

Bioforsk Rapport

Vol. 10 Nr. 24 2015

Vurdering av klimatiltak i jordbruket

Beregnet reduksjon av klimagassutslipp av ulike tiltak innen 2050

Arne Grønlund
Bioforsk Miljødivisjonen

www.bioforsk.no



<i>Tittel/Title:</i> Vurdering av klimatiltak i jordbruket. Beregnet reduksjon av ulike tiltak inne 2050.			
<i>Forfatter(e)/Author(s):</i> Arne Grønlund			
<i>Dato/Date:</i> 19.2.1015	<i>Tilgjengelighet/Availability:</i> Åpen	<i>Prosjekt nr./Project No.:</i> 8837	<i>Saksnr./Archive No.:</i>
<i>Rapport nr./Report No.:</i> 24/2015	<i>ISBN-nr./ISBN-no:</i> 978-82-17-01400-3	<i>Antall sider/Number of pages:</i> 19	<i>Antall vedlegg/Number of appendices:</i>
<i>Oppdragsgiver/Employer:</i> Miljødirektoratet		<i>Kontaktperson/Contact person:</i> Maria Malene Kvalevåg	
<i>Stikkord/Keywords:</i> Jordbruk, klimagasser, utslippsreduksjoner, matforbruk		<i>Fagområde/Field of work:</i> Jordkvalitet og klima Soil quality and climate	
<i>Sammendrag:</i> I denne rapporten er det gitt en vurdering av utslippsreduksjonene av ulike tiltak i jordbruket fram til 2050: Omlegging av kostholdet fra rødt til hvitt kjøtt, stans i nydyrking av myr, mindre matsvinn, produksjon av biogass av husdyrgjødsel og restavlinger, omlegging i kostholdet fra kjøtt til vegetabilsk mat. Omlegging fra kjøtt til vegetabilsk mat er det tiltaket som gir størst utslippsreduksjon, ca 12 prosent i forhold til referansebanen i 2050 fulgt av omlegging fra rødt til hvitt kjøtt. Stans i nydyrking av myr og mindre matsvinn er de tiltaket som gir lavest reduksjon i forhold til referansebanen.			

Prosjektleder / Project leader

Lillian Øygarden

Forord

Miljødirektoratet publiserte i oktober 2014 rapporten "Kunnskapsgrunnlag for lavutslippsutvikling" som er et svar på et oppdrag fra Klima- og miljødepartementet. I rapporten er det gitt sektorvise beskrivelser av Norge som lavutslippssamfunn, og en gjennomgang av mulige tiltak som kan realiseres mot 2030. Miljødirektoratet har gitt forutsetningene og foretatt valg av tiltak, mens Bioforsk har bistått med beskrivelse og beregning av effekt av tiltakene.

Miljødirektoratet har gitt Bioforsk i oppdrag å gjøre ytterligere vurderinger av hvordan tiltak i jordbruket kan bidra til å redusere utslipp av klimagasser i 2020, 2025, 2030, 2040 og 2050. Prosjektleder for oppdraget har vært Lillian Øygarden, mens Arne Grønlund har utført beregningene og skrevet sluttrapporten.

Ås, februar 2015.

Innhold

Sammendrag	4
1. Innledning	6
2. Forutsetninger og beregninger.....	7
2.1 Kalkulator for klimagassutslipp	7
2.2 Befolkningsvekst, matforbruk og selvforsyning	7
2.3 Husdyr og melkeytelse	7
2.4 Forbruk av husdyrprodukter	8
2.5 Koeffisienter for utslippsberegninger	8
2.6 Utslipp i referansebanen	11
3. Utslippsreduksjoner av ulike tiltak	12
3.1 Beskrivelse av tiltak.....	12
3.2 Beregnet utslippsreduksjon.....	14
4. Kostnader, usikkerheter og andre miljøeffekter	17
4.1 Kostnader og kostnadseffektivitet (referanser- tidligere rapporter ?).....	17
4.2 Feilkilder og usikkerhet	17
4.3 Andre miljøeffekter.....	18
5. Referanser.....	19

Sammendrag

Jordbruket bidrar til utslipp av metan (CH₄) fra husdyr og husdyrgjødsel, lystgass (N₂O) fra bl. a. mineralgjødsel, husdyrgjødsel og dyrket myr, samt CO₂ fra dyrket myr og mineraljord. Utslippene varierer sterkt mellom ulike produksjoner. I denne rapporten er det gitt en vurdering av utslippsreduksjonene fram til 2050 for følgende tiltak: Omlegging av kostholdet fra rødt til hvitt kjøtt, stans i nydyrking av myr, mindre matsvinn, produksjon av biogass av husdyrgjødsel og restavlinger samt omlegging i kostholdet fra kjøtt til vegetabilsk mat.

Beregningene er gjort ved bruk en excel-basert kalkulator (Grønlund, A. 2015) etter de samme prinsippene som benyttes av SSB i det offisielle klimagassregnskapet for norske utslipp. Framtidig folketall er forutsatt å følge SSBs framskrivninger til 2050. Det er forutsatt uendret selvforsyningsgrad av matvarer fra jordbruket og samme inntak av energi og protein per person som i 2012. I framskrivningene som er lagt til grunn i referansebanen i Nasjonalbudsjett 2015 er det forutsatt høyere melkeytelse og en betydelig reduksjon i antall melkekyr, moderat økning i antall sau, svin og verpehøner og en sterkere økning i antall ammekyr og slaktekyllinger. Beregningene i denne rapporten er gjort med de forutsetninger som er gitt i referansebanen. I tillegg er det beregnet ytterligere effekter av utvalgte tiltak ut over referansebanen.

Omlegging av kostholdet fra rødt til hvitt kjøtt innebærer redusert forbruk av kjøtt fra ammeku og lam, økt forbruk av svinekjøtt, mens forbruket av andre matvarer følger referansebanen. Tiltaket vil føre til utslippsreduksjon fra alle kildene, men størst reduksjon i utslippene fra metan fra fordøyelse.

Stans i nydyrking av myr vil føre til at arealet av dyrket myr reduseres som følge av myrsynking. Nedgangen i areal er beregnet til ca 40 prosent fra 2012 til 2050, og vil føre til reduserte utslipp av CO₂ og lystgass, men den beregnede reduksjonen i lystgassutslippet er lavere enn for omlegging fra rødt til hvitt kjøtt.

