

# MASTEROPPGAVE

Emnekode: BE328E\_1  
Navn på kandidat: Bjørn Vidar Vangelsten

---

Mot et bærekraftig norsk matsystem:  
Effekt på selvforsyningsgrad og norsk  
jordbruk ved redusert konsum av kjøtt

---

Dato: 1. desember 2017

Totalt antall sider: 75

## **Abstract**

To help promote a sustainable Norwegian food system as part of a sustainable global food system, this thesis investigates and quantifies how much Norwegian food self-sufficiency can be increased by reducing meat consumption to the level recommended by Norwegian health authorities and by adapting Norwegian agricultural production to the reduced meat demand. A quantitative model for the Norwegian food system has been developed. It links Norwegian food consumption to the production of feed and food on Norwegian agricultural land as well as to food and feed imports. More than 90% of Norwegian agricultural land is currently used for animal production. Analyzing food energy productivity per area of Norwegian agricultural land, this thesis finds that the land used for plant production for human consumption has roughly a factor 10 higher productivity than land used for animal production. Model simulations reducing meat consumption and reallocating the freed-up land formerly used for feed production to plant production for human consumption increases self-sufficiency significantly. The recommendations from Norwegian health authorities means an estimated 30% reduction of red meat consumption. This could increase Norwegian self-sufficiency from 51% to somewhere between 58% and 80% depending on how much freed-up land previously used for animal feed is re-allocated. 58% in the case where only land used to produce input to feed concentrate is re-allocated, and all freed-up grazing/roughage land is abandoned. 80% in the case when also grazing/roughage land estimated to be suitable for plant production for human consumption is re-allocated.

## Forord

Denne oppgaven er konklusjonen på tre års MBA studier i økologisk økonomi ved Nord universitet. Det har vært en flott og givende reise som jeg er utrolig takknemlig for. Studiet har være en katalysator for meg på flere måter. Det har vært en faglig og personlig oppvåkning. Det har åpnet mine øyne for betydningen av etikk og verdier både i privatlivet, i arbeidet og i forskningen. Det har gitt meg mulighet til å forene jobb og interesse på en helt ny måte. Det har gjort det mulig å faglig komme mye nærmere min kone Amsale slik at vi kan jobbe sammen mot felles mål som vi begge oppfatter som meningsfulle. Det har redusert min personlige kognitive dissonans når det gjelder miljø og klima. Jeg har fortsatt for stort personlig miljøfotavtrykk, og liker fortsatt hamburgere. Men jeg har redusert fotavtrykket en del og jeg liker nå vegetarburgere også. Jeg har blitt kjent med masse spennende mennesker, ikke minst mine medstudenter og det flotte miljøet ved Senter for økologisk økonomi og etikk. Utrolig at slikt kan skje når man nærmer seg 50!

Å kunne arbeide med denne oppgaven har vært som en gave. Global matsikkerhet og framveksten av et bærekraftig matsystem som kan fø oss alle sammen gitt miljøutfordringene vi står ovenfor i tiårene framover er et fantastisk komplisert, viktig og givende tema å jobbe med. Siden jeg mangler faglig bakgrunn fra bioøkonomi og landbruk og måtte starte nærmest fra scratch, har det vært utrolig lærerikt. Jeg har fått ta i bruk min nerdete ingeniørbakgrunn til å gå i dybden med tall og programmering. Så selv om jeg gjennom studiet har fått et mer reflektert forhold til tall og statistikk, har jeg samtidig fått økt interesse for systemanalyser hvor kvantifisering alltid vil være viktig for å forstå hvordan vi ligger an i forhold til systemets grenser.

Som alltid når man utvikler kvantitative modeller og utvikler programvare er det en fare for feil. Jeg har oppdaget en god del feil i testingen av modellen, men at det fortsatt lurer noen feil i sivet er absolutt mulig. *Bruk derfor det presenterte tallmaterialet og resultatene med forsiktighet og et kritisk blick!*

Jeg vil gjerne takke veileder Ove Jakobsen for støtten i arbeidet, og hele Senter for økologisk økonomi og etikk ved Nord universitet for tre flotte år. Og til sist, takk til Amsale for den flotte reisen så langt! Din innsats for å sette oss på et godt spor når det gjelder både personlig og faglig utvikling har hatt uvurderlig betydning. Og selvfølgelig takk til og takk for vår hjerteknuser Selin!

## Sammendrag

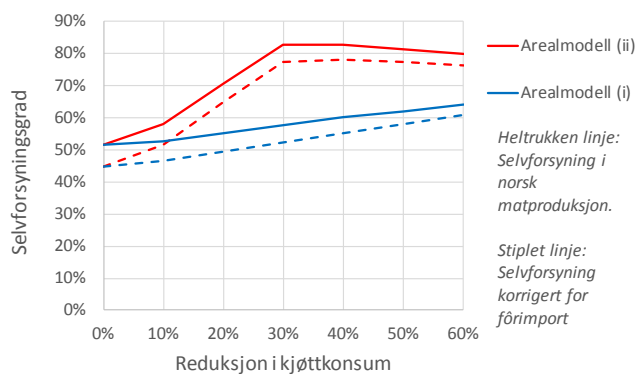
Sentralt i økologisk økonomi (ØØ) er tanken om at jordas ressurser er begrenset og at det finnes en optimal størrelse for økonomien. På overordnet nivå handler denne oppgaven om å anerkjenne konseptuelt at det er en øvre grense for hvor mye mat vi kan produsere på jorda. Globale endringstrender som befolkningsvekst, økt velstand og ressursbruk sammen med miljøutfordringer som klimaendringer, redusert biologisk mangfold, økt press på arealressurser, vannmangel og utarming av matjord peker mot at vi kan nærme oss en situasjon med mulig global matknapphet. I et slikt perspektiv er det naturlig å øke fokuset på matsikkerhet, og se på hvordan det norske matsystemet kan bli mer bærekraftig samtidig som det forsyner oss med en større andel av den maten vi spiser. I dette må det også vurderes om kostholdet vårt er bærekraftig, både ut fra et ressursperspektiv og ut fra et helseperspektiv.

Denne oppgaven undersøker om, og kvantifiserer hvor mye, vi kan øke norsk selvforsyningsgrad av mat ved å redusere kjøttkonsumet til det nivået som norske helsemyndigheter anbefaler, og ved å tilpasse norsk jordbruksproduksjon til den endrede etterspørselen. Oppgaven håper på denne måten å bidra til å fremme et bærekraftig norsk matsystem som del av et bærekraftig globalt matsystem. En kvantitativ modell for det norske matsystemet er satt opp. Den linker norsk matkonsum på energibasis, fordelt på ulike matvaregrupper, til produksjon av fôr og menneskemat på norske jordbruksarealer samt til import av fôrråvarer, matråvarer og ferdigmatprodukter. Modellen kan kjøre ulike scenarier for hvordan det norske matkonsumet i framtiden kan bevege seg mot lavere kjøttandel, og hvordan den norske jordbruksproduksjonen kan tilpasse seg til det endrede konsumet. Ut fra kjøringene kommer endring i selvforsyningsgrad som resultat av det nye konsum- og produksjonsmønsteret.

Norsk selvforsyningsgrad på energibasis er i dag på rundt 50%. Animalske produkter står totalt sett for rundt 38% av energiinntaket, og rundt 65% av proteininntaket. Brød står for rundt 22% av energiinntaket. Grønnsaker og poteter utgjør til sammen rundt 6% av energiinntaket, det samme som frukt og bær. Ulike kilder har ulike analyser av hvor mye mengden rødt kjøtt (helsemyndighetene inkluderer storfe, småfe og svin i sin definisjon) må reduseres for å møte helsemyndighetenes anbefaling om maks 500 gram i uka. I denne oppgaven er det vurdert til å tilsvare 30% reduksjon. En skjerpet versjon av kravet basert på World Cancer Research Fund sitt befolkningsmål på 300 gram rødt kjøtt i uka er estimert å tilsvare 60% reduksjon i norsk konsum.

Av den norske dyrka marka i drift brukes rundt 90% til animalsk produksjon mens kun rundt 10% brukes til dyrking av matvekster. Dette henger blant annet sammen med klimatiske forhold for jordbruk i Norge, norsk matpolitikk og forbrukerpreferanser. Rundt to-tredjedeler av den dyrka marka er gras og grovfôrareal. Korn dekker størstedelen av det arealet som ikke brukes til grovfôr, rundt 30% av all dyrka mark. Imidlertid går mesteparten av norsk korn (80% i perioden 2002-2011) til kraftfôr. Beregningene i denne rapporten viser at matenergien vi får ut per dekar jordbruksareal anvendt til matvekster er rundt ti ganger høyere enn gjennomsnittet for animalsk produksjon. Dette sett i sammenheng med produksjonsmønsteret i norsk jordbruk som i all hovedsak er dreid mot animalsk produksjon, tilsier at det ligger et potensial for økt selvforsyningsgrad ved en omlegging av konsum og produksjon mot høyere andel matvekster.

Dette er også konklusjonen fra en eksempelsimulering som er utført med den utviklede modellen (se figur). Konsumet av alle typer kjøtt (rødt og hvitt) er redusert med samme



prosentandel og energien er erstattet med økt konsum av norskproduserte matvekster på de frigjorte arealene. De blå kurvene viser et minimumspotensial hvor frigjort grovfôrareal fra redusert animalsk produksjon tas ut av drift (dvs nye matvekster produseres kun på tidligere kraftfôrareal) mens de røde

kurvene viser et maksimumspotensial hvor også frigjort grovfôrareal fra animalsk produksjon omdisponeres til matvekster så langt modellen anser at de frigjorte arealene er egnet til det. Simuleringene viser at minimumspotensialet er en økning i selvforsyningsgrad fra referansen på 51% til 58% ved 30% reduksjon i kjøttkonsum, og til 64% ved 60% reduksjon i kjøttkonsum. Tar vi utgangspunkt i maksimumspotensialet er effekten av redusert kjøttkonsum dramatisk. En reduksjon i kjøttkonsum på 30% har potensial for å øke selvforsyningsgraden fra 51% til rundt 80%. Ytterligere reduksjon av kjøttforbruk har ingen effekt, delvis pga overproduksjon av matvekster og delvis pga at modellen i stor grad allerede har omdisponert til matvekster de arealene som er egnet til det. Reduksjon av kjøttproduksjon fra dette nivået vil føre til at grovfôrarealer tas ut av produksjon, og dermed bidra til redusert selvforsyningsgrad. Analysen viser også at kostholdsendingen vil gi positive helseeffekter gjennom en bedre balanse mellom protein, karbohydrat og fett enn dagens norske gjennomsnittskosthold.

## Innholdsfortegnelse

Abstract .....	1
Forord .....	2
Sammendrag.....	3
Innholdsfortegnelse .....	5
Oversikt over tabeller .....	6
Oversikt over figurer .....	8
Oversikt over appendiks.....	9
Begrepsordliste.....	10
1 Innledning.....	11
2 Teori .....	13
3 Metode.....	20
3.1 Innledning .....	20
3.2 Arealressurser .....	20
3.3 Konsumgrupper og produktgrupper .....	21
3.4 Systemmodell .....	22
3.5 Prosedyre for simulering av endret diett og produksjonsmønster .....	23
4 Resultater og diskusjon .....	29
4.1 Dagens situasjon: Konsum av mat i Norge .....	29
4.2 Dagens situasjon: Arealbruk og produksjon i norsk landbruk, import av fôrråvarer og matvarer.....	32
4.3 Scenarier for redusert kjøttforbruk .....	47
4.3.1 Kostholdsanbefalinger fra helsemyndighetene .....	47
4.3.2 Valg av scenarier for reduksjon av rødt kjøtt.....	48
4.4 Hovedanalyse: Effekt på norsk selvforsyningsgrad og norsk jordbruk av redusert kjøttkonsum.....	49
4.4.1 Inndata.....	49
4.4.2 Endring i arealbruk og produksjon i norsk jordbruk .....	52
4.4.3 Effekt på selvforsyningsgrad.....	54
4.4.4 Effekt på fordeling mellom protein, karbohydrat og fett .....	57
4.4.5 Oppsummering .....	58
Litteraturliste .....	61
Vedlegg 1: Resultater fra kontrollkjøringer .....	64
Kontrollkjøring 1: Halvering av konsum av svinekjøtt kompensert med økt grønnsaksproduksjon.....	64
Kontrollkjøring 2: Halvering av konsum av svinekjøtt kompensert med økt konsum/produksjon av grønnsaker, poteter, belgvekster, oljevekster, korn og kornprodukter .....	67
Kontrollkjøring 3: Halvering av konsum av storfekjøtt kompensert med økt konsum av fisk .....	69
Kontrollkjøring 4: Redusert konsum av småfekjøtt kompensert med økt konsum av korn og kornvarer. Illustrasjon av arealmodell: Minimumspotensial vs maksimumspotensial. ....	74

