er relevante og aktuelle utbyggingsmuligheter for jordbruket. Potensialet til biodiesel og bioetanol er stort, samtidig som at det satses i mindre grad på disse teknologiene. Skog til biovarme er den største ressursen, samtidig som det er området hvor det allerede er hentet ut noe av potensialet. Tabell 13 viser et teoretisk potensiale for energiproduksjon for de ulike produksjonsteknologiene.

Tabell 12: *Produksjon av energibærere, potensiale i Trøndelag.*

Energibærer	Mengde	Enhet
Elektrisk kraft, moderat til full utbygging solcelle 38 % av behov	13-40	GWh
Biogass (20 % - 30 % av potensialet)	86-129	GWh
Biovarme fra halm (1-100 % av potensialet)	4-432	GWh
Biovarme fra trevirke (300 GWh i dag, inkl. 13 GWh Gårdsvarme)	347-1300	GWh
SUM	450-1901	GWh

Landbruket i Trøndelag har potensiale til å levere fra 450-1901 GWh. Det nedre potensialet for biovarme består av 300 GWh i dag pluss 47 GWh innen varmebehov for gris- og kyllingproduksjon. I tillegg kommer f.eks. bolig- og næringsbyggoppvarming. En del av potensialet knyttet til biovarme fra trevirke kan alternativt realiseres gjennom produksjon av bioetanol og/eller biodiesel.

Det må understrekes at det ikke er gjort analyser av lønnsomheten i realisering av energipotensialet i dette prosjektet. Utviklingen de siste årene antyder størst potensiale innen biogass, elektrisk kraft samt biovarme for gårder med stort behov for oppvarming innen svine- og kyllingproduksjon eller andre lokale oppvarmingsbehov.

3.5 Videre arbeid

Landbruket som energikonsument og energiprodusent kan studeres videre i ulike retninger. I det følgende foreslår vi fire forskningsrelevante retninger:

1. Livsløpsperspektivet fra ulike innsatsfaktorer er essensielt for å forstå det totale avtrykket jordbruket har på klimagassutslipp. Når vi tar høyde for LCA, hva er klimagassutslippene i landbruket i Trøndelag?
2. Hvor stort må et melkebruk være for at det skal være økonomisk interessant å være gårdbruker i Trøndelag i årene som kommer? Og hva betyr dette for mulighetene til å investere i energirelaterte tiltak på gården?
3. Jordbruket i Trøndelag bruker ulike energikilder og energibruken varierer over dagen og mellom sesonger. Vi mangler kunnskap om formålsdelt energibruk og hvilke energikilder som brukes.
4. Lønnsomhetsvurderinger, både ut fra bedriftsøkonomisk og samfunnsøkonomisk ståsted, for ulike tiltak for å redusere CO₂-utslipp.