Mindre matsvinn vil føre til mindre behov for matproduksjon og tilsvarende reduksjon av klimagassutslipp. Matsvinnet er beregnet til 46 kg per person og forutsettes redusert med 50 prosent innen 2050. Mindre matsvinn vil føre til reduserte utslipp fra alle kildene, men vesentlig mindre reduksjon enn for endring av kostholdet fra rødt til hvitt kjøtt.

Produksjon av biogass fra husdyrgjødsel og restavlinger fra potet og grønnsaker vil føre til reduserte klimagassutslipp fra disse kildene, og dessuten produksjon av biodrivstoff som kan erstatte fossilt drivstoff. Det er forutsatt at 50 prosent av husdyrgjødsel, restavlinger fra potet og grønnsaker går til produksjon av biogass i 2050. Substitusjonseffekten av biogass er større enn reduksjonen i de direkte utslippene når disse måles i CO₂-ekvivalenter.

Omlegging av kostholdet fra kjøtt til vegetabilsk mat innebærer samme forbruk av rødt kjøtt pr person som i tiltaket fra rødt til hvitt kjøtt, redusert forbruk av alle andre kjøttslag og økt forbruk av vegetabilsk mat og fisk. Sammenlignet med omlegging fra rødt til hvitt kjøtt vil dette tiltaket føre til en litt større utslippsreduksjon av metan fra fordøyelse og om lag dobbelt så stor reduksjon fra de andre kildene.

Et lavutslippssenario omfatter gjennomføring av alle enkelttiltakene som ikke overlapper hverandre, det vil si stans i nydyrking av myr, mindre matsvinn, biogass fra husdyrgjødsel og restavlinger og omlegging av kostholdet fra kjøtt til vegetabilsk mat. Sammenlignet med omlegging fra kjøtt til vegetabilsk mat vil dette scenariet gi om lag dobbelt så stor utslippsreduksjon av lystgass.

Når utslippene måles i CO₂-ekvivalenter er omlegging av kostholdet fra kjøtt til vegetabilsk mat det tiltaket som gir størst utslippsreduksjon, ca 12 prosent i forhold til referansebanen i 2050, fulgt av omlegging fra rødt til hvitt kjøtt. Stans i nydyrking av myr og mindre matsvinn er de tiltaket som gir lavest reduksjon.

Flere klimatiltak i jordbruket er billige sammenlignet med tiltak i andre sektorer. Omlegging av kosthold, fra rødt til hvitt kjøtt og fra kjøtt til vegetabilsk mat, samt mindre matsvinn må antas å ha svært lave eller negative kostnader. Kostnadene av stans i nydyrking av myr er beregnet til ca 150 kr per tonn CO₂-ekvivalent når CO₂-tap fra jord er medregnet og ca 800 kroner når bare i lystgassutslipp er medregnet. Produksjon av biogass antas å koste mer enn 1000 kr per tonn CO₂-ekvivalent.

Beregning av utslipp og reduksjoner av klimagasser fra jordbruket er beheftet med betydelig usikkerhet. Metan fra fordøyelse kan beregnet med større nøyaktighet enn klimagasser fra andre kilder. Usikkerheten vil derfor være minst for omlegging av kostholdet fra rødt til hvitt kjøtt og fra kjøtt til vegetabilsk mat, som fører til størst reduksjoner i metanutslipp fra fordøyelse. Utslippsreduksjonen av stans i nydyrking av myr kan være betydelig underestimert som følge av at den faktiske nydyrkingen trolig er større enn forutsatt i referansebanen.

Klimatiltak i jordbruket kan ha andre miljøeffekter. Mindre matsvinn og spesielt omlegging fra kjøtt til vegetabilsk mat fører til redusert behov for åkerareal, og dermed mindre erosjon, utvasking av næringsstoffer og bruk av plantevernmidler. Stans i nydyrking av myr vil spare naturlige myrområder som kan ha viktige økologiske funksjoner. Produksjon av biogass av husdyrgjødsel kan gi grunnlag for en omfordeling fosfor i husdyrgjødsel, lavere fosforforbruk totalt og mindre forurensning, men vil også føre til økt transport.

1. Innledning

Klimagasser fra jordbruket omfatter metan (CH₄), lystgass (N₂O) og karbondioksid (CO₂). De viktigste utslippskildene er fordøyelse hos husdyr, lagring og spredning av husdyrgjødsel, mineralgjødsel, dyrking av myr, avrenning, restavlinger og nedfall av ammoniakk. I tillegg bidrar jordbruket til forbrenning av fossilt brennstoff som nå skal regnes som utslipp fra transportsektoren. CO₂ fra nedbryting av organisk materiale i jord skyldes såkalte arealbruksendringer og omfattes ikke av Kyoto-avtalen, men er likevel reelle utslipp på linje med f. eks. avskoging av regnskog.

Klimagassutslipp fra matproduksjon varierer sterkt avhengig av hva som produseres og hvordan produksjonen skjer. Forbrukerne kan bidra til reduserte utslipp gjennom valg av matvarer som gir lave utslipp og gjennom mindre kasting og svinn av mat. Jordbruket selv kan bidra gjennom valg av driftsformer, produksjonsmetoder og områder for nydyrking.

De viktigste drivkreftene for klimagassutslipp fra jordbruket er befolkningens størrelse, selvforsyningsgrad av mat, forbruksmønster, effektiviteten i matproduksjon, bruk av innsatsfaktorer samt målrettede tiltak for å redusere utslippene.

I denne rapporten er det gitt en vurdering av noen av de viktigste klimatiltakene i matproduksjonen:

- Fra rødt til hvitt kjøtt
- Stans i nydyrking av myr
- Redusert matsvinn
- Produksjon av biogass av husdyrgjødsel og restavlinger
- Fra kjøtt til vegetabilsk mat og fisk.

Produksjon av biokull er et tiltak som har stort potensial for utslippsreduksjon, men er ikke vurdert i denne rapporten på grunn av usikkerhet i teknologi og kostnader. Andre tiltak antas lavere utslippsreduksjon (Grønlund & Harstad 2014).

I 2014 bisto Bioforsk Miljødirektoratet med beskrivelser av tiltak for å redusere klimagassutslipp fra jordbruket som del av rapporten Kunnskapsgrunnlag for lavutslippsutvikling (Miljødirektoratet 2014). I denne rapporten er det gjort ytterligere vurderinger av hvordan tiltak i jordbruket kan bidra til å redusere utslipp av klimagasser.

For hvert av tiltakene skal det beregnes effekt i form av redusert utslipp for årene 2020, 2025, 2030, 2040 og 2050 i forhold til referansebanen fra Nasjonalbudsjett 2015 (NB 2015). Tilsvarende beregning vil også bli gjort for et lavutslippsscenario basert på en kombinasjon av ikke overlappende tiltak. Det vil også bli gitt en vurdering av kostnadsnivået for de enkelte tiltakene, eventuelle overlapp med andre tiltak, usikkerhet, og andre positive eller negative effekter av tiltakene.