## Oversikt over tabeller

Tabell 1: Gruppering av matvarer for konsum og produksjon i norsk landbruk.....	21
Tabell 2: Norsk matvarekonsum med energi og næringsinnhold .....	30
Tabell 3: Næringsinnhold i norsk kosthold, slik det er oppgitt i Tabell 2, sammenlignet med norske helsemyndigheters anbefalinger (Helsedirektoratet, 2014: 16,18,19).....	32
Tabell 4: Estimerte innsatsfaktorer etter dyrka areal, avling og import, slik disse er grunnlag for mat produsert i Norge i 2011. Kilde: Bakken og Johansen (2014) .....	33
Tabell 5: Avlinger anvendt i beregning av arealbruk.....	33
Tabell 6: Estimert arealbruk i Norge (dekar) og arealer for importert fôr og mat beregnet som ekvivalent norsk innmarksareal.....	37
Tabell 7: Estimert arealbruk (dekar) matvekster (dvs ekskludert vekster til fôr) .....	39
Tabell 8: Estimert arealbruk (dekar), animalske produkter.....	40
Tabell 9: Produksjon av matvekster (dvs ekskludert vekster til fôr): Produksjon og import, arealproduktivitet, selvforsyning og energiinnhold .....	41
Tabell 10: Produksjon av animalske produkter til menneskelig konsum: Produksjon og import (se fotnoter til Tabell 6 for kilder), arealproduktivitet, selvforsyning og energiinnhold .	42
Tabell 11: Oppsummering av norsk produksjon til menneskelig konsum. Detaljer for enkeltprodukter i Tabell 7 til Tabell 10.....	44
Tabell 12: Antatt andel av norsk jordbruksproduksjon som går til konsum i de ulike matvaregruppene. Tall for produkter som går til mer enn én matvaregruppe (f.eks. melkeproduksjon som fordeler seg på matvaregruppene melk, yoghurt, ost, smør, fløte, fløteprodukter) er proporsjonale med norskbasert energiforbruk i de ulike konsumgruppene. ....	46
Tabell 13: Anbefalinger fra norske helsemyndigheters for energiandel i kostholdet fra protein, karbohydrat og fett (Helsedirektoratet, 2014: 16,18,19).....	47
Tabell 14: Kjøttkonsum brutt ned på kjønn og type kjøtt (gram/person/dag). Kilde: Holm Totland m.fl. (2012: 57,60) .....	48
Tabell 15: Konsum av rødt og bearbeidet kjøtt målt som gjennomsnitt for menn og kvinner hentet fra Vedlegg 2 og Vedlegg 3 i Holm Totland m.fl. (2012). Konsumet er delt inn i råvarer og ferdigprodukter da Helsedirektoratet (2016) sin anbefaler maks 500 g ferdigvarer tilsvarende 750 gram råvarer. Bruksandel er beregnet for begge disse andelene.....	49
Tabell 16: Konsumendringer i de ulike matvaregruppene i det analyserte scenariet, sortert fra størst reduksjon til størst økning. Meieriprodukter er redusert med halvparten så mye som kjøtt. Grupper med relativ faktor 2 er økt dobbelt så mye som grupper med relativ faktor 1. ....	50
Tabell 17: Produksjonsendringer i norsk jordbruk i det analyserte scenariet, sortert fra produktgruppene med størst reduksjon til produktgruppene med størst økning. Grupper med relativ faktor $p_v = 5$ er økt fem ganger så mye som grupper med relativ faktor $p_v = 1$ (dvs at hvis gruppen med faktor 1 økes med 10% økes gruppen med faktor 5 med 50%). ....	50
Tabell 18: Fordeling av jordbruksareal de ulike scenariene: Reduksjon i kjøttkonsum med 30% og 60%, og for de to arealøkingsmodellene.....	52
Tabell 19: Selvforsyningsgrad (uten øvre grense på 100%) for de 24 matvaregruppene for 30% og 60% reduksjon i kjøttkonsum, og de to arealøkingsmodellene. Referansesituasjonen er gitt i siste kolonne. ....	55
Tabell 20: Oppsummering av resultater fra kontrollkjøring 1 med halvering av konsum av svin kompensert med økt grønnsakskonsum og -produksjon. ....	64

Tabell 21: Kontrollregning av faktoren «Norskprodusert energi, etter/før» (rad 9, simulering 3 og 4 i Tabell 20). .....	66
Tabell 22: Oppsummering av resultater fra kontrollkjøring 2 hvor simulering 1 har halvering av konsum av svin kompensert med økt konsum/produksjon av grønnsaker, poteter, belgvekster, oljevekster, korn og kornprodukter og simulering 2 er referansesituasjonen. Siste kolonne deler verdi fra simulering 1 med verdi fra simulering 2.....	68
Tabell 23: Oppsummering av produksjonsarealer (dekar) fra kontrollkjøring 3 hvor simulering 1 til 3 har halvering av konsum av storfekjøtt kompensert med økt konsum av fisk og simulering 4 er referansesituasjonen. Simulering 1 og 2 har også halvert konsumet av meieriprodukter fra melkeproduksjonen. ....	71
Tabell 24: Oppsummering av konsum (vekt og energi) og selvforsyningsgrad fra kontrollkjøring 3 hvor simulering 1 til 3 har halvering av konsum av storfekjøtt kompensert med økt konsum av fisk og simulering 4 er referansesituasjonen. Simulering 1 og 2 har også halvert konsumet av meieriprodukter fra melkeproduksjonen. Simulering 1 antar at økt konsum av fisk tas av import alene, mens simulering 2 og 3 antar at selvforsyningsgrad for fisk er uendret, dvs norskprodusert konsum og importkonsum økes proporsjonalt. ....	73
Tabell 25: Oppsummering arealbruk (dekar) for simuleringene i kontrollkjøring 4 .....	74
Tabell 26: Oppsummering selvforsyningsgrad for simuleringene i kontrollkjøring 4.....	75



## Oversikt over figurer

Figur 1: Oppsummering av noen globale trender med betydning for norsk matsikkerhet. Referanser: 1) Climate Action Tracker ( <a href="http://climateactiontracker.org">http://climateactiontracker.org</a> ) 2) Cottis (2015: 59) 3) Müller m.fl. (2015: 3) og UNHCR_WFP (1997: 2) 4) UN (2015: 1) 5) Sans og Combris (2015: 106) 6) Graedel og Allenby (2010: 333).....	13
Figur 2: Sammendrag av framskrevne endringer i avlinger (hovedsakelig hvete, mais, ris og soya), forårsaket av klimaendringer i det 21. århundret. Dataene for hver tidshorisont utgjør til sammen 100 %, med antydning av prosentandelen av framskrivninger som viser økninger henholdsvis reduksjoner i avling. Figuren viser framskrivninger (basert på 1090 datapunkter) for ulike utslippsscenarioer, for tropiske og tempererte regioner og for tilfeller med og uten tilpasning. Endringer i avlinger er uttrykt i forhold til nivåer for slutten av det 20. århundret. Kilde: IPCC (2014: 17).....	14
Figur 3: Andel import i innenlands matkonsum på energibasis. Data for 2011. Kilde: FAO (2017: 29).....	15
Figur 4: Verditriangelet i et bærekraftig samfunn (Ingebrigtsen & Jakobsen, 2006: 584).....	19
Figur 5: Systemskisse som grunnlag for den kvantitative modellen.....	22
Figur 6: Prinsippskisse av prosessen for beregning av endret selvforsyningsgrad.....	23
Figur 7: Utvikling av norsk areal til korndyrking fra 1940 til i dag. Datakilde: SSB (1994a) og SSB (2017d).....	35
Figur 8: Maksimalt historisk areal for ulike vekster i Norge (SSB, 1994a) sammenlignet med norsk arealbruk i 2012 (Arnoldussen m.fl., 2014).....	36
Figur 9: Utvikling i ukentlig konsum av utvalgte matvaregrupper i simuleringen.....	51
Figur 10: Fordeling av jordbruksareal de ulike scenariene: Reduksjon i kjøttkonsum med 30% og 60%, og for de to arealøkingsmodellene. De øverste panelene (a og b) viser hovedgrupperinger i produksjonen. De nederste panelene (c og d) viser detaljert fordeling for hovedgruppen «Andre matvekster».....	53
Figur 11: Selvforsyningsgrad (uten øvre grense på 100%) for utvalgte matvaregrupper som funksjon av redusert kjøttkonsum.....	54
Figur 12: Betydning av kjøttkonsum for selvforsyningsgrad av norsk matkonsum. Sammenligning av de to arealøkingsmodellene: (i) Minimumspotensial, dvs kun dyrking av matvekster på frigitt kraftfôrareal og (ii) Maximumspotensial, dvs dyrking av matvekster også på frigitt grovfôrareal innenfor de definerte maksgrensene for egnethet av norsk jordbruksareal til matvekster. Stiplede linjer viser selvforsyningsgrad korrigert for fôrimport.....	56
Figur 13: Historisk selvforsyningsgrad og selvforsyning av jordbruksprodukter produsert på norsk fôr, 1954-2010, Norge. Kilde: Hageberg og Smedshaug (2013: 6).....	56
Figur 14: Andel av protein, karbohydrater og fett i kosten som funksjon av reduksjon i kjøttkonsum (heltrukne linjer). Stiplede linjer er øvre og nedre grense anbefalt av norske helsemyndigheter (Tabell 13).....	57

## **Oversikt over appendiks**

Vedlegg 1: Resultater fra kontrollkjøringer

## Begrepsordliste

- Selvforsyningsgrad* Andelen av engrosforbruket av matvarer (på energibasis) som kommer fra norsk produksjon. Altså forbruk minus import, delt på forbruk. (Hageberg & Smedshaug, 2013: 7)
- Selvforsyningsgrad i norsk jordbruk.* Beregnes som norsk produksjon (uten fisk) minus eksport (uten fisk), dividert på totalt engrosforbruk (inkludert fisk) (Arnoldussen m.fl., 2014: 8).
- Selvforsyningsgrad korrigert for fôrimport,* Selvforsyningsgrad basert på det som produseres i norsk jordbruk på norsk fôr (dvs at importerte fôrråvarene tas ut av grunnlaget) (Hageberg & Smedshaug, 2013: 7)
- Dekningsgrad* Potensialet for selvforsyning dersom eksporten skulle konsumeres innenlands. Defineres som forbruk pluss eksport minus import, delt på forbruk. (Hageberg & Smedshaug, 2013: 7)
- Selvforsyningsevne* Beregnes ut fra en rekke forutsetninger om omlegging av kosthold og produksjon for å få maksimalt ut av nasjonale ressurser, for eksempel gjennom å øke forbruket av matvekster eller endre kravene til matkorn (Hageberg & Smedshaug, 2013: 7)
- Matsikkerhet* Når alle mennesker til enhver tid har fysisk og økonomisk tilgang til nok og trygg mat for et fullgodt kosthold som møter deres ernæringsmessige behov og matvarepreferanser, som grunnlag for et aktivt liv med god helse (Landbruks\_og\_matdepartementet, 2012: 15).

## 1 Innledning

Denne oppgaven undersøker om, og kvantifiserer hvor mye, vi kan øke norsk selvforsyningsgrad av mat ved å redusere kjøttkonsumet til det nivået som norske helsemyndigheter anbefaler, og ved å tilpasse norsk jordbruksproduksjon til den endrede etterspørselen. Oppgaven håper på denne måten å bidra til å fremme et bærekraftig norsk matsystem som del av et bærekraftig globalt matsystem. Globale endringstrender som befolkningsvekst, økt velstand og ressursbruk sammen med miljøutfordringer som klimaendringer, redusert biologisk mangfold, økt press på arealressurser, vannmangel og utarming av matjord peker mot at vi kan nærme oss en situasjon med mulig global matknapphet. FN sin Food and Agriculture Organization (FAO) skriver at dagens globale matproduksjonssystem, som er ansvarlig for en lang rekke alvorlige miljøproblemer, ikke er bærekraftig (FAO, 2017: xi). I et slikt perspektiv er det naturlig å øke fokuset på matsikkerhet, og se på hvordan det norske matsystemet kan bli mer bærekraftig samtidig som det forsyner oss med en større andel av den maten vi spiser. I dette må det også vurderes om kostholdet vårt er bærekraftig, både ut fra et ressursperspektiv og ut fra et helseperspektiv.

Det finnes globale studier, og enkelte nasjonale studier blant annet fra USA og Nederland, som kvantifiserer gevinsten som kan oppnås i form av mindre arealbruk, høyere selvforsyningsgrad og lavere miljøpåvirkning ved å tilpasse jordbruksproduksjonen til et kosthold med mer moderat kjøttandel. Norge er et land med relativt lite egnet klima for jordbruk. Vi har en relativt liten andel jordbruksareal, og en relativt liten andel av disse arealene er egnet til å dyrke matvekster. Over 90% av norsk dyrka mark brukes til animalsk produksjon. Det vil derfor være interessant å se om det samme gjelder på våre breddegrader. Er det mulig å øke selvforsyningsgraden vesentlig ved å fremme et matkonsum med lavere innslag av animalske produkter, og samtidig tilpasse produksjonen slik at en større andel av arealene benyttes til matvekster?