LITTERATURLISTE

- Baky, A., Sundberg, M., & Brown, N. (2010). Kartlegging av jordbrukets energianvändning, (Rapport fra Institutet för jordbruks- och miljöteknik).
- Bondelaget (2011). Fakta om biogass, Norsk kulturlandskap – det nye gassfeltet. Faktahefte utgitt av Norges Bondelag, juni 2011.
- Driftsgranskinger i jordbruket (2016). Driftsgranskinger i jordbruket 2016. Tilgjengelig på: nilf.no/statistikk/Driftsgranskinger/2016/. Lastet 29.06.2018.
- Energigården (2018). Om bioenergi. <http://www.energigarden.no/om-bioenergi/biobrensel/halm>. Lastet 29.06.2018.
- Grorud, C., Skjøberg, P.-O., & Berg, K. (2018). Forbud mot fossile brensler; konsekvenser for driftsbygninger i landbruket. Vista Analyse rapport 2017/29.
- Løseth, M. (2011). Klimaregnskap for fjernvarme – felles utslippsfaktorer for den norske fjernvarmebransjen. (Norsk Industri, rapport 2011). Oppdatert i 2013: Tilgjengelig på: <http://www.fjernvarme.no/uploads/userfiles/files/2014-06-04-norskeenergi-utslippsfaktorerforjernvarme.pdf> lastet 02.07.2018.
- Fløystad, K-G. (2013). Biovarme for folk og dyr – kostnader og brukererfaringer fra eiere av mindre fyringsanlegg med flis, ved eller halm. Masteroppgave, NMBU, 2013.
- Koesling, M. (2017). Nitrogen and Energy Utilization on Conventional and organic Dairy Farms in Norway, kapittel 4, Variation in energy utilization in dairy farming on conventional and organic Norwegian dairy farms and possibilities for improvement. Doktorgradsavhandling, University of Kassel, Germany.
- Klimastatus.no Klimagassutslipp fra jordbruk. Tilgjengelig fra: <http://www.miljostatus.no/tema/klima/norske-klimagassutslipp/klimagassutslipp-jordbruk/>. Lastet 02.08.2018.
- Knutsen, H., Sand, R., og Kårstad, S. (2017). Kunnskapsgrunnlag for trøndersk landbruk. Nibio rapport vol. 3, nr. 154 2017.
- Landbruksdirektoratets leveransedata (2017). <https://www.landbruksdirektoratet.no/no/leveransedata>. Lastet 10. 07 2018.
- Landbruksdirektoratets antallstatistikk 2017. Tilgjengelig på: <https://www.landbruksdirektoratet.no/no/statistikk/produksjonstilskudd>. Lastet 10. 07 2018.

- Larsen, K. O. (2017) Høring- forslag til tilleggsregulering – forbud mot bruk av mineralolje til oppvarming i driftsbygninger i landbruket og midlertidige bygg. (Svar på høring, 16/1760) Tilgjengelig på:
https://www.regjeringen.no/contentassets/725324776a754c648b95a315d658d4bb/norsk-landbruksradgiving.pdf?uid=Norsk_Landbruksr%C3%A5dgiving
Kåre Larsen. Lastet 29.06.2018
- MEF (2014) Forbruk av drivstoff og utslipp av CO₂ og NO_x i bygg- og anleggsbransjen. MEF-notat nr. 6.
- Melbye, A. M., Asheim, K., & Brenna, K. A. (2018). Bærekraftig biodrivstoff, (Zerorapport 2017) Tilgjengelig på: <https://www.zero.no/wp-content/uploads/2017/02/B%C3%A6rekraftig-biodrivstoff-Zerorapport-2017.pdf>. Lastet 29.06.2018
- Midtskogen, H. (2017). Gårdsvarmeanlegg, noko for deg? Skogselskapet, januar 2017.
- Nesheim, L., & Sikkeland, E. H. (2013). Mengd utskilt husdyrgjødsel – forslag til nye standardtall. Bioforsk Rapport Vol. 8 Nr. 109 2013.
- Nortura (2015). Presentasjon av Ola-Bjørn Haugbråten, Tilgjengelig på:
https://www.bondelaget.no/getfile.php/13687661-1423050014/Bilder%20fylker/Hedmark/Dokumenter/Fj%C3%B8rf%C3%A8_Fyring%20og%20ventilasjon.pdf. Lastet 28.06.2018
- NVE (2012). Bioenergiressurser i skog – kartlegging av økonomisk potensial. NVE rapport 32, 2012.
- NVE (2017). Nasjonal varedeklarasjon 2017. Tilgjengelig på:
<https://www.nve.no/reguleringsmyndigheten-for-energi-rme-marked-og-monopol/varedeklarasjon/nasjonal-varedeklarasjon-2017/>. Lastet 02.07.2018.
- Rye, S. K. P., Folstad, K.-S., Brunzell, S., & Knutsen, H. (2013). Verdiskaping i jordbruket i Trøndelag. Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning, Notat 2013-4.
- SSB (2017). Jord, skog, jakt og fiskeri: Landbrukseiendommer. Tilgjengelig på
<https://www.ssb.no/jord-skog-jakt-og-fiskeri?de=Landbrukseiendommer+>. Lastet 01.07.2018.
- Storø, H. M., & Sand, R. (2008). Potensialet for et bioraffineri i Trøndelag. TFoU-rapport 2008:2.
- Trønderavisa (2018). <https://www.t-a.no/nyheter/2018/06/13/Vil-seksdoble-produksjonen-av-flytende-biogass-16920583.ece>. Lastet 29.06.2018.