2. Forutsetninger og beregninger

2.1 Kalkulator for klimagassutslipp

Ved Bioforsk er det utviklet en excel-basert kalkulator for beregning av klimagasser fra jordbruket (Grønlund, A. 2015, under forberedelse). Utslippene beregnes etter de samme hovedprinsippene som benyttes av SSB i det offisielle klimagassregnskapet, som er basert på årlige oppdateringer av antall husdyr, forbruk av mineralgjødsel, restavlinger, avrenning av nitrogen og areal av dyrket myr, samt faste koeffisienter for lagringsmetoder og spredetidspunkt for husdyrgjødsel, utskillelse av gjødsel fra husdyr og utslipp fra ulike kilder.

Kalkulatoren kan brukes til å beregne utslipp under ulike forutsetninger med hensyn til befolkningsstørrelse, forbruksmønster og gjennomføringsgrad av klimatiltak i jordbruket, og kan derfor brukes til å beregne effekter av tiltak i forhold til referansebanen. Forutsatt uendret selvforsyningsgrad av jordbruksvarer, kan antall husdyr beregnes som funksjon av befolkningsstørrelse, forbruk av ulike matvarer og ytelse i melkeproduksjon. Arealet av ulike vekster beregnes som funksjon av det total forbruket av ulike matvarer, fôrbehov til ulike husdyrprodukter og avlingsstørrelse. Forbruket av mineralsk nitrogen gjødsel beregnes etter samme prinsipp som ved gjødslingsplanlegging, som differansen mellom totalt gjødselbehov og plantetilgjengelig nitrogen i husdyrgjødsel, hvor det totale gjødselbehovet beregnes som funksjon av areal og gjødselbehov for ulike vekster. Arealet av dyrket myr beregnes som en funksjon av beregnet nedgang i areal som følge av myrsynking og årlig nydyrking av myr. En mer detaljert beskrivelse av beregningsmetodene er gitt i de følgende kapitlene.

2.2 Befolkningsvekst, matforbruk og selvforsyning

Framtidig folketall i Norge er forutsatt å følge SSBs befolkningsframskrivninger (tabell 1): <https://www.ssb.no/statistikkbanken/selectvarval/Define.asp?subjectcode=&ProductId=&MainTable=FolkFramT1&nvl=&PLanguage=0&nyTmpVar=true&CMSSubjectArea=befolkning&KortNavnWeb=folkfram&StatVariant&checked=true&checked=true>

Tabell 1. Framskrivninger av folketall i Norge.

År	2012	2020	2030	2040	2050
Befolkning, mill.	5,1	5,45	5,95	6,32	6,61
Befolkning i forhold til 2012	1,00	1,09	1,19	1,27	1,33

Det er forutsatt uendret selvforsyningsgrad av matvarer fra jordbruket. Ved vurdering av tiltak som innebærer endret kosthold er det forutsatt samme inntak av energi og protein per person som i 2012. Forbruk av ulike matvarer og norsk produsert andel er skaffet fra rapporten Utviklingen i norsk kosthold (Helsedirektoratet 2013). Innhold av energi- og protein i ulike matvarer er skaffet fra Matvaretabellen (<http://www.matvaretabellen.no/>).

2.3 Husdyr og melkeytelse

Referansebanen er basert på framskrivninger av melkeytelse, kraftfôrandel i melkeproduksjon og antall av ulike husdyr (tabell 2).

Tabell 2. Framskrivninger av melkeytelse, kraftfôrandel i melkeproduksjon og antall av ulike husdyr. (KILDE ...)

	2012	2020	2030	2040	2050
Ytelse melkeku, kg	7 509	7 977	8 562	9 147	9 732
Kraftfôrandel melk	0,43	0,44	0,46	0,48	0,50
Antall dyr					
Melkekyr	203 592	191 681	178 571	169 574	161 091
Ammekyr	70 434	83 318	99 424	115 529	131 634
Andre storfe	287 665	288 687	291 831	299 293	307 296
Sau	1 512 155	1 559 363	1 618 374	1 677 386	1 736 396
Avlssvin	95 790	98 951	102 900	106 850	110 800
Slaktesvin	465 301	480 651	499 839	519 026	538 214
Verpehøner	4 050 447	4 240 698	4 478 512	4 716 326	4 954 140
Slaktekyllinger	9 816 367	13 322 212	16 937 128	19 399 011	20 754 605

2.4 Forbruk av husdyrprodukter

Framskrivninger av forbruk av ulike husdyrprodukter kan beregnes på grunnlag av framskrivningene av husdyrproduksjon (tabell 2) og befolkningsstørrelse (tabell 1). Forbruket av melk kan beregnes på grunnlag av antall melkekyr, melkeytelse per ku og befolkningsstørrelse. For de andre produktene kan forbruket beregnes på grunnlag av antall dyr og befolkningsstørrelse, forutsatt samme ytelse per dyr (slaktevekt og produksjon av egg) som i 2012. Relativt forbruk av ulike husdyrprodukter per person, i forhold til forbruket i 2012, er vist i tabell 3.

Tabell 3. Relativt forbruk per person av ulike husdyrprodukter i referansebanen i forhold til forbruket i 2012.

	2020	2030	2040	2050
Melk	0,91	0,84	0,80	0,77
Kjøtt fra melkekyr	0,86	0,74	0,66	0,60
Kjøtt fra ammekyr	1,08	1,18	1,29	1,41
Saukjøtt	0,94	0,90	0,87	0,87
Svinekjøtt	0,95	0,90	0,88	0,87
Kyllingkjøtt	1,24	1,45	1,56	1,59
Egg	0,96	0,93	0,92	0,92

2.5 Koeffisienter for utslippsberegninger

Utslipp av metan og lystgass er beregnet med de samme metodene som brukes av SSB i de nasjonale beregningene av klimagassutslipp fra jordbruket. Utslippskoeffisientene for metan fra fordøyelse (enterisk metan) og gjødsellager er vist i tabell 4.

Tabell 4. Utslippskoeffisienter for metan fra fordøyelse og gjødsellager, kg per dyr og år.