Denne oppgaven setter opp en kvantitativ modell for det norske matsystemet. Den linker norsk matkonsum på energibasis, fordelt på ulike matvaregrupper, til produksjon av fôr og menneskemat på norske jordbruksarealer samt til import av fôrråvarer, matråvarer og ferdigmatprodukter. Modellen kan kjøre ulike scenarier for hvordan det norske matkonsumet i framtiden kan fordele seg på de ulike matvaregruppene, og hvordan den norske jordbruksproduksjonen kan tilpasse seg til den endrede etterspørselen. Ut fra kjøringene kommer endring i selvforsyningsgrad som resultat av det nye konsum- og

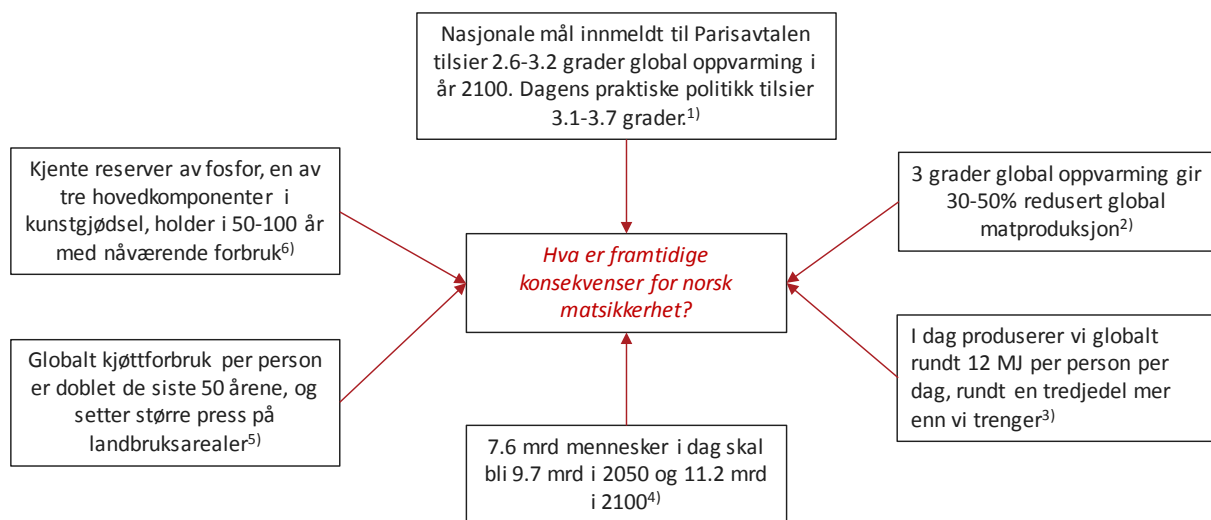
produksjonsmønsteret. Ved å variere konsumet av ulike matvaregrupper og fordelingen av norsk jordbruksareal på ulike produksjonsformer kan modellen estimere et potensial for norsk selvforsyningsgrad.

Dette potensialet er av teoretisk karakter, da modellen tar for gitt at det uten videre er mulig å få befolkningen til å endre sine matvaner i tråd med myndighetenes anbefalinger samt at norsk jordbruk har mulighet til å endre arealbruk og produksjonsmønster for å legge til rette for en produksjon som maksimerer selvforsyningen. Å beregne dette potensialet er likevel interessant da det kan virke mobiliserende. Endring av konsum og produksjonsmønster for å møte langsiktige bærekraftsutfordringer vil uansett måtte skje gradvis og over noe tid. For eksempel økte det gjennomsnittlige norske kjøttkonsumet på engrosnivå fra 53 til 71 kg per person per år på de 16 årene fra 1989 til 2005 (Helsedirektoratet, 2016: 10). Dette er 35%, en kraftig økning på kort tid, men opplevdes nok ikke som så dramatisk for de som opplevde det. En gradvis nedtrapping av kjøttkonsum over tid er nok også mulig gitt at det oppleves som riktig av den enkelte og det brukes politiske og økonomiske virkemidler for å fremme endringen. Å se på hvilken politikk og virkemiddelbruk samt hvilke matpriser som må til for å nærme seg det teoretiske potensialet er likevel utenfor rammen av denne oppgaven.

I neste kapittel settes det opp en teoretisk ramme for arbeidet. Det tegnes opp et bilde av bærekraften, eller mangelen på bærekraft, i det globale matsystemet og hvordan den globale matsikkerhetssituasjonen i tiårene framover kan utvikle seg, gitt viktige globale demografiske og miljømessige trender. Det refereres til ulike strategier for å møte denne utfordringen og hvordan et bærekraftig matsystem både globalt og nasjonalt kan bygges opp. Oppgaven posisjoneres så innenfor denne rammen. I kapittel 3 presenteres modellen som er utviklet og den kvantitative metoden som er brukt. Det formuleres en systemmodell utfra noen nøkkelkonsepter både på konsum- og produksjonssiden. Videre presenteres i detalj prosedyren som er implementert i et dataverktøy som brukes til å simulere endret konsum og produksjon og resulterende endring i norsk selvforsyningsgrad. Kapittel fire presenterer resultater. Først presenteres nåsituasjonen, eller referansesituasjon, både for norsk matkonsum, produksjonen i norsk jordbruk og import av fôr og mat og resulterende selvforsyningsgrad. Dette er satt sammen ved hjelp av data fra en rekke ulike datakilder og publikasjoner. Så begrunnes valg av hovedscenario for analyse nærmere før selve hovedresultatene presenteres og diskuteres. Vedlegg 1 viser resultater fra kontrollkjøringer som er brukt for å dokumentere og illustrere modellens oppførsel.

## 2 Teori

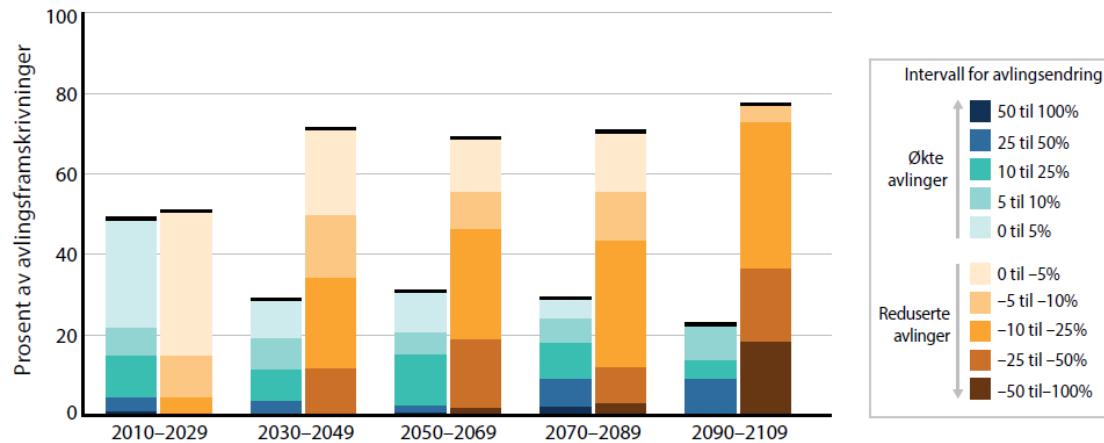
Sentralt i økologisk økonomi (ØØ) er tanken om at jordas ressurser er begrenset og at det finnes en optimal størrelse for økonomien (Daly & Farley, 2011: 16). I stedet for at naturen er en del av økonomien slik klassisk økonomisk teori forutsetter, ser ØØ økonomien som en del av og begrenset av naturen. På overordnet nivå handler denne oppgaven om å anerkjenne konseptuelt at det er en øvre grense for hvor mye mat vi kan produsere på jorda, og at i løpet av en generasjon eller to kan produksjonskapasiteten komme i konflikt med et økende behov for mat for en voksende global befolkning, ikke minst med tanke på trenden om økende kjøttkonsum per capita. Dette teorikapitlet starter med å presentere teori og litteratur som beskriver og peker fram mot denne potensielle konflikten. Dette følges av teori for hvordan et bærekraftig matsystem kan se ut hvor man søker å transformere produksjon og konsum av mat på en slik måte at denne konflikten kan dempes eller unngås helt. Til sist beskriver jeg hvordan denne oppgaven passer inn i transformasjonsprosessen gjennom å utvikle en modell som kan brukes til å analysere bærekraftspotensialet i disse teoriene for norske forhold.



Figur 1: Oppsummering av noen globale trender med betydning for norsk matsikkerhet. Referanser: 1) Climate Action Tracker (<http://climateactiontracker.org>) 2) Cottis (2015: 59) 3) Müller m.fl. (2015: 3) og UNHCR\_WFP (1997: 2) 4) UN (2015: 1) 5) Sans og Combris (2015: 106) 6) Graedel og Allenby (2010: 333)

Global matproduksjon tilsvarer i dag omtrent 2800 kcal/person (Müller m.fl., 2015: 3) eller nesten 12 MJ/dag, noe som er rundt en-tredjedel mer enn behovet (UNHCR\_WFP, 1997). Overkapasiteten kan komme under press som resultat av en rekke globale endringstrender, og skape utfordringer for global, og dermed norsk matsikkerhet (Figur 1). I løpet av det siste hundreåret har verdensøkonomien blitt rundt 30 ganger større og ressursbruken har vokst

tilsvarende (Krausmann m.fl., 2009). Befolkningsveksten og velstandsveksten har gjort at behovet for mat har vokst eksponentielt, og både befolkning og konsum forventes å vokse i tiårene framover. I tillegg til befolkningsveksten har kjøttkonsumet globalt vokst fra 23 til 42 kg per person per år fra 1961 til 2011 (Sans & Combris, 2015: 106).



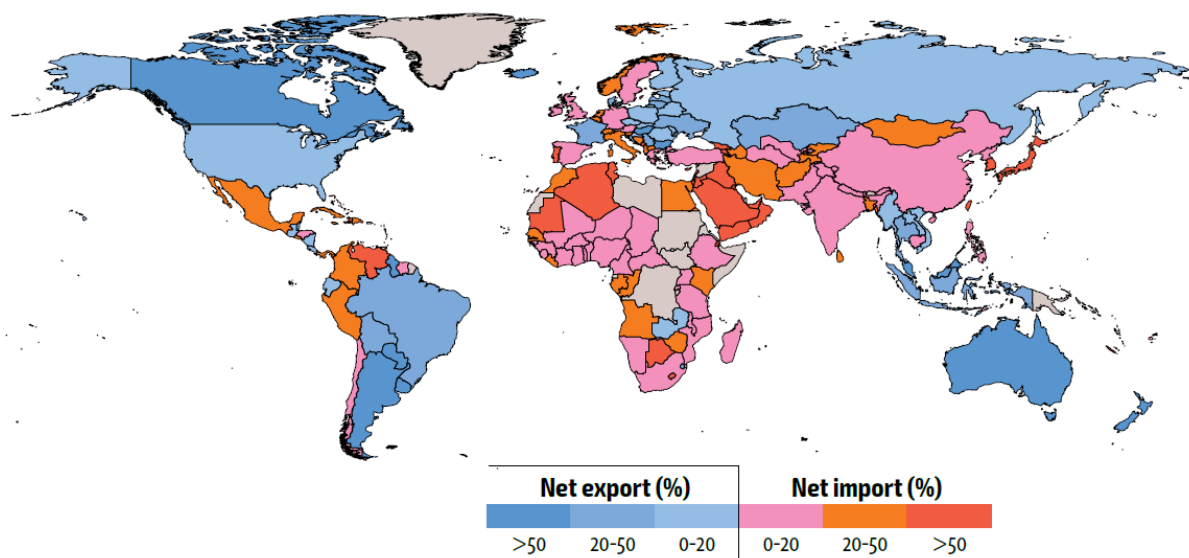
Figur 2: Sammendrag av framskrevne endringer i avlinger (hovedsakelig hvete, mais, ris og soya), forårsaket av klimaendringer i det 21. århundret. Dataene for hver tidshorisont utgjør til sammen 100 %, med antydning av prosentandelen av framskrivninger som viser økninger henholdsvis reduksjoner i avling. Figuren viser framskrivninger (basert på 1090 datapunkter) for ulike utslippsscenarioer, for tropiske og tempererte regioner og for tilfeller med og uten tilpasning. Endringer i avlinger er uttrykt i forhold til nivåer for slutten av det 20. århundret. Kilde: IPCC (2014: 17).

Samtidig er det forventet at mengden mat vi klarer å dyrke, vil bli redusert pga klimaendringer (Figur 2). Climate Action Tracker<sup>1</sup> estimerer at med dagens globale politikk er vi på vei mot et sted mellom 3.1 og 3.7 grader global oppvarming innen år 2100, og allerede ved tre grader kan global matproduksjon gå ned med så mye som 30 til 50% (Cottis, 2015: 59). Botnan (2016: 11-12) skriver om effekten av klimaendringer at «fremtidens avlingskriser vil opptre hyppigere i perioden frem mot 2040 enn i perioden 1951-2010. En 200-årskrise vil snart være en 30-årskrise. [...] Det er på denne bakgrunn matsikkerheten må vurderes, sett opp mot at matproduksjonen må økes med 70 % innen år 2050 for å følge befolkningsveksten og omlegging av spisemønsteret (mer kjøtt)». Andre utfordringer for dagens matsystem og global matproduksjon på sikt er reduksjonen av biologisk mangfold (Ceballos m.fl., 2015), press på

<sup>1</sup> <http://climateactiontracker.org>

begrensede arealressurser og begrensede fosforressurser til kunstgjødsel (Graedel & Allenby, 2010: 333).

I sum vil dette ha potensial til å forårsake økte matpriser og konflikter i internasjonal mathandel. Om den internasjonale mathandelen i en slik situasjon skriver Botnan (2016: 12) at «matmarkedet er spesielt fordi matprisene i den rike del av verden er så lave at moderate prisstigninger ikke vil påvirke forbruksmønsteret vesentlig. Dessuten må også de fattige ha mat, selv om prisene skulle gå opp. Matmarkedet blir derfor lite elastisk samtidig som matforsyning er så viktig at proteksjonistiske tiltak raskt blir iverksatt». Om at norsk fiskeoppdrett og landbruk er sterkt avhengig av importert fôr skriver han videre at «hvis avlingene [i USA og Brasil] skulle svikte alvorlig, kan det bli vanskelig (og dyrt) å opprettholde importen til Norge. Det vil være vesentlig sterkere aktører på markedet. Dette vil kunne få svært alvorlige konsekvenser for norsk fiskeoppdrett og landbruk og trolig også for tilgangen på enkelte matvarer» (Botnan, 2016: 20). Hageberg og Smedshaug (2013: 1-2) understreker det samme når de skriver at «ved knapphet har flere storeksportører tatt i bruk eksportrestriksjoner for å sikre mat til egen befolkning. Hvis klimaendringene fører med seg mer ekstremvær, noe klimaforskerne i dag er sikre på, er det mulig at slike restriksjoner blir vanligere. I en slik situasjon vil Norge kunne rammes, til tross for høy kjøpekraft».