VEDLEGG A CO₂-UTSLIPP FRA ELEKTRISITET

For CO₂-utslipp knyttet til bruk av elektrisitet kan man ta to ulike tilnæringer. Dette inkluderer følgende:

1. CO₂-utslipp basert på produksjonsmiks i Norge
2. Varedeklarasjon av elektrisitet i Norge.

Produksjonsmiksen for elektrisitet i Norge består i hovedsak av vannkraft, samt noe vindkraft og gasskraft. Denne produksjonsmiksen gir et utslipp på 16,4 gCO₂e/kWh (NVE 2017). NVE (2017) har beregnet varedeklarasjon for elektrisitet for norske kunder som ikke har opprinnelsesgarantier tilknyttet sitt kjøp av elektrisitet. Den norske varedeklarasjonen for elektrisitet har en annen sammensetning av produksjonsteknologier enn den norske produksjonsmiksen fordi den tar hensyn til kjøp og salg av opprinnelsesgarantier. NVEs beregning av den nasjonale varedeklarasjonen er korrigert for europeisk handel med opprinnelsesgarantier. I 2017 ble det kjøpt opprinnelsesgarantier for 19 % av elektrisiteten brukt i Norge mens resterende 81 % ble solgt til norske strømkunder uten opprinnelsesgarantier. Når man tar hensyn til europeisk miks og utsteding av opprinnelsesgarantier har norsk forbruk av elektrisitet et CO₂-utslipp tilsvarende 531 gram per kWh.

VEDLEGG B ENERGIBRUK I MELKEPRODUKSJON

I det følgende vil vi gjennomgå to tilnæringer for å estimere energibruk i melkeproduksjon. Først vil vi se nærmere på Koesling (2017) som blant annet studerer energibruk i melkeproduksjon. Deretter tar vi utgangspunkt i Driftsgranskinger i jordbruket (2016) for å se hva disse sier om elektrisitets- og dieselforbruk i melkeproduksjon.

Koesling (2017): Matthias Koesling har i sitt doktorgradsarbeid (Koesling 2017) studert energibruken ved tyve melkegårder på Vestlandet, ti konvensjonelle og ti økologiske. I fjerde kapittel, «Variation in energy utilization in dairy farming on conventional and organic Norwegian dairy farms and possibilities for improvements» er energibruken ved gårdene kartlagt.

Elektrisitet: Koesling (2017) kommer frem til at konvensjonelle gårder bruker i snitt 7684 MJ elektrisitet per hektar. Dette tilsvarer $7684/3,6=2134$ kWh per hektar. De produserer 20456 MJ melk per hektar. Med næringsinnhold på råmelk tilsvarende 2780 kJ per kilo melk tilsvarer dette $20456\text{MJ}/2780\text{kJ/kilo}= 7358,3$ kilo melk per hektar. Samlet gir dette et forbruk av elektrisitet per kilo melk på $(2134\text{ kWh/ha})/(7358,3\text{ kilo melk/ha})=0,29$ kWh/kilo melk. For økologiske bruk finner Koesling (2017) at de bruker 6035 MJ per hektar. Dette tilsvarer $6035/3,6= 1676$ kWh per hektar. De produserer 12 619 MJ råmelk. Med næringsinnhold på råmelk tilsvarende 2780 kJ per kilo gir dette

$12619\text{MJ}/2780\text{kJ}/\text{kilo} = 4539$ kilo melk per hektar. Dette gir $1676 \text{ (kWh/ha)}/(4539\text{kilo melk/ha}) = 0,37$ kWh per kilo melk i energiforbruk knyttet til elektrisitet.