	Fordøyelse	Gjødsellager
Melkeku		18
Ammeku	121,9	7,2
Annet storfe	109,0	5,9
Sau > 1 år	17	0,19
Lam	5,4	0,19
Slaktegris	1,5	2,13
Avlspurke	1,5	4,74
Verpehøns	0,02	0,087

Utslippsfaktoren for metan fra fordøyelsen hos melkeku beregnes årlig som funksjon av melkeytelse og kraftfôrandel etter følgende formel:

Opptak av bruttoenergi (MJ/dag)*Konverteringsfaktor for metan/100*365/55,65,

Hvor:

Opptak av bruttoenergi=150,8+0,0205*Melkeytelse (kg)+0,3651*Kraftfôrandel

Konverteringsfaktor for metan=10-0,0002807* Melkeytelse (kg)-0,02304*Kraftfôrandel

Utslipp av lystgass fra husdyrgjødsel er beregnet på grunnlag av mengde nitrogen i husdyrgjødsel (tabell 5) og utslippskoeffisienter for ulike tapskilder ammoniakk og lystgass.

Tabell 5. Utslippskoeffisienter for nitrogen i husdyrgjødsel, kg per dyr og år.

	N totalt	NH ₃ -N
Melkeku	125	72
Ammeku	64,5	36
Annet storfe	70	41
Vinterfôret sau	11,6	6,4
Lam	7,7	4,3
Slaktegris (per innsett dyr)	3,2	2,1
Avlsgris	34,	23
Høner	0,7	0,3
Slaktekylling (per innsett dyr)	0,03	0,01

Andel tap av nitrogen i ammoniakk fra husdyrrom og gjødsellager for ulike husdyrslag er vist i tabell 6.

Tabell 6. Tap av ammoniakk fra husdyrrom og gjødsellager som andel av total ammoniakk utskilt i gjødsla.

	Andel NH ₃ -tap
Storfe	0,08
Sau	0,21
Svin	0,21
Fjørfe	0,45

Andel husdyrgjødsel spredd til ulike årstider og andel ammoniakktap fra spredning er vist i tabell 7. Ammoniakktapet er vist som andel av restmengde ammoniakk etter tap fra husdyrrom og gjødsellager.

Tabell 7. Spredetidspunkt for husdyrgjødsel NH₃-tap ved spredning av husdyrgjødsel.

		Andel av gjødsel spredd	Andel NH ₃ - tap
Åker	Vår	0,24	0,21
	Høst	0,07	0,23
Eng	Vår	0,65	0,41
	Høst	0,04	0,33

Ammoniakk tap fra beite er satt til 0,075 og 0,04 for henholdsvis storfe og sau, som andel av total ammoniakkmengde skilt ut i husdyrgjødsel.

Utslipp av lystgass fra lagring av husdyrgjødsel varierer mellom ulike typer lagringsformer. Andel av husdyrgjødsel lagret ved ulike former er vist i tabell 8.

Tabell 8. Andel gjødsel på ulike lagringsformer

	Bløtgjødsel	Fast gjødsel	Beite
Melkekyr	0,72	0,05	0,23
Andre storfe	0,64	0,05	0,31
Fjørfe	0,27	0,73	0
Sau	0,26	0,30	0,44
Svin	0,88	0,12	0

Utslipp av lystgass fra dyrket myr beregnes som 0,8 kg N₂O-N per dekar som er IPCC's utslippsfaktor. For de andre kildene beregnes utslippene på grunnlag av mengde nitrogen i de enkelte kildene og IPCCs standardfaktorer som er vist i tabell 9.

Utslipp av lystgass fra avrenning og restavlinger er beregnet med forenklete metoder med utgangspunkt i utslippene for 2012, som var antatt å være henholdsvis 1 100 og 280 tonn N₂O. Framtidige utslipp fra avrenning antas å være en funksjon av størrelse på jordbruksarealet og utnyttelsesgraden av mineralgjødsla, mens utslipp fra restavlinger antas å være en funksjon av befolkningsstørrelse og andel restavling som går til biogassproduksjon. Det er nå utviklet nye metoder for beregning av nitrogen i avrenning og restavling som vil bli tatt i bruk i framtidige beregninger.

Nedfall av ammoniakk omfatter summen av ammoniakk tap fra husdyrrom og gjødsellager, spredning fra åker og eng og beite, samt ammoniakk tap fra mineralgjødsla som er beregnet til 0,95 prosent av total nitrogen i mineralgjødsla, som et gjennomsnitt for de mineralgjødslotypene som brukes i Norge.

Tabell 9. Utslippskoeffisienter for lystgass

Kilde	Andel N ₂ O-N av total
Mineralgjødsla tilført jord	0,0125
Husdyrgjødsellager, flytende	0,001
Husdyrgjødsellager, fast	0,02
Husdyrgjødsel tilført jord på beite	0,02
Husdyrgjødsel tilført jord på åker og eng	0,0125
Nedfall av ammoniakk	0,01

Utslipp av CO₂ fra dyrket jord antas å være 0,5 tonn C per dekar fra myr (1,83 tonn CO₂) og 16 kg CO₂ per dekar fra mineraljord.

Substitusjonseffekten av biogass er satt til 3,0 kg CO₂ pr kg biogass, basert på forutsetningen om at ett kg metan erstatter 0,93 kg dieselolje og ett kg dieselolje gir et utslipp på 3,2 kg CO₂.

2.6 Utslipp i referansebanen

Referansebanen fra NB 2015 for utslipp av klimagasser fra jordbruket er vist i tabell 10. I denne referansebanen er det forutsatt en reduksjon i forbruket av mineralgjødning som følge av økt mengde husdyrgjødsel, med en erstatningsfaktor på 0,45 som er forholdstallet mellom redusert nitrogenmengde i mineralgjødning og totalt nitrogen i tilført husdyrgjødsel. Det synes ikke som om det er tatt hensyn til ekstra gjødselbehov til økt produksjonen av fôrvekster og til ammoniakktap fra husdyrrøm og gjødsellager, før spredning på jordet. Disse forholdene anses ikke å ha noen betydning for de beregningene av de effektene som er gjort i denne rapporten, siden redusert nitrogengjødning ikke er blant de vurderte tiltakene for utslippsreduksjon. Endring i spredemetoder for husdyrgjødsel antas å gi liten effekt, bare ca 0,2 av jordbrukets klimagassutslipp, og er dessuten relativt kostbare som følge av stort investeringsbehov (Grønlund & Harstad 2014). Forbruket av mineralisk nitrogengjødning kan reduseres som følge av bedre agronomi og utnyttelsesgrad, men dersom matproduksjonen skal øke, er det ikke tilrådelig å redusere gjødslingen så sterkt at avlingene blir redusert.

Tabell 10. Referansebanen fra NB2015 for utslipp av klimagasser fra jordbruket, målt i 1000 CO₂-ekvivalenter.