Figur 3: Andel import i innenlands matkonsum på energibasis. Data for 2011. Kilde: FAO (2017: 29)

Norge, som i global sammenheng har meget lav selvforsyningsgrad (Figur 3), er sårbare og i et matsikkerhetsperspektiv vil det være naturlig å se på hvordan vi kan øke norsk selvforsyning



av mat, og hva slags nivåer av selvforsyning vi kan oppnå. Dette er også Botnan (2016: 21-22) sin konklusjon: «I et beredskapsperspektiv kan det derfor virke naturlig å øke selvforsyningsgraden ... Målet for selvforsyning må utvikles som en integrert del av norsk landbruks- og fiskeripolitikk, sett i et miljø-, bistands- og helseperspektiv. Vesentlige spørsmål er om nedgangen i det produktive jordbruksarealet og kornproduksjonen bør stanses, om det skal legges til rette for nydyrking og om avhengigheten av importert kraftfôr bør reduseres».

For å møte matsikkerhetsutfordringene er det både nasjonalt og globalt behov for et bærekraftig matsystem som har fokus både på konsumsiden og produksjonssiden. Schader m.fl. (2015: 2) gjennomgår ulike strategier som blir presentert for å øke bærekraften i global husdyrproduksjon, og deler de inn i tre kategorier (forfatterens oversettelse):

1. Effektivitetsstrategier: Økt produktivitet og effektivitet i husdyrproduksjonen for å møte etterspørselen mens man treffer tiltak for å redusere negativ miljøpåvirkning
2. Etterspørselsstrategier: Fokus på redusert forbruk av kjøtt og andre animalske produkter og i tillegg tiltak for å dreie kjøttforbruk fra drøvtyggere til enmagede dyr.
3. Transformasjonsstrategier: Reduksjon av fôrdyrking på arealer som kan brukes til matvekster. Husdyrproduksjon skal ikke lenger ha rollen som hovedkilden til høykvalitets protein, men være en produksjonsform som utnytter arealer som ikke kan brukes til matvekster.

Schader og hans kolleger konkluderer med at mens effektivitets- og etterspørselsstrategien har blitt modellert i detalj i litteraturen, har det vært relativt lite fokus på bærekraftsstrategi 3: transformasjonsstrategien. Denne strategien innebærer i ytterste konsekvens at husdyr kun spiser grovfôr og sidestrømmer fra matproduksjonen. De finner i sin analyse at denne bærekraftsstrategien kan gi diett med fullgodt proteininnhold og vesentlig lavere miljøpåvirkning både når det gjelder klimagassutslipp, arealbruk, tap av næringsstoffer, bruk av sprøytemidler, vannforbruk og mindre erosjon. I Muller m.fl. (2017) er den samme modellen videreutviklet og brukt til å analysere et scenario hvor de konkluderer at et globalt økologisk landbruk kan produsere tilstrekkelig mat til befolkningen dersom kjøttkonsum reduseres og kjøttproduksjon i hovedsak bruker arealer som ikke kan brukes til matvekster.

I en gjennomgang av internasjonale studier om bærekraftig matkonsum (Auestad & Fulgoni, 2015: 20) har majoriteten fokus på klimagassutslipp fra jordbruket. Dette er også tilfelle for mange av de norske studiene som analyserer hvordan bærekraft i norsk jordbruksproduksjon

kan styrkes. Mittenzwei (2015a) og Mittenzwei (2015b) studerer effekten av redusert konsum av rødt kjøtt på norske klimagassutslipp og effekten av ulike virkemidler som kan brukes for å oppnå dette. Pettersen m.fl. (2017) har gått bredere ut og studert effekten av økt utnyttelse av husdyrgjødsel til biogassproduksjon, vridning fra produksjon og konsum av storfekjøtt enten til frukt, grønt og fisk eller til svinekjøtt, redusert matsvinn og stans i nydyrking av myr. Landbruks\_og\_matdepartementets\_klimautvalg (2016) hadde et tredelt mandat som bestod av (1) vurdere norsk klimapolitikk på landbruksområdet (2) kartlegge kunnskapsstatus og (3) undersøke hvilke muligheter klimaendringer vil kunne gi for norsk landbruk, og samtidig hvilke utfordringer, som vil måtte håndteres. Utvalget foreslo en lang rekke tiltak både for reduserte klimagassutslipp og tiltak for klimatilpasning hvor matsikkerhet både nasjonalt og globalt var et viktig tema. De konkluderer blant annet at «utslippsregnskapet kan bedres dersom en større del av den norske produksjonen består av planteprodukter for direkte konsum, forutsatt at kjøttforbruket reduseres». De er også opptatt av at endring kun på produksjonssiden ikke har effekt på globale utslipp pga karbonlekkasje: «Det er bare to veier til lavere klimaavtrykk av forbrukernes matkonsum. Det er enten å redusere utslippene per produsert enhet, eller å endre kostholdet. Med uendret kosthold vil endringer i produksjonsvolumene i jordbruket i Norge ha begrenset klimaeffekt globalt». (Landbruks\_og\_matdepartementets\_klimautvalg, 2016: 184,188).

Mange av de norske analysene kan sies å legge seg tett opptil Schader sine to første bærekraftsstrategier (effektivitet og etterspørsel). De fleste av studiene påpeker for eksempel at produksjon av rødt kjøtt, i denne sammenhengen drøvtyggere, har store bærekraftsutfordringer sammenlignet med hvitt kjøtt, i denne sammenhengen svin og fjørfe, pga lav arealeffektivitet og metanutslipp fra fordøyelsesprosessen. Bergslid (2015) og Bergslid m.fl. (2016) er kritiske til denne analysen og har en argumentasjon tilsvarende Schaders tredje strategi (transformasjon) når de påpeker at «studiene [som argumenterer for hvitt kjøtt foran rødt kjøtt] tar ikke hensyn til miljøkonsekvenser av at fôret til hvitt kjøtt, i større grad enn rødt kjøtt, konkurrerer med areal som kan brukes til å dyrke åkervekster som vi kan spise uten at det tar veien gjennom fordøyelsen til husdyr. Dersom arealbruken inkluderes i beregningene får rødt kjøtt produsert på fôr fra marginale jordbruksområder og beiter et langt bedre klimaregnskap enn det som ofte presenteres» (Bergslid, 2015: 12). Dette er spesielt relevant for Norge som har lav andel arealer som er godt egnet til matvekster. Ruud m.fl. (2013: 28) er inne på noe av det samme når de skriver at «klimaendringer kan begrense framtidig import av kraftfôrråvarer blant annet

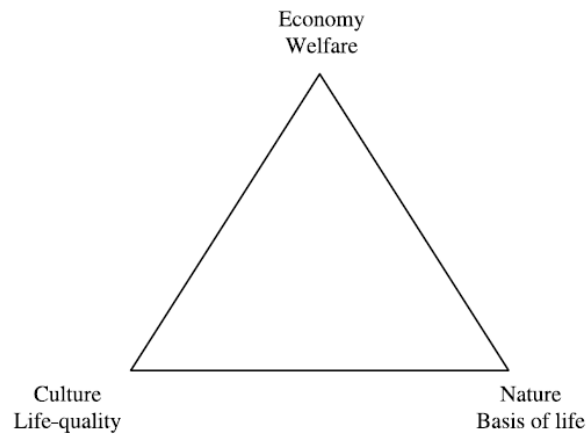
gjennom virkninger på råvarepriser, og vi kan få en utvikling mot mer ekstensive produksjonsformer med større bruk av grovfôr enn i dag».

Bakken og Johansen (2014: 11) ser på hvor stor kjøttproduksjon vi kan opprettholde i Norge uten import av kraftfôr og med økt bruk av utmarksressurser, og beregner endring i selvforsyning. De konkluderer med at «kjøtt, egg og mjølk i mengder som blir konsumert i Norge i dag, ikkje kan produserast ut frå norske arealressursar åleine». De sier vidare at «sjølvforsyningsgraden i Norge vil først kunne auke vesentleg dersom det skjer radikale endringar i kosthaldet. Endringane vil måtte innebere ein overgang frå egg, kjøtt- og mjølkeprodukt til villfisk eller oppdrettsfisk med annan fôrsetel og/eller anna fôrutnytting enn husdyra, og til planteprodukt frå vekstar som kan dyrkast her i landet». De avslutter med å si at modellen de har utviklet som del av sitt studium vil kunne undersøke endringer i selvforsyningsgrad i disse scenarioene også, men disse analysene har ikke blitt gjennomført.

Internasjonalt finnes det en del studier som ser på arealeffektivitet i jordbruksproduksjonen for å tilfredsstille ulike typer dietter. Auestad og Fulgoni (2015: 33) refererer for eksempel til et studium fra Nederland og et fra USA som begge konkluderer med stor økning i arealeffektivitet for kosthold med lavere kjøttkonsum. Det nederlandske studiet konkluderte med opptil 50% lavere arealbruk i de simulerte scenariene hvor plantevekster erstattet en del av meierivarene og kjøtt mens det amerikanske studiet viste mer enn faktor fem forskjell i arealeffektivitet mellom dietten med minst og dietten med mest innhold av fett og kjøtt. Auestad og Fulgoni viser også til et Østerriksk studium som så på endring i nasjonal selvforsyningsgrad og klimagassutslipp fra jordbruksproduksjonen dersom man skulle følge helsemyndighetenes kostholdsråd. De konkluderte også med at lavere kjøttforbruk ville gi redusert arealbruk og lavere klimagassutslipp.

Denne oppgaven presenterer en modell kan brukes til å analysere norske forhold. Den kvantifiserer effekten på norsk selvforsyningsgrad ved redusert kjøttkonsum og omlegging av norsk jordbruk til økt dyrking av matvekster. Modellen kan dermed brukes til å styrke kunnskapen om veien til et bærekraftig matsystem i Norge ved for eksempel å sammenligne effekten på selvforsyningsgrad for Schader m.fl. (2015) sin bærekraftsstrategi 2 (etterspørsel) og 3 (transformasjon). Norske helsemyndigheter (Helsedirektoratet, 2014) har fokus på positive helseeffekter ved redusert kjøttforbruk, spesielt rødt kjøtt (som i deres definisjon også inkluderer svinekjøtt). Oppgaven ønsker å ta inn dette perspektivet. Sammen med fokuset på et globalt matsystem som må være i balanse med sine naturomgivelser, gir dette oppgaven et

perspektiv ut over miljødelen av verditriangelet (Figur 4). Helseaspektet ved redusert kjøttkonsum har på systemnivå betydning for økonomien gjennom bedre velferd og lavere helseutgifter. På individnivå har det betydning for livskvalitet. Dette gir oppgaven et bredt økologisk økonomisk perspektiv når den utviklede modellen testes ut ved å analysere spørsmålet «Hva kan mulige konsekvenser være for norsk jordbruk og selvforsyningsgrad dersom vi følger helsemyndighetenes råd for kjøttforbruk?».



*Figur 4: Verditriangelet i et bærekraftig samfunn (Ingebrigtsen & Jakobsen, 2006: 584)*

### 3 Metode

#### 3.1 Innledning

Oppgaven presenterer en nyutviklet kvantitativ systemmodell som kan brukes til å simulere hvordan en endring i norsk konsum av kjøtt kan påvirke norsk jordbruksproduksjon og selvforsyningsgrad. Modellen kobler norsk matkonsum på energibasis med produksjon av fôr og matvekster på norske utmarks- og innmarksarealer samt med import av fôrråvarer, matråvarer og ferdigmatprodukter. Oppgaven baserer seg utelukkende på bruk av sekundærdata/statistikk som beskriver norsk produksjon, import og forbruk av fôr og mat fra rundt 1950 og fram til i dag. Dataene er samlet inn fra ulike offentlige statistikk-kilder (inkludert SSB, Landbruksdirektoratet, Felleskjøpet, Matvaretabellen, Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap (NMBU), Matportalen, Nortura) og en lang rekke rapporter og publikasjoner utgitt av offentlige faginstitusjoner, forskningsinstitutter, bransjeorganisasjoner, fagutvalg og academia. Det har vært jobbet med å kryssjekke data gjennom bruk av flere ulike kilder, både for å klargjøre forskjell i definisjoner og bruksområde for dataene, og skaffe grunnlag for å vurdere usikkerhet i dataene.

Modellen brukes så til å undersøke om, og estimere kvantitativt hvor mye, vi kan øke selvforsyningsgraden ved å redusere kjøttkonsumet til det nivået som norske helsemyndigheter anbefaler, noe som vil ha en positiv helseeffekt for individet i tillegg til et potensial for økt bærekraft på systemnivå.

#### 3.2 Arealressurser

Den utviklede modellen for produksjonssiden tar utgangspunkt i fem ulike arealressurser som direkte eller indirekte kan brukes til produksjon av menneskemat:

1. Norsk utmarksareal. I modellen regnes dette om til *Ekvivalent innmarksareal fra norsk utmark*, det vil si nødvendig innmarksareal for å produsere tilsvarende antall fôrenheter som hentes fra utmarksbeite.
2. *Norsk dyrka mark som brukes til produksjon av grovfôr*, enten som beiting eller til produksjon av vinterfôr
3. *Norsk dyrka mark som ikke brukes til grovfôrproduksjon*. Denne produksjonen kan enten gå til dyrefôr eller dyrking av matvekster.