Diesel: Koesling (2017) finner at konvensjonelle gårder bruker 7475 MJ/ha med fuel. Vi antar at dette er diesel. Diesel inneholder 36,2 GJ per 1000 liter. Dette gir 36,2 MJ per liter diesel. Forbruket av diesel per hektar blir dermed $(7475 \text{ MJ/ha})/(36,2 \text{ MJ/liter}) = 206$ liter/ha. Konvensjonelle bruk gav som nevnt over 7358,3 kilo melk per hektar. Dette gir $(206 \text{ liter diesel/ha}) / (7358,3 \text{ kilo melk}) = 0,028$ liter diesel per kilo melk. Økologiske gårder bruker 4247 MJ/ha med fuel. Vi antar at dette er diesel. Diesel inneholder 36,2 GJ per 1000 liter. Dette gir 36,2 MJ per liter diesel. Forbruket av diesel per hektar blir dermed $(4247 \text{ MJ/ha})/(36,2 \text{ MJ/liter}) = 117,3$ liter/ha. Økologiske bruk gav som nevnt 4539 kilo melk per hektar. Dette gir $(117,3 \text{ liter diesel/ha}) / (4539 \text{ kilo melk/ha}) = 0,026$ liter diesel per kilo melk.

Driftsgranskinger i jordbruket (2016)

Nibio gjør årlig en driftsgransking av jordbruket. Denne granskingen inneholder mange parametere, deriblant elektrisitetsforbruk og drivstoff på gårdsbruk i Trøndelag med melkeproduksjon. I Trøndelag har vi tre størrelseskategorier; mindre enn 30 hektar, mellom 30 og 50 hektar og over 50 hektar. Vi tar utgangspunkt i driftsgranskinger basert på 2016-tall.

Elektrisitet: Driftsgranskingene oppgir forbruket av elektrisitet i kroner hos de tre størrelseskategoriene til 26 363 kroner, 42 667 kroner og 59 851 kroner. Legger vi til grunn en elektrisitetspris på 0,703 kroner per kWh¹ og fastledd ihht NTE Nett sine satser tilsier dette forbruk av elektrisitet på 33 087 kWh, 56 289 kWh og 80 205 kWh. Med omsatt melk på 147 001 kilo, 232 959 kilo og 351 490 kilo gir dette forbruk av elektrisitet i kWh per kilo melk produsert på 0,225 kWh/kilo melk, 0,242 kWh per kilo melk og 0,228 kWh per kilo melk.

Diesel: Vi har ikke funnet statistikk for pris på avgiftsfri diesel i aktuelle tidsperiode. Avgiftspliktig diesel kostet 11,61 i 2016M01 og 14,34 i 2018M04. Dette tilsvarer 23 % økning. Dersom vi legger til grunn samme prisstiging og pris på avgiftsfri diesel i 2018 på 10 kroner uten moms gav dette pris på 8 kroner per liter uten moms i 2016. Med dieselpriis for 2016 på 8 kroner per liter og kostnader knyttet til drivstoff på 27 248 kroner, 40 585 kroner og 70 157 kroner for de ulike størrelseskategoriene gir jordbruksgranskningene dieselforbruket i de tre kategoriene til 3365,6 liter, 5013 liter og 8665,6 liter. Med omsatt melk på 147 001 kilo, 232 959 kilo og 351 490 kilo gir dette dieselforbruk per kilo melk produsert på 0,023 liter diesel per kilo melk, 0,022 liter per kilo melk og 0,024 liter diesel per kilo melk.

¹ Forutsetning, pris på elektrisitet: Energiledd av nettleia: 22,4 øre per kWh, forbruksavgift: 16,6 øre per kWh. Fra agrolavtale: spotpris: 28,9 øre per kWh og forvaltningskost: 2,35 øre per kWh. Samlet: 70,3 øre per kWh.