	2012	2020	2030	2040	2050
Metan					
Fordøyelse	2 040	2 057	2 086	2 137	2 188
Lagring av husdyrgjødsel	184	156	155	156	156
Sum metan	2 224	2 213	2 241	2 292	2 344
Lystgass					
Husdyrgjødsel	697	713	721	737	752
Mineralgjødning	575	580	577	572	567
Andre kilder	1 004	881	862	846	833
Sum lystgass	2 276	2 174	2 160	2 155	2 151
Sum metan og lystgass	4 499	4 387	4 401	4 447	4 495

Utslippsreduksjonene av de ulike tiltakene måles som differansen i forhold til referansebanen. Bioforsks kalkulator viser et noe lavere utslipp enn referansebanen fra NB 2015. Det skyldes at referansebanen fra NB 2015 er basert på alle typer husdyr i jordbruket i Norge, mens Bioforsks kalkulator foreløpig ikke har rutiner for utslipp fra hest, struts, tamrein, pelsdyr, kalkun, and og gås. I referansebanen fra NB 2015 er imidlertid antallet av disse dyrene forutsatt uendret fram til 2050. Utslippene fra disse dyrene må derfor også antas å være uendret. Utslippsreduksjonene er beregnet i forhold til ny referansebane, basert på Bioforsk kalkulator, hvor disse dyrene ikke inngår. Fravær av disse dyrene i beregningene vil derfor ikke påvirke differansen mellom utslipp ved tiltak og utslipp i referansebanen.

3. Utslippsreduksjoner av ulike tiltak

3.1 Beskrivelse av tiltak

Gjennomføringsgrad av de foreslåtte klimatiltakene er vist i tabell 11.

Fra rødt til hvitt kjøtt

Tiltaket innebærer økt produksjon og forbruk av kjøtt fra svin og fjørfe på bekostning av kjøtt fra ammeku og lam, og forutsetter økt kraftfôrbasert produksjon av og redusert grasproduksjon. Kjøtt fra drøvtyggere er blant de matvarene som gir størst klimagassutslipp per energienhet mat, først og fremst på grunn av utslipp av metan fra fordøyelse og relativt stort fôrforbruk per kg kjøtt.

Produksjon av storfekjøtt i kombinasjon med melkeproduksjon er bestemt av antall melkekyr. I referansebanen er det forutsatt at antall melkekyr i 2050 er redusert til 79 prosent av antallet i 2012, mens folketallet er økt med 33 prosent. Dette innebærer at produksjon av storfekjøtt i kombinasjon med melkeproduksjon blir redusert med 40 prosent per person i forhold til forbruket i 2012. Melkeytelsen per ku forutsettes å øke med 30 prosent fra 2012 til 2050, noe som innebærer at forbruket av melk per person blir redusert med 23 prosent. En ytterligere reduksjon i melkeforbruket antas ikke å være realistisk. Forbruket av storfekjøtt fra melkeproduksjon forutsettes derfor å være lik forbruket i referansebanen. Reduksjonen i forbruk av rødt kjøtt vil derfor i sin helhet gjelde kjøtt fra ammeku og sau. Det forutsettes at forbruket av kjøtt fra ammekyr er redusert til 40 prosent i 2050 i forhold forbruket i 2012. Det foreslås en noe mindre reduksjonen i saueproduksjonen på grunn av den betydningen sauen har for utnytting av bl. a. utmarksbeite.

Stans i nydyrking av myr

Dyrket myr utgjør en stor kilde til utslipp av lystgass og spesielt CO₂. Som følge av dyrkingen vil torvlaget synke og jorda vil enten omdannes til mineraljord eller bli tatt ut av drift. I referansebanen er det forutsatt en årlig nydyrking av myr på to tusen dekar, som er et betydelig mindre areal enn reduksjonen i dyrket myrareal som følge myrsynkingen. Dette vil føre til at det totale arealet av dyrket myr i drift vil reduseres. En stans i nydyrking av myr vil gi en ytterligere reduksjon i arealet av dyrket myr. Effekten i form av reduserte klimagassutslipp vil være proporsjonal med det akkumulerte nydyrkede arealet i referansebanen. Anslaget på to tusen dekar årlig nydyrket myr er meget usikkert. I årene 2005-2013 ble det i gjennomsnitt godkjent ca 14 tusen dekar nydyrking. Dersom arealet med nydyrket myr er proporsjonal med andelen av myr av totalt dyrkbar jord innen hvert fylke, vil årlig nydyrket myrareal være ca 5 tusen dekar.

Stans i nydyrking av myr antas å føre til at arealet av dyrket myr i 2050 er redusert til 61 prosent av arealet i 2012, mens det i referansebanen er forutsatt en reduksjon til 73 prosent.

Mindre matsvinn

Kasting og svinn av mat er beregnet til å utgjøre ca 46 kg per person, hvorav ca 77 prosent er av vegetabilsk og 23 prosent av animalsk opprinnelse. Mindre matsvinn vil føre til mindre produksjon for å dekke matbehovet, og tilsvarende reduksjon av klimagasser fra matproduksjon. Det er nå satt i verk tiltak for å redusere matsvinnet i Norge, se f. eks.: <http://matsvinn.no/hvordan-kommer-jeg-i-gang>.

Det er forutsatt at matsvinnet er redusert med 25 prosent i 2020 og til 50 prosent i 2050, i forhold til 2012. (selv med økende befolkning ?)

Produksjon av biogass av husdyrgjødsel og restavlinger

Husdyrgjødsel og restavlinger er kilde til utslipp av klimagasser, men kan også brukes som råstoff til produksjon av biogass. Innsamling av husdyrgjødsel og restavlinger fra potet og grønnsaker til biogassproduksjon vil både redusere de direkte utslippene av metan, lystgass og ammoniakk fra gjødsellager og lystgass fra restavlinger, og dessuten produsere biogass (metan) som kan brukes om drivstoff som kan erstatte fossilt drivstoff.

Andelen av husdyrgjødsel og restavling av potet og grønnsaker til biogassproduksjon forutsettes å være 25 prosent i 2020 og 50 prosent i 2050, av tilgjengelig mengde.