4. *Ekvivalent arealbruk importert kraftfôr*: Dette arealet beregnes som det innmarksarealet som vil være nødvendig for å produsere tilsvarende mengde kraftfôrråvarer i Norge.
5. *Ekvivalent arealbruk importert mat*. Dette beregnes som det norske arealet som ville være nødvendig for å produsere den maten som importeres.

### 3.3 *Konsumgrupper og produktgrupper*

Modellen som presenteres nedenfor tar utgangspunkt i (1) dagens konsum av matvarer i Norge, og (2) produksjon av mat i norsk jordbruk. Både konsumet og produksjonen er gruppert. Konsumet er gruppert i matvaregrupper, hovedsakelig i henhold til matinntaksgrupperingen i kostholdsundersøkelsen Norkost 3 (Holm Totland m.fl., 2012: 25). Følgende endringer er gjort:

- For å kunne skille på ulike kjøttslag er matvaregruppen «Kjøtt, kjøttprodukter» delt opp i seks undergrupper: Storfe, Sau, Svin, Fjørfe, Vilt og Annet kjøtt
- De fem matvaregruppene Kaffe, Te, Øl, Vin og Brennevin er ikke tatt med i analysene da råvarene til disse gruppene i all hovedsak blir importert.
- Matvaregruppen «Smør, margarin, olje» er delt opp i undergruppene «Smør», «Margarin» og «Olje og annet fett» for å skille bedre mellom animalske og ikke-animalske produkter.

Dette gir 24 matvaregrupper for konsum (Tabell 1a). Gruppering på produksjonssiden i norsk jordbruk er i hovedsak basert på grupperingen av vekster i Arnoldussen m.fl. (2014: 51,52,58), grupperingen av animalske produkter i Bakken og Johansen (2014: 7) samt undergruppene for poteter i Helsedirektoratet (2017: 29-30). Det gir 18 produktgrupper (Tabell 1b).

*Tabell 1: Gruppering av matvarer for konsum og produksjon i norsk landbruk*

*a) Matvaregrupper for konsum*

#	Navn på matvaregruppe
1	Storfe
2	Svin
3	Småfe: Sau
4	Fjørfe
5	Viltkjøtt
6	Annet kjøtt
7	Brød
8	Melk, yoghurt
9	Ost
10	Fisk, fiskeprodukter
11	Kornvarer
12	Frukt, bær

*b) Produktgrupper i norsk jordbruk*

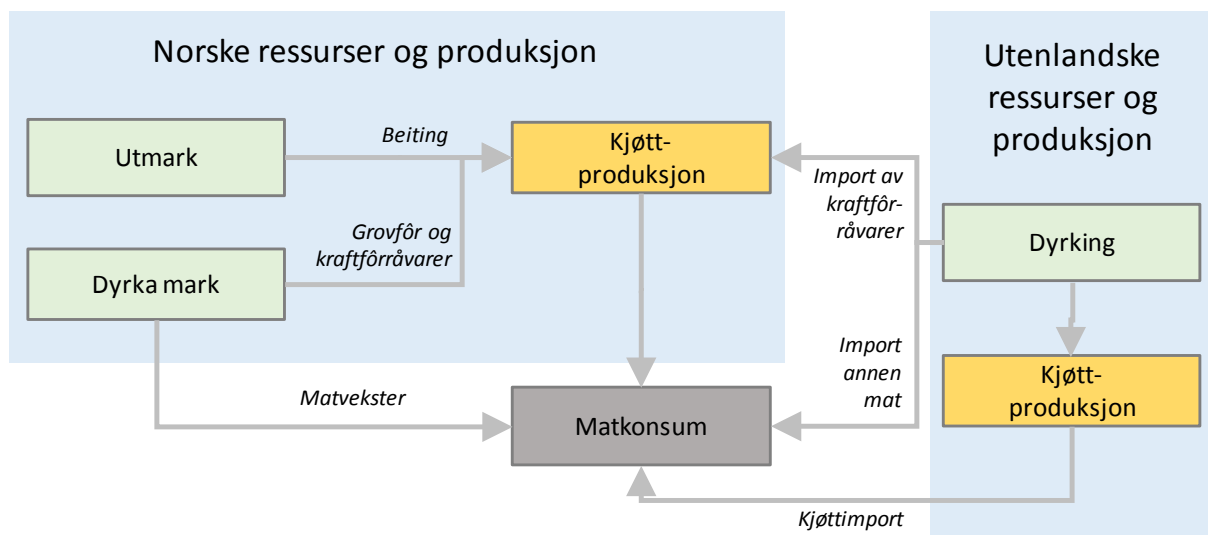
#	Navn på produktgruppe
1	Korn
2	Oljevekster
3	Belgvekster
4	Potet: Matpoteter
5	Potet: Potetchips og pommes frites
6	Potet: Potetmospulver
7	Potet: Potetlomper og potetmel
8	Potet: Potet til sprit
9	Grønnsaker
10	Frukt
11	Hagebær
12	Melk

13	Smør
14	Margarin
15	Olje og annet fett
16	Kaker
17	Grønnsaker
18	Egg
19	Diverse
20	Poteter
21	Sukker, søtsaker
22	Fløte, fløteprodukter
23	Juice, most
24	Saft, brus

13	Storfe: Kjøtt fra melkeproduksjon
14	Storfe: Ammeku
15	Småfe
16	Svin
17	Fjørfe
18	Egg

### 3.4 Systemmodell

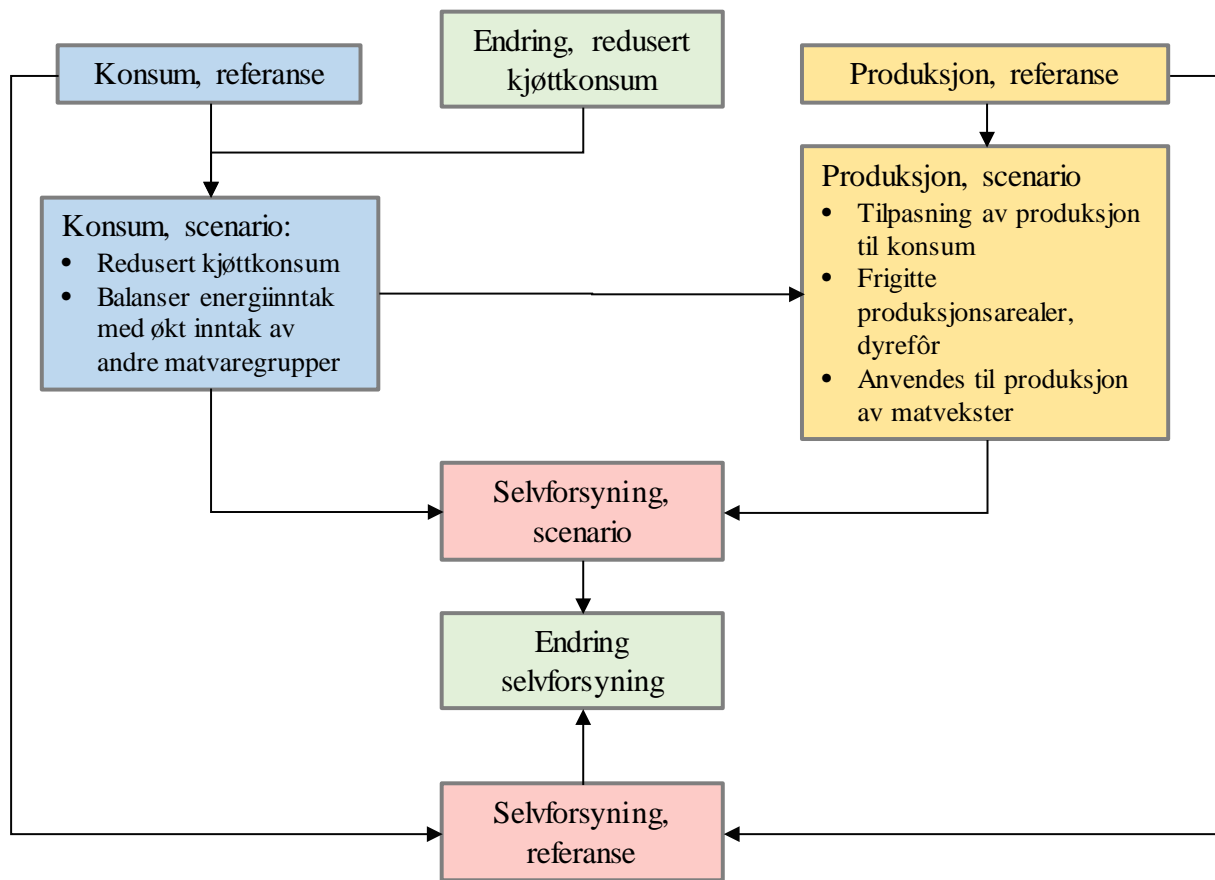
Modellen som er utviklet i denne masteroppgaven linker de norske og internasjonale arealressursene som danner grunnlag for produksjonen av maten vi spiser opp mot det norske matkonsumet (Figur 5). Modellen tar utgangspunkt i norske utmarksressurser og norsk dyrka mark som brukes til produksjon av fôr og matvekster. I tillegg bruker vi utenlandske arealressurser, både til produksjon av importerte fôrråvarer og til produksjon av importert mat. Modellen skiller mellom arealer som brukes til produksjon av animalske produkter, spesielt kjøtt, og arealer som brukes til matvekster.



Figur 5: Systemskisse som grunnlag for den kvantitative modellen

### 3.5 Prosedyre for simulering av endret diett og produksjonsmønstre

Modellen som er utviklet bruker som referanse nåværende<sup>2</sup> norsk konsum, produksjon og import av mat. Den setter så opp scenarier for konsum, produksjon og import av mat hvor redusert kjøttforbruk er en nøkkel for å frigjøre arealressurser til produksjon av matvekster som i dag brukes til produksjon av dyrefôr. Modellen tar som utgangspunkt en endring i konsum av matvarer, og ser så på hvilke endringer som kan gjøres i norsk jordbruk og import av mat for å balansere det endrede konsumet og øke norsk selvforsyning (Figur 6).



Figur 6: Prinsippkisse av prosessen for beregning av endret selvforsyningsgrad

Simuleringen av endret diett og produksjonsmønstre for norsk jordbruk, med beregning av effekt på norsk selvforsyning, har følgende steg:

#### I. Inndata for referansetilstanden:

<sup>2</sup> Det er valgt å bruke årene 2010-12 som referanse for «nåværende» forbruk, konsum og import. Det har sammenheng med tilgjengelighet av data og publikasjoner som danner grunnlaget for modellen og analysene.



- a. Les inndata for referanse-matkonsum. For hver av de 24 matvaregruppene bruker modellen:
- Konsum per person per dag (g/person/dag)
  - Selvforsyningsgrad på energibasis
  - Spesifikt energiinnhold (kJ/g)
  - Hvor stor andel av energien som kommer fra protein, karbohydrater og fett
- b. Les inndata for referanse-produksjon i norsk jordbruk. For hver av de 18 produksjonsgruppene bruker modellen:
- Tall for de fem arealkategoriene Ekvivalent arealbruk utmark, Norsk dyrka mark anvendt til grovfôr, Norsk dyrka mark anvendt til ikke-grovfôr vekster, Ekvivalent arealbruk importert kraftfôr, Ekvivalent arealbruk importert mat (dekar).
  - Potensialt tilgjengelig areal i norsk dyrka mark, dvs et estimat på hvor mye norsk dyrka mark som er egnet for den enkelte produksjonformen (dekar).
  - Energi i produsert mat i Norge/person (kJ/person/dag)
- c. Les inndata for link mellom norsk produksjon (18 produksjonsgrupper) og norsk konsum (24 matvaregrupper). På energibasis angis for hver av de 18 produksjonsgruppene hvor stor andel av norsk jordbruksproduksjon som går til hver enkelt av de 24 matvaregruppene (se Tabell 12).
- II. Definisjon og beregning av nye konsumscenarier. For hver av de 24 matvaregruppene defineres to variabler «Endringskode»,  $c_c$ , og «Endringsverdi»  $c_v$ . Endringskode beskriver hvordan matvaregruppen skal behandles. Fire forskjellige verdier er mulige:
1. Konsum skal beholdes uendret
  2. Konsum skal multipliseres med verdien gitt i variabelen «Endringsverdi». Denne opsjonen kan for eksempel brukes til å redusere kjøttkonsum med en viss prosentandel.
  3. Konsum skal endres til en verdi gitt i variabelen «Endringsverdi». Denne opsjonen kan for eksempel brukes til å redusere kjøttkonsum til et bestemt nivå.
  4. Konsum skal justeres automatisk av modellen slik at totalt energiinntak (summen av energiinnhold i de 24 matvaregruppene) forblir uendret. Denne opsjonen kan for eksempel brukes til å beregne hvor mye mer grønnsaker som må konsumeres for å balansere redusert kjøttkonsum. Variabelen «Endringsverdi» brukes for å angi hvor mye konsumet av denne gruppen skal endres sammenlignet med de

andre matvaregruppene som har Endringskode = 4 og 5. Høy relativ verdi betyr stor endring. Lav relativ verdi betyr liten endring. Ny selvforsyningsgrad for matvaregruppen beregnes som resultat av nye verdier for konsum og produksjon i norsk jordbruk. Nytt konsum,  $c_{new}$ , for disse gruppene beregnes som følger:

$$c_{new} = [(f_c - 1) \cdot c_v + 1] \cdot c_{old}$$

hvor

$f_c$  er justeringsfaktor  
 $c_v$  er endringsverdi  
 $c_{old}$  er referansekonsument

Justeringsfaktor,  $f_c$ , beregnes som følger:

$$f_c = \frac{\Delta e + \sum_{c_c=4,5}(e_{old} \cdot c_v)}{\sum_{c_c=4,5}(e_{old} \cdot c_v)}$$

hvor

$\Delta e$  totalt endret energi summert for alle matvaregrupper som har endringskode,  $c_c = 2$  eller 3  
 $e_{old}$  referanse-energi for hver av matvaregruppene (summeringen foretas for alle matvaregruppene som har endringskode  $c_c = 4$  eller 5)

5. Identisk med Endringskode = 4, men matvaregruppens selvforsyningsgrad skal beholdes uendret. Det vil si at det antas at produksjon og import vil endres proporsjonalt for å tilpasse seg endret konsum. Denne opsjonen er egnet for eksempel for fisk og fiskeprodukter, hvor Norge har stor eksport og økt konsum ikke nødvendigvis vil føre til lavere selvforsyningsgrad.