Samlet vurdering:

Elektrisitet: Analysen av melkegårder på Vestlandet gav elektrisitetsforbruk på konvensjonelle gårder til 0,29 kWh/kilo melk mens økologiske bruk brukte 0,37 kWh/kilo melk. Driftsgranskingene derimot viser et noe lavere forbruk med 0,225 kWh/kilo, 0,242 kWh/kilo og 0,228 kWh/kilo for tre ulike størrelser på gårdsbruk. I analysen ser vi på tre scenario, ett med forbruk av elektrisitet på 0,20 kWh/kilo, et basisscenario med 0,25 kWh/kilo og et høyforbruksscenario med 0,30 kWh/kilo.

Diesel: Analysen av melkegårder på Vestlandet gav dieselforbruk på konvensjonelle gårder til 0,028 liter/kilo (0,2828 kWh/kilo) melk mens økologiske bruk brukte 0,026 liter/kilo (0,2626 kWh/kilo) melk. Driftsgranskingene derimot viser et noe lavere forbruk med 0,023 liter/kilo (0,2323 kWh/kilo), 0,022 liter/kilo (0,2222 kWh/kilo) og 0,024 liter/kilo (0,2424 kWh/kilo) for tre ulike størrelser på gårdsbruk. Vi legger til grunn at 90 % av dieselforbruket ved en gård kan knyttes til melkeproduksjon. I denne rapporten ser vi på tre scenario, ett med dieselforbruk på 0,20 kWh/kilo, et basisscenario med 0,22 kWh/kilo og et høyforbruksscenario med 0,24 kWh/kilo.

VEDLEGG C ENERGIBRUK I SVINEPRODUKSJON

Vi har ikke funnet studier som viser energibruk per kilo svinekjøtt eller smågris i Norge. Bransjen bærer preg av å bruke flere ulike innsatsfaktorer. Energimåling til ulike formål i drifta har ikke hatt stort fokus. Vi har tatt utgangspunkt i tre tilnærminger i denne rapporten. Dette er Driftsgranskinger i jordbruket, en svensk studie av energibruk i jordbruket og en stikkprøve av en svingård. Resultatene vises i tabellen under.

Oppsummert					
Driftsgranskinger	Smågris	Varme	-	kWh/gris	
		El	31,42	kWh/gris	
	Slaktegris	Varme	-	kWh/kg	
		El	0,47	kWh/kg	
	Svenske tall	Smågris	Varme	54,51	kWh/gris
			El	31,42	kWh/gris
Slaktegris		Varme	0,12	kWh/kg	
		El	0,473	kWh/kg	
Stikkprøve		Slaktegris	Varme	94,84	kWh/gris
			El	37,85	kWh/gris
	Varme		0,21	kWh/kg	
		El	0,57	kWh/kg	

Driftsgranskinger i jordbruket (2016): Jordbrukets driftsgranskinger viser at svingårder med kornproduksjon i Trøndelag brukte 54 851 kroner på elektrisitet. Med pris på

elektrisitet på 0,703 kroner per kWh² gir dette et årlig forbruk på 78 066 kWh per bruk. Fjøs-systemer (pers. med.) oppgir at de fleste som installerer varme i grisefjøs i dag har varmeanlegg som bruker noe annet enn elektrisitet til oppvarming. Vi legger derfor til grunn at gårdene som studeres i driftsgranskingene har andre kilder til oppvarming enn elektrisitet. Driftsgranskingene oppgir at foretak som produserer korn og gris i Trøndelag produserer i snitt 73 718 kilo svinekjøtt, 6199 kilo purker og råner, 54 avlsgriser 107,5 småriskull og 1220 salgbare smågriser. Antar vi samme forhold i energibruk mellom smågris og slaktegris som oppgitt i den svenske studien bruker svineproduksjonen 31 kWh per produsert smågris og 0,47 kWh per kilo slaktegris.