Tabell 11. Gjennomføringsgrad av tiltak

Tiltak		2020	2030	2040	2040
Rødt til hvitt kjøtt	Forbruk (relative tall i forhold til 2012)				
	Kjøtt ammekyr	0,91	0,74	0,57	0,40
	Svinekjøtt	0,98	0,98	1,00	1,03
Nydyrking av myr	Andel dyrket myr	0,91	0,78	0,69	0,61
Redusert matsvinn	Reduksjon i forhold til 2012	0,25	0,40	0,45	0,5
Biogass	Andel husdyrgjødsel til biogass	0,25	0,35	0,43	0,5
	Andel restavling til biogass	0,25	0,35	0,43	0,5
Fra kjøtt til vegetabilsk	Forbruk (relative tall i forhold til 2012)				
	Kornprodukter	1,00	1,03	1,06	1,09
	Poteter	1,00	1,03	1,06	1,09
	Grønnsaker	1,00	1,04	1,07	1,10
	Frukt og bær	1,00	1,04	1,07	1,10
	Melk	0,91	0,84	0,80	0,77
	Egg	0,96	0,93	0,92	0,92
	Kjøtt ammekyr	0,91	0,73	0,57	0,40
	Lammekjøtt	0,99	0,98	0,90	0,83
	Svinekjøtt	0,98	0,92	0,88	0,84
	Fjørfekjøtt	1,09	1,05	0,95	0,84
	Fisk	1,10	1,15	1,34	1,53
	Sukker	0,96	0,89	0,82	0,75
	Kjøtt totalt	0,96	0,89	0,82	0,75

Fra kjøtt til vegetabilsk mat

Produksjon av animalsk mat bidrar til langt større miljøbelastning og klimagassutslipp enn produksjon av vegetabilsk mat. Tiltaket innebærer økt forbruk av kornprodukter, poteter, frukt og grønnsaker, og redusert forbruk av sukker og kjøtt. Det er forutsatt samme reduksjon i storfekjøtt som ved omlegging fra rødt til hvitt kjøtt og i tillegg en betydelig reduksjon av fjørfekjøtt i forhold til referansebanen. En slik omlegging i kostholdet er i tråd med generelle råd fra kostholdsekspertene. For å opprettholde samme proteininntak som i referansebanen, må reduksjonen i kjøttforbruk kompenseres med økt forbruk av fisk, mens reduksjonen i forbruk av sukker må kompenseres med økt forbruk av kornprodukter, frukt, grønnsaker og poteter for å opprettholde energiinntaket.

Endringene i forbruket av de ulike matvarene er vist i tabell 11. Det er forutsatt en reduksjon av kjøttforbruket per person på 25 prosent i 2050 i forhold til forbruket i 2012. Dette er for øvrig det samme kjøttforbruket som på 1990-tallet. Tiltaket forutsetter 25 prosent reduksjon i forbruket av sukker, og en økning i forbruket av kornprodukter og potet med 9 prosent, frukt og grønnsaker med 10 prosent og forbruket av fisk med 53 prosent.

Lavutslippsscenario

I tillegg til effekten av de enkeltvise tiltakene er det også beregnet utslippsreduksjonen for et lavutslipp-scenario, som omfatter en kombinasjon av de tiltakene som ikke overlapper hverandre:

- Stans i nydyrking av myr
- Redusert matsvinn
- Biogass av husdyrgjødsel og restavlinger
- Fra kjøtt til vegetabilsk mat (som også omfatter tiltaket «fra rødt til hvitt kjøtt»)

3.2 Beregnet utslippsreduksjon

Beregnet utslippsreduksjon av CO₂, metan og lystgass i forhold til referansebanen av de foreslått tiltakene er vist i tabell 12.

Omlegging av kostholdet fra rødt til hvitt kjøtt fører til utslippsreduksjon fra alle kildene, men størst reduksjon i utslippene fra metan fra fordøyelse. Reduksjonen i utslipp av metan og lystgass fra gjødsellager skyldes først og fremst mindre mengde husdyrgjødsel som følge av bedre førutnyttelse hos svin enn hos storfe, mens reduksjon i utslipp av lystgass fra mineralgjødsel skyldes mindre arealbehov og lavere gjødselbehov ved produksjon av korn til svinefôr.

Stans i nydyrking av myr vil først og fremst føre til utslippsreduksjon av CO₂ fra jord, men også av lystgass. Reduksjon av lystgassutslippet er imidlertid lavere enn for omlegging fra rødt til hvitt kjøtt.

Mindre matsvinn fører til redusert produksjon av all typer matvarer, og resulterer derfor i redusert utslipp fra alle kildene, men reduksjonene er vesentlig mindre enn for endring av kostholdet fra rødt til hvitt kjøtt.

Produksjon av biogass fra husdyrgjødsel og restavlinger fører til lavere utslipp av metan, lystgass og ammoniakk fra disse kildene, og føre dessuten til redusert CO₂-utslipp som følge av substitusjonseffekten av biogass. Målt i CO₂-ekvivalenter er de samlede utslippsreduksjonene av metan og lystgass noe lavere enn substitusjonseffekten av biogass. Utslippsreduksjonen av lystgass er omtrent på samme nivå som for omlegging fra rødt til hvitt kjøtt, men reduksjonen i metanutslipp er vesentlig lavere.

Omlegging av kostholdet fra kjøtt til vegetabilsk mat er det tiltaket som gir størst utslippsreduksjon av både metan og lystgass. Sammenlignet med omlegging fra rødt til hvitt kjøtt er forskjellen i metanutslipp fra fordøyelse liten, men fra de andre kildene er reduksjonen om lag dobbelt så stor.

Lavutslippssceneriet omfatter summen av tiltakene stans i nydyrking av myr, redusert matsvinn, biogass av husdyrgjødsel og restavlinger og omlegging av kostholdet fra kjøtt til vegetabilsk mat (tabell 13). Reduksjonen i lystgassutslipp er om lag dobbelt så stor som for omlegging fra kjøtt til vegetabilsk mat, som er det enkelttiltaket som gir størst utslippsreduksjon. For metan er forskjellen i utslippsreduksjon mindre.