III. Definisjon og beregning av nye produksjonsscenarier for å tilpasse produksjonen og importen til endringene i matkonsum. Faktorendring i produksjonsbehov på energibasis grunnet endring av matkonsum beregnes som følger:

$$f_{p,e} = \frac{L_{pc}' \cdot e_{c,new}}{L_{pc}' \cdot e_{c,old}}$$

hvor

$L_{pc}'$  er den transponerte versjonen av matrisen som viser hvor stor andel av hver av de 18 gruppene i norsk jordbruksproduksjon som går til konsum i hver av de 24 de ulike matvaregruppene (Tabell 12).  
 $e_{c,new}$  er en stående vektor som viser hvor mye energi som konsumeres per

person per dag for hver av de 24 matvaregruppene i det nye konsumscenariet.

$e_{c,old}$  er en stående vektor som viser hvor mye energi som konsumeres per person per dag for hver av de 24 matvaregruppene i referansescenariet.

For hver av de 18 produksjonsgruppene defineres to variabler «Endringskode»,  $p_c$ , og «Endringsverdi»  $p_v$ . Endringskode beskriver hvordan produksjonsgruppen skal behandles. Fem forskjellige verdier er mulige. De tre første opsjonene brukes typisk til å redusere bruk av dyrka mark (norsk dyrka mark og/eller ekvivalent importareal) for å tilpasse produksjonen og importen til redusert kjøttforbruk. Den siste opsjonen (nr. 5) brukes typisk til å beregne hvor mye dyrka mark som kan frigjøres til matvekster, f.eks. grønnsaker, ved redusert kjøttkonsum. De fem opsjonene er:

1. Tilpass produksjonen og arealbruken til endret matkonsum. Juster først matimport. Dersom forbruket er redusert mer enn importen, justeres også norsk produksjon.
2. Tilpass produksjonen og arealbruken til endret matkonsum. Juster først norsk produksjon. Dersom forbruket er redusert mer enn norsk produksjon, justeres også matimport.
3. Tilpass produksjonen og arealbruken til endret matkonsum. Juster norsk produksjon og matimport proporsjonalt.
4. Hold arealbruk uendret
5. Arealbruk (norsk dyrka mark) skal justeres automatisk av modellen for å balansere endret arealbruk fra gruppene som har endringskode  $p_c = 1, 2$  eller  $3$ . Dette vil normalt være for å beregne økt areal til ulike typer matvekster (grønnsaker, korn, poteter etc) som gjøres mulig grunnet reduserte fôrarealer til kjøttproduksjon. Modellen legger til rette for to ulike måter å beregne hvor mye arealet skal økes:
  - (i) Areal skal økes for å kompensere for frigitt areal (fra gruppene som har endringskode  $p_c = 1, 2$  eller  $3$ ) som tidligere ble brukt til annet enn grovfôr, hovedsakelig areal som har blitt brukt til produksjon av kraftfôrråvarer.
  - (ii) Areal skal økes maksimalt innenfor fire øvre grenser (se tallverdier og kilder i Tabell 7 og Tabell 8):
    1. Totalt jordbruksareal (satt til maks 9 890 508 dekar)
    2. Totalt areal til ikke-grovfôr-dyrking (satt til maks 5 601 289 dekar)
    3. Totalt areal til dyrking av matvekster (satt til maks 4 519 000 dekar)

4. Maksimalt areal egnet til den enkelte vekst direkte til menneskemat (se Tabell 7).

Metode (i) kan betraktes som et minimumspotensial, dvs at kun frigitt kraftfôrareal fortsatt brukes (frigitt dyrka mark til grovfôrproduksjon tas ut av bruk), men nå til dyrking av matvekster. Metode (ii) kan betraktes som et maksimumspotensial, dvs at også frigitt dyrka mark til grovfôrproduksjon kan brukes (innenfor de definerte maksgrensene) til dyrking av matvekster.

Variabelen «Endringsverdi»,  $p_v$ , brukes for å angi hvor mye arealet for denne produksjonsgruppen skal endres sammenlignet med snittet av alle produksjonsgruppene som har Endringskode  $p_c = 5$ . Nye tall for arealet av norsk dyrka mark for hver enkelt produktgruppe,  $A_{new}$ , beregnes som følger:

$$a_{new} = [(f_p - 1) \cdot p_v + 1] \cdot a_{old}$$

hvor

$f_p$  er justeringsfaktor  
 $p_v$  er endringsverdi  
 $a_{old}$  er referanseareal norsk dyrka mark

Justeringsfaktor,  $f_p$ , beregnes som følger:

$$f_p = \frac{\Delta a + \sum_{p_c=5}(a_{old} \cdot p_v)}{\sum_{p_c=5}(a_{old} \cdot p_v)}$$

hvor

$\Delta a$  total endring i norsk dyrka mark summert for alle produksjonsgrupper som har endringskode,  $p_c$ , lik 1, 2 eller 3  
 $a_{old}$  referanseareal norsk dyrka mark (summeringen foretas for alle produksjonsgruppene som har endringskode  $P_c = 5$ ).

Når endring i de fem typene arealbruk er estimert for de 18 produksjonsgruppene, beregnes en faktor,  $f_{p,new/old}$ , som for hver av de 18 produktgruppene gir forholdet mellom produsert energi fra norsk landbruk i det nye scenariet og energien produsert i referanseproduksjonen. Dette transformeres så til en faktor,  $f_{c,new/old}$ , som for hver av de 24 matvaregruppene gir forholdet mellom tilgjengelig energi for konsum fra norsk jordbruk i det nye scenariet og tilgjengelig energi for konsum fra norsk jordbruk i referansekonsumet.

- IV. Beregn selvforsyningsgrad i referanse-situasjonen og for nytt konsum og produksjonsscenario. Ny selvforsyningsgrad,  $s_{new}$ , for hver av de 24 matvaregruppene beregnes som:

$$s_{new} = s_{old} \cdot \frac{f_{c,new/old}}{c_{new}/c_{old}}$$

hvor

$s_{old}$  er selvforsyningsgrad ved referansekonsument

$f_{c,new/old}$  er forholdet mellom tilgjengelig energi fra norsk jordbruk i nytt scenario vs referansesituasjonen

$c_{new}/c_{old}$  er forholdet mellom nytt konsum og referansekonsument

Dette beregnes både når importert fôr regnes som norsk, dvs selvforsyningsgrad basert på norsk produksjon, og når importert fôr ikke regnes som norsk, dvs selvforsyningsgrad korrigeret for fôrimport.

- V. Selvforsyningsgrad i nytt konsum- og produksjonsscenario sammenlignes med referanse-situasjonen.

Modellen er implementert i programvaren Octave v. 4.2.1 som er en gratisversjon av matematikkprogrammet Matlab. Verktøyet muliggjør enkel håndtering av store datamengder, ved å ha en syntax som er basert på vektor og matrisemanipulasjon. Alle inn- og utdata ligger i Excelfiler.

## 4 Resultater og diskusjon

For å feilsjekke modellen<sup>3</sup>, samt dokumentere og illustrere modellens oppførsel er det kjørt kontrollkjøringer. Beskrivelse av kontrollkjøringene er gitt i Vedlegg 1. Dette kapittelet presenterer først datagrunnlaget for referansesituasjonen, det vil si nåværende konsum, produksjon og import av mat. Deretter presenteres og diskuteres resultater fra eksempelsimuleringer av endret konsum og produksjon og hvilke effekter det kan få på norsk selvforsyning av mat.

### 4.1 Dagens situasjon: Konsum av mat i Norge

Tabell 2 gir oversikt over norsk matkonsum. Tallene er fra forbrugerundersøkelsen Norkost 3 (Holm Totland m.fl., 2012) som er representativ for årene 2010 og 2011 mens tall for de ulike kjøttslagene er beregnet ved hjelp tall for 2009 i Svennerud og Steine (2011). Den beregnede selvforsyningsgraden basert på disse konsumtallene er 51,5%, noe som er i god overenstemmelse med Stortingsmelding nr 9 i 2011 om landbruks- og matpolitikken som angir selvforsyningsgraden i Norge for varer produsert i jordbruket til å være 50% (Landbruks\_og\_matdepartementet, 2012). Brød er den største bidragsyteren på energibasis med 1974,0 kJ/dag, tilsvarende 22,1% av energiinntaket. Til sammenligning står kjøtt samlet sett for drøyt 13% av energiinntaket, hvorav svinekjøtt er det kjøttslaget som bidrar mest med 6,9%. Melk og ost er også store bidragsytere på energibasis med 7,4% hver. Animalske produkter står totalt sett for rundt 38% av energiinntaket, og rundt 65% av proteininntaket. Vi spiser 221 gram daglig til sammen av grønnsaker og poteter, noe som er mer enn brød (184 gram) og kjøtt (147 gram), men det utgjør ikke mer enn 5,7% av energiinntaket. Frukt og bær står for en større del av energiinntaket enn grønnsaker og poteter, med totalt 6,3%. Det daglige inntaket av rødt kjøtt, som i Helsedirektoratet (2014: 9) defineres som storfe, småfe og svin, er 109,9 gram.

---

<sup>3</sup> På tross av kontrollkjøringene og forfatterens sjekk av modellens oppførsel tas det likevel forbehold om at det fortsatt kan eksistere feil i modellen som kun kan avdekkes gjennom videre bruk og kritisk vurdering av resultatene.

Tabell 2: Norsk matvarekonsum med energi og næringsinnhold

#	Matgruppe	Konsum <sup>1)</sup> (g/dag)	Energi- innhold <sup>2)</sup> (kJ/g)	Energiandel per gram <sup>2)</sup>			Selv- forsynings- grad <sup>3)</sup>	Energi <sup>4)</sup> (kJ/dag)				Energiandel <sup>5)</sup>	
				Protein	Karbo- hydrat	Fett		Total	Protein	Karbo- hydrat	Fett	Total	Protein
1	Storfe	39,2 <sup>1)</sup>	8,19	40,3 %	0,0 %	59,7 %	82 %	320,7	129,28	0,00	191,45	3,6 %	1,4 %
2	Svin	60,5 <sup>1)</sup>	10,12	33,2 %	0,0 %	66,8 %	98 %	612,2	203,28	0,00	408,92	6,9 %	2,3 %
3	Småfe: Sau	10,2 <sup>1)</sup>	4,73	19,1 %	0,0 %	80,9 %	89 %	48,4	9,24	0,00	39,14	0,5 %	0,1 %
4	Fjørfe	24,3 <sup>1)</sup>	4,67	83,4 %	0,0 %	16,6 %	98 %	113,3	94,50	0,00	18,78	1,3 %	1,1 %
5	Viltkjøtt	3,8 <sup>1)</sup>	4,95	73,1 %	0,0 %	26,9 %	96 %	18,8	13,75	0,00	5,06	0,2 %	0,2 %
6	Annet kjøtt	9,1 <sup>1)</sup>	6,53	43,7 %	0,0 %	56,3 %	100 %	59,2	25,84	0,00	33,34	0,7 %	0,3 %
7	Brød	184,0	10,73	15,4 %	72,7 %	11,9 %	33 % <sup>6)</sup>	1974,0	303,78	1 434,52	235,70	22,1 %	3,4 %
8	Melk, yoghurt	314,0	2,10	26,8 %	48,8 %	24,3 %	99 % <sup>7)</sup>	658,0	176,64	321,17	160,19	7,4 %	2,0 %
9	Ost	44,0	14,95	27,4 %	6,9 %	65,7 %	87 %	658,0	180,56	45,14	432,29	7,4 %	2,0 %
10	Fisk, fiskeprodukter	67,0	5,61	43,2 %	9,8 %	47,0 %	80 %	376,0	162,38	36,91	176,71	4,2 %	1,8 %
11	Kornvarer	40,0	14,10	11,3 %	77,5 %	11,2 %	33 % <sup>6)</sup>	564,0	63,57	437,02	63,41	6,3 %	0,7 %
12	Frukt, bær	178,0	3,17	5,7 %	71,5 %	22,8 %	5 %	564,0	32,25	403,08	128,67	6,3 %	0,4 %
13	Smør	6,0	30,51	0,3 %	0,3 %	99,4 %	97 %	183,9	0,51	0,51	182,88	2,1 %	0,0 %
14	Margarin	11,2	29,68	0,1 %	0,2 %	99,7 %	20 %	332,3	0,38	0,57	331,30	3,7 %	0,0 %
15	Olje og annet fett	13,8	20,47	0,0 %	0,0 %	100,0 %	20 %	282,0	0,00	0,00	282,00	3,2 %	0,0 %
16	Kaker	35,0	13,43	6,9 %	51,8 %	41,3 %	17 %	470,0	32,45	243,35	194,20	5,3 %	0,4 %
17	Grønnsaker	155,0	1,82	20,0 %	66,7 %	13,3 %	49 %	282,0	56,42	188,06	37,52	3,2 %	0,6 %
18	Egg	25,0	6,20	35,7 %	0,8 %	63,4 %	99 %	155,0	55,40	1,28	98,32	1,7 %	0,6 %
19	Diverse	108,0	1,74	15,4 %	38,5 %	46,1 %	51 %	188,0	28,96	72,39	86,65	2,1 %	0,3 %
20	Poteter	66,0	3,39	8,5 %	90,4 %	1,2 %	60 %	223,7	18,92	202,24	2,57	2,5 %	0,2 %
21	Sukker, søtsaker	18,0	15,67	5,1 %	64,2 %	30,7 %	1 %	282,0	14,47	180,91	86,62	3,2 %	0,2 %
22	Fløte, fløteprodukter	22,0	8,55	8,7 %	21,8 %	69,5 %	100 %	188,0	16,38	40,94	130,68	2,1 %	0,2 %
23	Juice, most	107,0	1,76	0,0 %	100,0 %	0,0 %	5 % <sup>8)</sup>	188,0	0,00	188,00	0,00	2,1 %	0,0 %
24	Saft, brus	240,0	0,78	0,0 %	100,0 %	0,0 %	3 %	188,0	0,00	188,00	0,00	2,1 %	0,0 %
	<b>SUM</b>	<b>1781,0</b>					<b>51,3 %</b>	<b>8929,5</b>	<b>1619,0</b>	<b>3984,1</b>	<b>3326,4</b>	<b>100 %</b>	<b>18,1 %</b>