Svensk studie: Studien Kartläggning av jordbrukets energianvändning (Baky et al. 2010) har studert energibehovet i griseproduksjon. De kommer til at svensk smågrisproduksjon trenger 86 kWh i energi per gris, hvorav 55 kWh er knyttet til varmebehov. Vi antar at det resterende dekkes av elektrisitet. Videre finner de at svinekjøtt produseres med energiforbruk tilsvarende 0,59 kWh per kilo kjøtt, hvorav 0,12 kWh per kilo er knyttet til varme og de resterende 0,47 kWh per kilo er knyttet til elektrisk drevne apparater som belysning, ventilasjon og foring. Studien poengterer dessuten at det er stor variasjon i hvor mye energi som blir brukt og hvilke kilder denne kommer fra.

Våre antagelser			
	Varme	70	kWh/smågris
Smågris	Elektrisitet	32	kWh/smågris
	Varme	0,17	kWh/kg
Slaktegris	Elektrisitet	0,52	kWh/kg

Stikkprøve: Antar vi samme forhold i energibruk mellom smågris og slaktegris som oppgitt i den svenske studien bruker svineproduksjonen 95 kWh varme og 38 kWh elektrisitet per smågris og 0,21 kWh varme og 0,57 kWh elektrisitet per produsert kg kjøtt.

Samlet vurdering: Basert på dette grunnlaget forutsetter vi i denne rapporten at energiforbruk knyttet til svinehold som oppgitt i tabellen over.

VEDLEGG D ENERGIBRUK I KYLLINGPRODUKSJON

Vi har ikke funnet systematiske analyser av energibruk i kyllingproduksjon i Norge. Ulike aktører har ulike tilnærminger og kalkuleringer. Her gjengir vi noen av dem:

Energibehov:

² Forutsetning, pris på elektrisitet: Energiledd av nettleia: 22,4 øre per kWh, forbruksavgift: 16,6 øre per kWh. Fra agrolavtale: spotpris: 28,9 øre per kWh og forvaltningskost: 2,35 øre per kWh. Samlet: 70,3 øre per kWh.

- Nortura (2015) viser til danske tall. Disse tilsier at det går med 0,85-2,5 kWh per innsatt kylling. Dersom en kylling veier 1,2 kilo tilsvarer dette 0,71-2,08 kWh per kilo kylling.
- Målinger fra SKOV (ventilasjonsleverandør) tilsier at et varmt sommerinnsett trenger 1,75 kWh per kylling mens et kaldt vinterinnsett trenger 1,88 kWh per kylling (Nortura 2015) Dersom en kylling veier 1,2 kilo tilsvarer dette 1,46 og 1,57 kWh per kilo kylling.
- Målinger av propanbruk tilsier 0,85 og 1,70 kWh per kylling (Nortura 2015). Dersom en kylling veier 1,2 kilo tilsier dette 1,42 kWh/kilo kylling.
- Baky et al. (2010) sin kartlegginger av svensk landbruk tilsier at kylling trenger 1,7 kWh tilført energi per kilo produsert kjøtt. Fordelingen er 12 % elektrisitet, 24 % olje og 64 % biobrensel.
- Larsen (2017 Norsk landbruksrådgivning, skriver i «Høring- forslag til tilleggsregulering – forbud mot bruk av mineralolje til oppvarming i driftsbygninger i landbruket og midlertidige bygg» at man trenger 2 kWh energi for å produsere en kylling. Dette tilsvarer 1,7 kWh per kilo kylling.
- Driftsgranskinger i jordbruket (2016): I Trøndelag brukte kyllinggårdene i snitt 35 279 kroner til elektrisk kraft. Med pris på elektrisitet på 0,703 kroner per kWh ut fra energiledd av nettleia 22,4 øre/kWh, forbruksavgift 16,6 øre/kWh, spotpris 28,9 øre/kWh og forvaltningskost 2,35 øre/kWh, gir dette et årlig forbruk på 50 210 kWh per bruk. I tillegg brukte gårdene 78 882 kroner til olje til oppvarming. Antar vi kostnader knyttet til fyringsolje på 10 kroner per liter tilsvarer dette 7 888 liter. En liter fyringsolje inneholder 36,2 MJ energi, som tilsvarer 10,06 kWh. Energiinnholdet i fyringen blir da $7888 \cdot 10,06 = 79\,320$ kWh. Samlet energibehov blir $50\,210 + 79\,320 = 129\,530$ kWh. Med produksjon av i gjennomsnitt 85 748 kyllinger blir dette 1,51 kWh per kylling og tilhørende 1,26 kWh per kilo kyllingkjøtt.