Tabell 12. Beregnet utslippsreduksjon av tiltakene enkeltvis (tonn CH₄ og N₂O, 1000 tonn CO₂)

Tiltak		2020	2025	2030	2040	2050	
Fra rødt til hvitt kjøtt	CO ₂	1	3	4	7	10	
	Metan						
	Husdyrfordøyelse	2 250	4 346	6 443	11 238	16 443	
	Husdyrgjødsel	82	160	238	432	653	
	Sum metan	2 332	4 506	6 681	11 670	17 096	
	Lystgass						
	Husdyrgjødsel	25	49	72	127	188	
	Mineralgjødsel	12	24	35	63	93	
	Nedfall ammoniakk	2	4	6	12	18	
	Andre jordbruksutslipp	10	20	29	52	78	
	Sum lystgass	50	96	143	254	376	
	Stans i nydyrking av myr	CO ₂ fra jord	30	65	100	129	153
		Lystgass	21	45	69	89	106
Mindre matsvinn	CO ₂ fra jord	2	3	4	4	5	
	Metan						
	Husdyrfordøyelse	774	1 039	1 304	1 549	1 810	
	Husdyrgjødsel	68	91	114	135	155	
	Sum metan	843	1 131	1 419	1 683	1 966	
	Lystgass						
	Husdyrgjødsel	18	24	30	36	41	
	Mineralgjødsel	27	36	44	51	58	
	Nedfall ammoniakk	2	3	4	4	5	
	Andre jordbruksutslipp	18	24	29	34	39	
Sum lystgass	65	86	108	125	143		
Biogass fra husdyrgjødsel og restavlinger	CO ₂ (substitusjonseffekt)	98	125	151	197	241	
	Metan fra husdyrgjødsel	1 301	1 577	1 854	2 302	2 758	
	Lystgass						
	Husdyrgjødsel	86	107	128	164	200	
	Dekomponering av restavling	3	3	4	5	6	
	Nedfall ammoniakk	43	53	62	78	94	
Sum lystgass	132	163	195	247	300		
Fra kjøtt til vegetabilsk mat	CO ₂ fra jord	1	3	5	11	18	
	Metan						
	Husdyrfordøyelse	1 244	3 014	4 785	10 866	17 823	
	Husdyrgjødsel	99	274	449	847	1 305	
	Sum metan	1 342	3 288	5 233	11 713	19 128	
	Lystgass						
	Husdyrgjødsel	11	40	69	186	316	
	Mineralgjødsel	12	30	49	105	166	
	Nedfall ammoniakk	1	5	9	21	36	
	Andre jordbruksutslipp	8	23	38	86	140	
Sum lystgass	31	98	164	399	659		

Tabell 13. Beregnet utslippsreduksjon av lavutslippsscenarioet (tonn CH₄ og N₂O, 1000 tonn CO₂)

	2020	2025	2030	2040	2050
CO₂					
Fra jord	33	71	109	144	175
Substitusjonseffekt av biogass	98	125	151	197	241
Sum CO ₂	131	196	260	340	416
Metan					
Husdyrfordøyelse	1 999	3 987	5 975	12 124	19 103
Husdyrgjødsel	1 438	1 853	2 268	2 973	3 679
Sum metan	3 437	5 840	8 243	15 096	22 782
Lystgass					
Husdyrgjødsel	113	165	218	360	511
Mineralgjødsel	39	65	91	152	217
Dekomponering av restavling	3	3	4	5	6
Kultivering av myr	21	45	69	89	106
Nedfall ammoniakk	46	58	71	94	117
Andre jordbruksutslipp	26	46	66	118	174
Sum lystgass	246	383	519	817	1 130

De totale utslippsreduksjonene av de ulike tiltakene målt i CO₂-ekvivalenter er vist i tabell 14 og 15. Omlegging fra kjøtt til vegetabilsk mat er det tiltaket som gir størst reduksjon, ca 12 prosent i forhold til referansebanen i 2050, fulgt av omlegging fra rødt til hvitt kjøtt. Når man ser bort fra CO₂, er stans i nydyrking av myr det tiltaket gir lavets reduksjon (tabell 14). Når CO₂ er inkludert, gir stans i nydyrking av myr og produksjon av biogass vesentlig større reduksjon, mens mindre matsvinn er det tiltaket som gir lavest reduksjon.

Tabell 14. Beregnet utslippsreduksjon uten CO₂ fra jord.

	CO ₂ -ekvivalenter, 1000 tonn					% i forhold til referansebanen				
	2020	2025	2030	2040	2050	2020	2025	2030	2040	2050
Uten CO ₂ fra jord										
Rødt til hvitt kjøtt	73	141	210	367	540	1,2	2,4	3,6	6,2	9
Stans i nydyrking av myr	6	13	21	27	32	0,6	1,3	2,0	2,6	3
Mindre matsvinn	40	54	68	79	92	0,7	0,9	1,2	1,4	2
Biogass	72	88	104	131	158	2,8	3,5	4,2	5,5	7
Fra kjøtt til vegetabilsk	43	111	180	412	675	0,7	1,9	3,1	7,0	12
Lavutslippsscenario	159	260	361	621	906	4,7	7,5	10	16	22

Tabell 15. Beregnet utslippsreduksjon med CO₂ fra jord.

	CO ₂ -ekvivalenter, 1000 tonn					% i forhold til referansebanen				
	2020	2025	2030	2040	2050	2020	2025	2030	2040	2050
Med CO₂										
Rødt til hvitt kjøtt	74	144	213	374	550	1,5	3,0	4,4	7,7	11
Stans i nydyrking av myr	36	79	121	155	185	0,1	0,3	0,4	0,6	0,6
Mindre matsvinn	43	57	71	84	97	0,9	1,1	1,4	1,7	1,9
Biogass	170	213	256	328	399	3,6	4,5	5,4	6,8	8,2
Fra kjøtt til vegetabilsk	44	114	185	423	693	0,9	2,4	3,8	8,6	14
Lavutslippsscenario	290	456	621	961	1 323	3,3	5,4	7,5	13	19

4. Kostnader, usikkerheter og andre miljøeffekter

4.1 Kostnader og kostnadseffektivitet

De fleste klimatiltakene i jordbruket er billige sammenlignet med tiltak i andre sektorer. Omlegging av kosthold, fra rødt til hvitt kjøtt og fra kjøtt til vegetabilsk mat, samt mindre matsvinn har knapt noen kostnader i det hele tatt. De kan tvert imot føre til kostnadsbesparelser både for forbrukerne og samfunnet for øvrig i form av lavere utgifter til mat, lavere tilskudd til jordbruket og lavere utgifter til mineralgjødsel og drivstoff.

Kostnadene av stans i nydyrking av myr kan beregnes som merkostnadene av å dyrke skog i stedet for myr som antas å være i størrelsesorden 6000 kr per dekar (Grønlund & Harstad 2014). Ved 5 prosent rente vil den årlige kostnad være ca 300 kr per dekar. Kostnadene per tonn CO₂-ekvivalent kan anslås til ca 150 kr når CO₂-tap fra jord er medregnet og ca 800 kroner når en bare regner med reduksjonen i lystgassutslipp.

Produksjon av biogass antas å være det dyreste av de foreslått tiltakene. En har liten erfaring med etablering og drift av biogass i Norge. Kostnadene er derfor usikre, men må antas å være høyere enn 1000 kr per tonn CO₂-ekvivalent.