1. Hovedkilde er forbrukstall fra 2010-11 fra Holm Totland m.fl. (2012: 25). Andel for ulike kjøttslag er proporsjonal med forbruksdata fra Svennerud og Steine (2011: 8). Kaffe, te, vann og alkoholholdige drikker er utelatt.
2. Energiinnhold per gram matvare og fordeling på proteinenergi, karbohydratenergi og fettenergi er hentet dels fra [www.matvaretabellen.no](http://www.matvaretabellen.no) og dels ved å tilbakeregne fra tall for næringsinnhold i de ulike matvaregruppene fra Holm Totland m.fl. (2012: 43).
3. Selvforsyningsgrad for de ulike matvaregruppene er estimert utfra tall for 2009 og 2014 i Helsedirektoratet (2017: 66). For de enkelte kjøttslagene er selvforsyningsgrad estimert ved bruke importtall for 2012 fra SSB (2017a).
4. Energiinntak per dag er beregnet fra konsum per dag (g/dag) multiplisert med energiinnhold (kJ/g). For å få proteinenergi, karbohydratenergi og fettenergi multipliseres det også med Energiandel per gram for hver av de tre næringsgruppene.
5. Energiandel gir relativ betydning av den enkelte matvaregruppe som bidragsyter til energi og proteinenergi i kosten.
6. Selvforsyningsgrad for brød er antatt lik selvforsyningsgrad for kornvarer.
7. Selvforsyningsgrad for melk er 100%. For yoghurt er den ca 90%.
8. Selvforsyningsgrad for juice er antatt lik selvforsyningsgrad for frukt og bær



Næringsinnholdet på energibasis for hovedgruppene protein, karbohydrat og fett er oppsummert i Tabell 3. Dette viser at det norske kostholdet har et relativt høyt innhold på energibasis av protein (18,1%) og fett (37,3%), selv om begge energiandelene er innenfor de anbefalte grensene på henholdsvis maksimalt 20% og 40%. Imidlertid medfører dette at karbohydratinholdet på energibasis (44,6%) er akkurat under nedre anbefalt grenseverdi på 45%. I sum er det dermed et potensial for å dreie kostholdet mot redusert proteinandel og fettandel. Dette kan oppnås ved å redusere konsumet av kjøtt, en matvaregruppe som typisk har høyt protein og fettinnhold (se Tabell 2), og kompensere for eksempel med grønnsaker som er en matvaregruppe med høy karbohydratandel.

*Tabell 3: Næringsinnhold i norsk kosthold, slik det er oppgitt i Tabell 2, sammenlignet med norske helsemyndigheters anbefalinger (Helsedirektoratet, 2014: 16,18,19).*

Kostholdskilde		Energiandel		
		Protein	Karbohydrat	Fett
Norsk kosthold (Tabell 2)		18,1 %	44,6 %	37,3 %
Helsedirektoratets anbefalinger	Min	10 %	45 %	25 %
	Maks	20 %	60 %	40 %

#### **4.2 Dagens situasjon: Arealbruk og produksjon i norsk landbruk, import av fôrråvarer og matvarer**

Dette kapittelet presenterer tall for arealbruk og produksjon i norsk landbruk samt import av fôrråvarer og matvarer for året 2012. I noen tilfeller ble ikke data for 2012 funnet, eller det var ønskelig å bruke gjennomsnittsdata for en lengre tidsperiode for å redusere effekten av årlige produksjons og importvariasjoner grunnet klima/produksjonsforhold i enkeltår. Både for å kvalitetssikre tall og for å få data med ønsket detaljgrad er en rekke ulike datakilder konsultert og brukt. Grunnet ulike definisjoner og bruksområder samt ulike datakilder eller detaljering er det sjelden helt samsvar mellom ulike datakilder. Det har derfor vært nødvendig å velge mellom ulike datakilder samt gjøre noen mindre tilpasninger for å få et helhetlig tallgrunnlag som kan brukes i analysene. Dette medfører at det vil være noe usikkerhet i produksjons-, import- og arealestimater som presenteres. Det er likevel trolig at selve hovedresultatet, endring i selvforsyningsgrad på grunn av diett og produksjonsendringer, vil være heftet med mindre usikkerhet da modellens oppbygning gjør at usikkerhet i enkelttall for produksjon, import eller areal i noen grad kanselleres når endring i selvforsyning beregnes.

Tabell 4: Estimerte innsatsfaktorer etter dyrka areal, avling og import, slik disse er grunnlag for mat produsert i Norge i 2011. Kilde: Bakken og Johansen (2014)

Planteproduksjon	Areal		Innsatsfaktorer i matproduksjonar				Matprodukt		
	mill. dekar	FE og kg per dekar	mill. FEm beite/kons. fôr	mill. FEm utmarksbeite	tonn norsk korn	tonn import-korn	Kumjolk mill. l.	Kjøtt/egg tonn	Matkorn tonn
Grovfôr småfe	1,30	300	390	225				24400	
Grovfôr NRF-oksar	0,70	400	279	40				37512	
Grovfôr ammeku	0,72	300	216	23				17088	
Grovfôr mjølk	1,85	400	740	2			1500	27600	
Grovfôr rekruttkviger	0,73	400	290	10					
Fôrkorn småfe	0,20	350			71610	49476			
Fôrkorn NRF-oksar	0,25	350			86653	59869			
Fôrkorn ammeku	0,10	350			33506	23150			
Fôrkorn mjølk	0,76	350			266750	184300			
Fôrkorn rekruttkviger	0,13	350			46299	31988			
Fôrkorn svin	1,01	350			353812	116252		129300	
Fôrkorn fjørfe	0,26	350			91268	78490		84900	
Fôrkorn egg	0,23	350			80294	36383		61200	
Matkorn	0,56	450			250000	100000			350000
SUM	8,8		1915	300	1280192	679909	1500	382000	350000

Tabell 5: Avlinger anvendt i beregning av arealbruk.

Vekst	Avling (kg/dekar)	Referanse
Korn	419	Beregnet som gjennomsnittlig kornproduksjon i Norge i perioden 2002-2011 (ca 1 225 000 tonn) fra Hageberg og Smedshaug (2013: 27), delt på totalt kornareal (2 927 450 dekar) fra Arnoldussen m.fl. (2014: 58).
Oljevekster	163	Hentet fra Arnoldussen m.fl. (2014: 52).
Belgvekster	350	Satt til 350 kg/dekar basert på analysen i Stabbetorp (2015: 26).
Poteter	2 339	Total netto potetproduksjon (296 000 tonn) er tall for 2014 hentet fra Helsedirektoratet (2017: 29). Dette er delt på totalt potetareal (126 531 dekar) hentet fra Arnoldussen m.fl. (2014: 51).
Grønnsaker	2 645	Total avling av grønnsaker for 2012 (165 527 tonn) er hentet fra SSB (2017c). Dette er delt på grønnsaksareal i 2012 (62 592 dekar) hentet fra Arnoldussen m.fl. (2014: 51).
Frukt	621	Total avling (13 002 tonn) og areal (20 947 dekar) av frukt for 2012 er hentet fra SSB (2017b).
Hagebær	565	Total avling (12 068 tonn) for hagebær for 2012 er hentet fra SSB (2017c) og areal (21 366 dekar) for 2012 er hentet fra SSB (2017b).

Dagens arealbruk i norsk landbruk er hentet fra Arnoldussen m.fl. (2014), se første kolonne i Tabell 6. Vekstene som dyrkes på de ulike arealene brukes dels direkte til menneskemat og dels til dyrefôr. Den delen som brukes til beiting og produksjon av dyrefôr fordeles igjen på ulike animalske produkter. Grunnlaget for å beregne fordelingen av arealer til matvekster og til ulike former for husdyrproduksjon er hentet fra Bakken og Johansen (2014) (Tabell 4), avlingstall for ulike vekster som oppgitt i Tabell 5 og produksjons- og import-tall for ulike

jordbruksprodukter som angitt i fotnotene i Tabell 6. Den beregnede fordelingen er gitt i Tabell 6.

Av den norske dyrka marka i drift på 9 890 508 dekar, brukes rundt 92% (9 098 410 dekar) til animalsk produksjon mens rundt 8% (792 098 dekar) brukes til dyrking av matvekster. Rundt to-tredjedeler av den dyrka marka (6 668 425 dekar) er gras og grovfôrareal. Det er også interessant å merke seg at fôret hentet fra utmark av beitende storfe og småfe er beregnet å tilsvare 1 044 662 dekar med innmarksbeite, det vil si rundt 15% av grovfôrarealet og ca 10% av det totale ekvivalente arealet til animalsk produksjon (10 143 072 dekar). Storfe (melk og kjøtt) er suverent den produksjonsformen som legger beslag på størst arealer, ca 6,6 millioner dekar inkludert ekvivalent utmarksareal, og over 6,3 millioner dekar dyrka mark. Av dette er rundt 5,3 millioner dekar dyrka mark til innmarksbeite og grovfôrproduksjon, altså over halvparten av norsk dyrka mark. Av det norske kornarealet (2 927 450 dekar, rundt 30% av total dyrka mark) går i overkant av 80% (2 366 288 dekar) til kraftfôrproduksjon. Av dette går ca 1 mill dekar til produksjon av melk og storfekjøtt, mens drøyt 800 000 dekar går til produksjon av svinekjøtt. Norsk arealbruk til kraftfôr til svin (835 604 dekar) er altså større enn summen av alt areal til matvekster (792 098 dekar til matkorn, oljevekster, belgvekster, poteter, grønnsaker, frukt og hagebær).

Dersom de importerte produktene til fôr og direkte til menneskemat skulle vært produsert i Norge ville vi trenge ekstra innmarksareal på 3 405 064 dekar, eller tilsvarende en økning på rundt 35%. Av dette ville 1 480 715 dekar gå til matvekster (altså nesten dobbelt så mye dyrka mark som vi selv bruker til det formålet) og 1 924 350 dekar til kraftfôrproduksjon. Av arealene direkte til menneskemat er det korn med 530 817 dekar, oljevekster med 322 674 dekar og frukt med 510 788 dekar som dominerer. Når det gjelder import til kraftfôr er det arealer til storfe (ca 860 000 dekar) og til svin (587 173 dekar) som er de største enkeltpostene. Totalt sett står korn, oljevekster, belgvekster og frukt for over 96% av det ekvivalente importarealet.