Diesel:

I følge driftsgranskningene brukte de studerte kyllinggårder 36 035 kroner på drivstoff. Legger vi til grunn 8 kroner per liter tilsvarer dette 4 504 liter. Vi legger til grunn at en fjerdedel av dieselforbruket kan knyttes til kyllingproduksjonen. Med kyllingproduksjon på de studerte gårdene på 85 748 stk tilsvarer dette 0,013 liter (0,13 kWh) per kylling, eventuelt 0,011 liter (0,11 kWh) per kilo kyllingkjøtt produsert.

Samlet vurdering, energibehov:

Det er stor variasjon i anslagene på hvor mye energi kyllingproduksjon krever. Det er dessuten sprik i kildematerialet hva angår sammensetningen av energibruk. Vi må derfor gjøre antagelser på energibehovet i kyllingproduksjon. Vi velger å legge følgende til grunn: Kylling trenger 1,7 kWh tilført energi per kilo produsert kylling samt 0,044 liter diesel per kilo kyllingkjøtt. Vi antar dessuten at forbruket av elektrisitet som kreves utgjør 10 % av totalbehovet på 1,7 kWh, tilsvarende 0,17 kWh/kilo. Ettersom det er stor usikkerhet knyttet til energibehovet ser vi på lavt, middels og høyt energibehov i kyllingproduksjon. I Trøndelag produseres det 20 549 678 kyllinger. Dieselforbruket knyttet til disse kyllingene antar vi tilsvarer 2 725 466 kWh diesel.

VEDLEGG E BIOGASSPOTENSIALE I HUSDYRGJØDSEL

Produksjon	Antall dyr	Gjødsel per dyr per mnd, m3	Antall mnd produksjon	Gjødsel per dyr per år, m3	Gjødselmengde, m3	m3 metangass,60 %, per tonn gjødsel	Energiinnhold i gjødsel, kWh
Melkekyr	49 414	1,5	10	15	741 210	14	64 752 106
Ammekyr	15 318	1,5	8	12	183 816	14	16 058 166
Øvrig storfe	120 249	0,6	10	6	721 494	14	63 029 716
Smågris	193 940	0,03	12	0,36	69 818	18	7 842 003
Slaktegris	220 113	0,6	12	7,2	1 584 814	18	178 006 264
Purker, råner	16 077	0,35	12	4,2	67 523	18	7 584 228
Slaktekylling	16 727 416	0,0015	12	0,017	292 491	45	82 131 421
Livkylling	84 064	0,004	12	0,048	4 035	45	1 133 048
Verpehøner	906 674	0,0035	12	0,042	38 080	45	10 692 950
SUM	18 333 265				3 703 282		431 229 902

Antagelser:

- Metangassinhold er hentet fra Bondelaget (2011)
- 1 tonn gjødsel pr m3 gjødsel. Gjødselmengder for ulike dyreslag er hentet fra Nesheim og Stikkeland (2013).
- Antall dyr er hentet fra Landbruksdirektoratets antallstatistikk (2017).
- Livkylling: Antall livkylling = sum livkyllinger i antallstatistikk
- Slaktekylling: Åtte innsett på ett år. Antall slaktekylling = antallstatistikk x 8
- Økologiske og konvensjonelle dyr har samme gjødselmengde
- Melkekyr produserer gjødsel 10 måneder i året
- Ammekyr produserer gjødsel 8 måneder i året
- Slaktegris: tre innsett. Antall slaktegris = antallstatistikk x 3
- Smågris: Antall smågris = antallstatistikk x 4