4.2 Feilkilder og usikkerhet

Beregning av utslippsreduksjon av de foreslåtte tiltakene er beheftet med de samme feilkildene og usikkerhetene som ved beregning av klimagassutslipp fra jordbruket. Det er forutsatt en høy melkeytelse som gitt i referansebanen. Dersom en hadde valgt lavere ytelse, ville det ha hatt effekt på resultatene, bl. a. i flere melkekyr, høyere metanutslipp og større produksjon av storfekjøtt i kombinasjon med melk.

Metan fra fordøyelse er den kilden innenfor landbruket hvor utslippene kan beregnes med størst nøyaktighet, mens usikkerheten er størst for lystgass hvor utslippene varierer svært mye i rom og tid. Usikkerheten i anslagene i utslippsreduksjon vil derfor være minst for de tiltakene som fører til store reduksjoner i metanutslipp fra fordøyelse, det vil si omlegging av kostholdet fra rødt til hvitt kjøtt og fra kjøtt til vegetabilsk mat.

For stans i nydyrking av myr er det stor usikker knyttet til forutsetningene om omfanget av nydyrking i referansebanen. Som omtalt i kapittel 3.1 vil reduksjonen i klimagassutslipp være proporsjonal med det akkumulerte nydyrkede arealet i referansebanen. Siden det i referansebanen er forutsatt en årlig nydyrking på 2000 dekar, mens det reelle arealet kan være i størrelsesorden 5000 dekar, er det mulig at effekten i form av utslippsreduksjonen er tilsvarende underestimert.

Omlegging av kostholdet fra kjøtt til vegetabilsk mat forutsetter en økning i forbruket av fisk med i overkant av 50 prosent innen 2050. Klimagassutslippene fra produksjon av fisk inngår ikke i jordbrukets klimagassregnskap og er ikke tatt hensyn til i beregningene. En kan imidlertid forutsette at økt forbruk av fisk i Norge skjer på bekostning av eksport, og at det ikke fører til økt produksjon og klimagassutslipp i fiskerisektoren. Det er heller ikke tatt hensyn til at økt forbruk av fisk fører til mindre behov for import av kraftfôr, spesielt soya, hvor dyrkingen antas å kunne føre til avskoging av tropisk regnskog.

4.3 Andre miljøeffekter

De fleste klimatiltak som angår jordbruket kan ha andre positive eller negative miljøeffekter. Mindre matsvinn og omlegging av forbruket fra rødt til hvitt kjøtt og fra kjøtt til vegetabilsk mat vil påvirke arealbehovet for ulike jordbruksvekster. De fleste miljøproblemene i jordbruket er knyttet til åkerdyrking, det vil si til dyrking av korn, poteter og grønnsaker. Økt åkerareal fører generelt til økt erosjon, utvasking av næringsstoffer og bruk av plantevernmidler. Som vist i tabell 16 vil ingen av de foreslåtte tiltakene føre til økt behov for åkerareal i forhold til referansebanen. Omlegging fra rødt til hvitt kjøtt forutsetter samme åkerareal som referansebanen. Siden hvitt kjøtt er kraftfôrbasert, kan dette virke overraskende, med det skyldes at det også brukes betydelig mengde kraftfôr ved kjøttproduksjon av storfe. Mindre matsvinn og spesielt omlegging fra kjøtt til vegetabilsk mat fører til betydelig lavere behov for åkerareal, og vil derfor gi en positiv miljøeffekt. Alle disse tre tiltakene vil føre til lavere behov for grasareal (høstet grovfôr og innmarksbeite) enn referansebanen. Arealbehovet er beregnet på grunnlag av dagens avlingsnivå. Et tilsynelatende overskudd på grasareal kan gi handlingsrom for lavere intensitet i grasdyrking, større vektlegging på kulturlandskap, tidligere høstetidspunkt som fører til bedre fôr kvalitet og mindre kraftfôrbehov.

Stans i nydyrking av myr vil føre til opprettholdelse av naturlige myrområder, som har flere viktige økologiske funksjoner, f. eks. flomdempende effekt og levested for planter, dyr og fugler.

Produksjon av biogass av husdyrgjødsel kan gi grunnlag for en omfordeling fosfor i husdyrgjødsel. Gårdsbruk med husdyr har som regel mer fosfor i husdyrgjødsel enn det som er gjødselbehovet. Når gjødsel er levert fra gården til et biogassanlegg, kan den fosforrike bioresten transporteres til gårdsbruk uten husdyr, som ellers må dekke fosforbehovet ved bruk av mineralgjødsel. Resultatet blir lavere fosforforbruk totalt, mindre forurensning og mindre sløsing med fosfor som er en begrenset ressurs. Produksjon av biogass forutsetter økt transport, både av ubehandlet husdyrgjødsel og av biorest, som også kan bli transporter fra f. eks. Jæren til Østlandet.

Tabell 16. Beregnet behov for jordbruksareal i 2012 og 2050 ved ulike scenarier. Areal i 1000 dekar.

	2012	2050				
		Referanse- bane	Fra rødt til hvitt kjøtt	Mindre matsvinn	Fra kjøtt til vege- tabilsk	Lav- utslipps- scenario
Korn og oljevekster	3 001	3 722	3 762	3 599	3 293	3 186
Andre matvekster	231	306	306	294	335	322
Høstet grovfôr	4 741	4 538	4 023	4 414	3 994	3 892
Innmarksbeite	1 483	1 481	1 337	1 431	1 313	1 269
Annet jordbruksareal	462	462	462	462	462	462
Sum jordbruksareal	9 917	10 509	9 890	10 200	9 397	9 131

5. Referanser

Finansdepartementet 2014. Meld. St. 1 (2014-2015). Nasjonalbudsjettet 2015. 208 s.

Grønlund, A. & Harstad, O.M. 2014. Klimagasser fra jordbruket. Kunnskapsstatus om utslippsskilder og tiltak for å redusere utslippene. Bioforsk rapport nr 11 2014. ISBN nr 978-82-17-01221-4. 50 s.

Grønlund, A. 2015. Kalkulator for beregning av klimagassutslipp fra jordbruket. Bioforsk rapport nr 27, 2015. ISBN 13 nr 978-82-17-01404-1 (Under forberedelse).

Helsedirektoratet 2013. Utviklingen i norsk kosthold 2013. Bestillingsnummer IS-2115. 27 s.

Miljødirektoratet 2014. Kunnskapsgrunnlag for lavutslippsutvikling". Rapport M229-2014, 345 s.