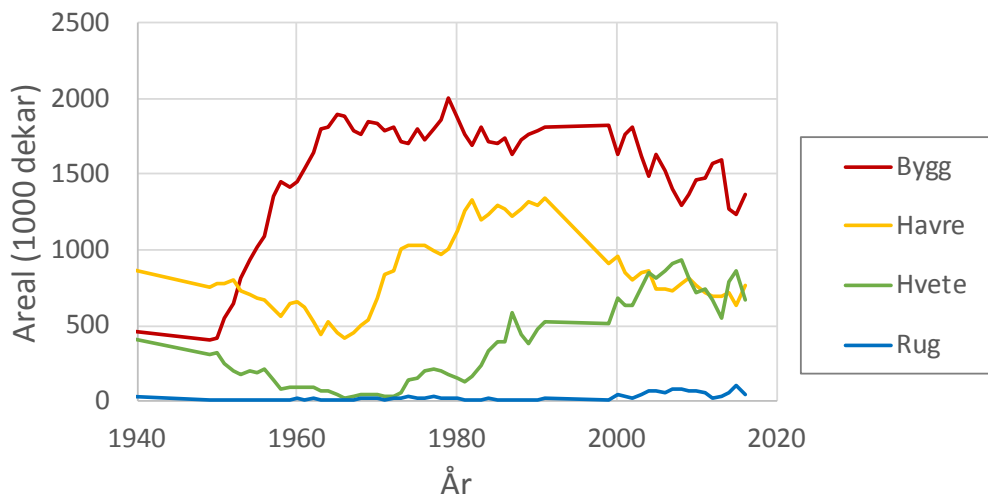
Tabell 7 (matvekster) og Tabell 8 (animalske produkter) summerer opp de fem ulike arealkategoriene for hver av de ulike matproduktgruppene fra norsk jordbruk:

1. Utmarksareal beregnet som ekvivalent grovfôrareal innmark
2. Norsk dyrka mark, grovfôr
3. Norsk dyrka mark, ikke grovfôr
4. Ekvivalent arealbruk importert kraftfôr

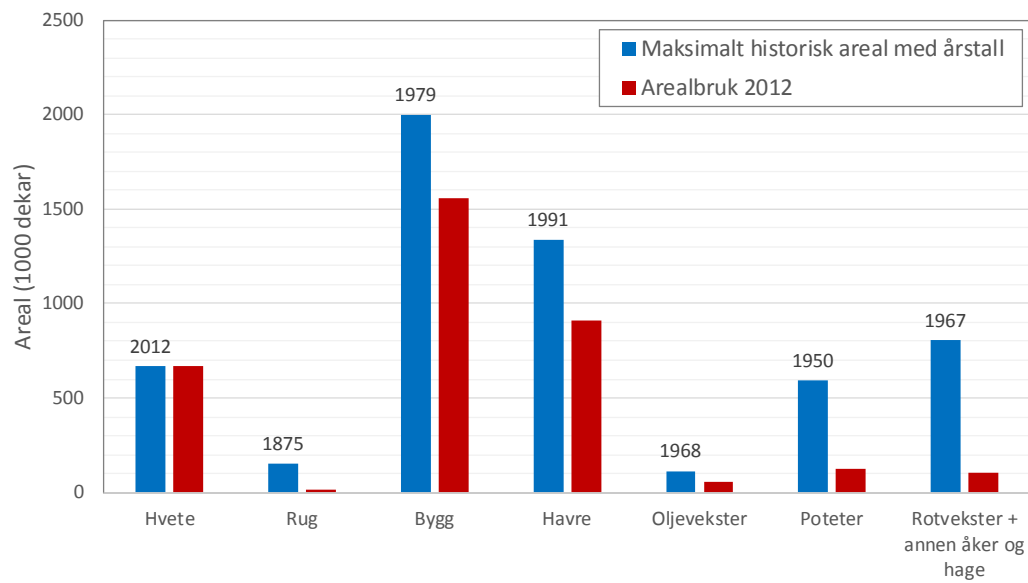
## 5. Ekvivalent arealbruk importert menneskemat

Disse arealene er inndata til modellen som studerer effekten av endret diett og påfølgende endring i produksjonsmønster. Den nederste raden i Tabell 7 og Tabell 8 angir et potensial for hvor mye dyrka mark som er egnet for den enkelte produksjonsformen. Dette tallet er ment å være et konservativt estimat. For noen produksjoner er det basert på maksimale historiske arealer utfra tilgjengelig statistikk mens for andre er det basert på ekspertvurderinger gitt i litteraturen (se fotnoter i tabellene).

Figur 7 og Figur 8 illustrerer historisk arealutvikling. Kornarealet har økt kraftig fra 1950 og fram til i dag, først med en kraftig vekst i dyrking av bygg, og siden 1980 en sterk økning av arealer til hvetedyrking. Dette har gått på bekostning av arealer til poteter og grønnsaker. I 1950 var potetarealet nesten fem ganger så stort som i dag, og arealene til rotvekster + annen åker og hage var rundt åtte ganger dagens areal. Dette viser at klima og jordsmonn ikke er til hinder for økning av arealer til poteter og grønnsaker, mens det er mer usikkert hvor mye mer arealer som er egnet for korndyrking. Arnoldussen m.fl. (2014: 57) har delt norsk dyrka mark inn i fem dyrkingsklasser og estimerer at «2,8 mill dekar er egnet til dyrking av matkorn (dyrkingsklasse 1 og 2), mens ytterligere 2,8 mill. dekar er egnet for dyrking av fôrkorn (dyrkingsklasse 3 og 4)».



Figur 7: Utvikling av norsk areal til korndyrking fra 1940 til i dag. Datakilde: SSB (1994a) og SSB (2017d).



*Figur 8: Maksimalt historisk areal for ulike vekster i Norge (SSB, 1994a) sammenlignet med norsk arealbruk i 2012 (Arnoldussen m.fl., 2014).*

Tabell 6: Estimert arealbruk i Norge (dekar) og arealer for importert fôr og mat beregnet som ekvivalent norsk innmarksareal

	Totalt areal	Av dette		Dyrefôr					
		Mat	Dyrefôr	Melkeku	Ammeku	Småfe	Svin	Fjørfe	Egg
<b>Norsk areal<sup>1)</sup></b>									
Utmarksareal beregnet som ekvivalent grovfôrareal innmark <sup>2)</sup>	1 044 662		1 044 662	181 075	80 091	783 496			
Gras/grovfôr innmark	6 668 425		6 668 425	4 558 208	752 157	1 358 060			
Korn <sup>3)</sup>	2 927 450	561 162	2 366 288	918 091	76 961	164 484	812 685	209 637	184 430
Oljevekster <sup>4)</sup>	54 967	1 102	53 865	20 899	1 752	3 744	18 500	4 772	4 198
Belgvekster <sup>5)</sup>	8 230	8 230							
Poteter <sup>6)</sup>	126 531	116 699	9 832	4 993	419		4 420		
Grønnsaker	62 592	62 592							
Frukt	20 947	20 947							
Hagebær	21 366	21 366							
Ute av drift	1 387 278								
<b>SUM NORSK AREAL inkl ekvivalent utmarksareal</b>	<b>12 322 448</b>	<b>792 098</b>	<b>10 143 072</b>	<b>5 683 266</b>	<b>911 379</b>	<b>2 309 785</b>	<b>835 604</b>	<b>214 409</b>	<b>188 629</b>
<b>SUM NORSK AREAL: Dyrka mark</b>	<b>11 277 786</b>								
<b>SUM NORSK AREAL: Dyrka mark i drift</b>	<b>9 890 508</b>	<b>792 098</b>	<b>9 098 410</b>	<b>5 502 191</b>	<b>831 288</b>	<b>1 526 288</b>	<b>835 604</b>	<b>214 409</b>	<b>188 629</b>
<b>Importareal beregnet som ekvivalent norsk innmarksareal<sup>7)</sup></b>									
Korn <sup>8)</sup>	1 046 504	530 817	515 687	245 574	20 586	43 997	103 378	69 798	32 354
Oljevekster <sup>9)</sup>	1 129 422	322 674	806 748	313 009	26 239	56 078	277 072	71 472	62 879
Belgvekster <sup>10)</sup>	601 914	0	601 914	233 535	19 577	41 840	206 723	53 326	46 914
Poteter <sup>11)</sup>	33 343	33 343	0	0	0	0	0	0	0
Grønnsaker <sup>12)</sup>	59 710	59 710							
Frukt <sup>13)</sup>	510 788	510 788							
Hagebær <sup>14)</sup>	23 383	23 383							
<b>SUM IMPORTAREAL</b>	<b>3 405 064</b>	<b>1 480 715</b>	<b>1 924 350</b>	<b>792 118</b>	<b>66 402</b>	<b>141 915</b>	<b>587 173</b>	<b>194 596</b>	<b>142 146</b>

1) Totalt norsk areal er hentet fra Arnoldussen m.fl. (2014), tabellene 4-11, 4-14 og 5-3

2) Nødvendig gras/grovfôr innmarksareal for å produsere tilsvarende antall fôrenheter som blir hentet fra utmarksbeite. Fordelingen på melkeku, ammeku og småfe er hentet fra Tabell 4.

- 3) Arealfordelingen mellom korn til mat og fôrkorn er tilsvarende fordelingen mellom gjennomsnittlig matkornproduksjon (ca 235 000 tonn) og gjennomsnittlig fôrkornproduksjon (ca 990 000 tonn) i Norge i perioden 2002-2011 fra Hageberg og Smedshaug (2013: 27). Den prosentvise fordelingen av fôrareal på de ulike animalske produksjonene er tilsvarende som i Tabell 4.
- 4) Arealfordelingen mellom oljevekster til menneskemat og oljevekster til fôrproduksjon er beregnet fra total produksjonsmengde av oljevekster (totalareal multiplisert med gjennomsnittsavling fra Tabell 5 = 8960 tonn) og oljevekster brukt til kraftfôr fra Statens\_landbruksforvaltning (2016) sin oversikt over råvareforbruk i norsk produksjon av kraftfôr til husdyr 2012 (8780 tonn). Den prosentvise fordelingen av fôrareal på de ulike animalske produksjonene er antatt likt som for korn.
- 5) Hele den norske produksjonen av erter/belgvekster (2881 tonn, beregnet fra totalareal 8230 dekar og avling 350 kg/dekar) er antatt brukt til menneskemat.
- 6) Produksjonstall for menneskemat (273 000 tonn) og dyrefôr (23 000 tonn) for 2014 hentet fra Helsedirektoratet (2017: 29) er grunnlag for arealfordeling for poteter. Det er antatt at dyrefôret går til storfe og svin etter en nøkkel tilsvarende som for korn.
- 7) Importarealet er beregnet som nødvendig norsk innmarksareal for å produsere den mengden som importeres.
- 8) Gjennomsnittlig kornimport for 2002-2011 fra Hageberg og Smedshaug (2013: 27) til mat (ca 222 000 tonn) og fôr (ca 216 000 tonn) er multiplisert med avlingstall fra Tabell 5. Kornimport til kraftfôr samsvarer godt med tallene for 2012 fra Statens\_landbruksforvaltning (2016) (ca 222 000 tonn). Ekvivalent norsk areal er beregnet utfra norske kornavlinger i Tabell 5.
- 9) Oljevekster til mat (52 596 tonn) er estimert fra Helsedirektoratet (2017: 60) fratrukket norsk produksjon. Oljevekster til fôr (131 500 tonn) er satt lik sum av raps, andre oljefrø og fett hentet fra Statens\_landbruksforvaltning (2016). Ekvivalent norsk areal er beregnet utfra norske oljevekstavlinger i Tabell 5. Den prosentvise fordelingen av fôrareal på de ulike animalske produksjonene er antatt likt som for korn.
- 10) Import belgvekster til fôr er satt lik importert mengde soya (210 670 tonn) til kraftfôr i Statens\_landbruksforvaltning (2016). Ekvivalent norsk areal er beregnet utfra norske belgvekstavlinger i Tabell 5.
- 11) Import av poteter (78 000 tonn) er tall for 2014 hentet fra Helsedirektoratet (2017: 30). Ekvivalent norsk areal er beregnet utfra norske potetavlinger i Tabell 5.
- 12) Ekvivalent norsk areal for importerte grønnsaker er estimert fra det norske arealet ved å se på relativ norsk andel (128 270 tonn) sammenlignet med importert andel (122 365 tonn) i 2012 for grønnsakene listet i Opplysningskontoret\_for\_frukt\_og\_grønt (2014: 16). Norsk totalproduksjon av grønnsaker i 2012 var 165 527 tonn (SSB, 2017c).
- 13) Ekvivalent areal for importert frukt er beregnet utfra norsk areal basert på relativt forhold mellom importert mengde i 2012 (317 051 tonn) hentet fra Opplysningskontoret\_for\_frukt\_og\_grønt (2014: 16) og norsk produksjon (13 002 tonn) fra SSB (2017c).
- 14) Ekvivalent areal for importert hagebær er beregnet utfra norsk areal basert på relativt forhold mellom importert mengde i 2012 (13 207 tonn) hentet fra Opplysningskontoret\_for\_frukt\_og\_grønt (2014: 16) og norsk produksjon (12 068 tonn) fra SSB (2017c).

Tabell 7: Estimert arealbruk (dekar) matvekster (dvs ekskludert vekster til fôr)

Arealkategori	Korn	Olje- vekster	Belg- vekster	Poteter					Grønn- saker	Frukt	Hage- bær	SUM
				Mat- poteter	Potet- chips og pommes frites	Potet- mos- pulver	Potet- lomper og potetmel	Potet til sprit				
Norsk dyrka mark, ikke grovfôr	561 162	1 102	8 230	30 350	41 465	6 840	32 060	5 985	62 592	20 947	21 366	792 098
Ekvivalent arealbruk importert menneskemat	530 817	322 674	0 <sup>1)</sup>	22 656	6 403	1 056	2 304	924	59 710 <sup>1)</sup>	510 788	23 383	1 480 715
<i>SUM</i>	<i>1 091 979</i>	<i>323 776</i>	<i>8 230</i>	<i>53 006</i>	<i>47 867</i>	<i>7 896</i>	<i>34 364</i>	<i>6 909</i>	<i>122 302</i>	<i>531 735</i>	<i>44 749</i>	<i>2 272 812</i>
Potensial norsk dyrka mark <sup>2)</sup>	2 779 595 <sup>3)</sup>	250 000 <sup>4)</sup>	150 000 <sup>4)</sup>	590 000 <sup>5)</sup>					804 000 <sup>6)</sup>	51 274 <sup>7)</sup>	52 299 <sup>7)</sup>	4 519 000 <sup>8)</sup>

1) Import av belgvekster som menneskemat er kategorisert som Grønnsaker

2) «Potensial norsk dyrka mark» er et minimumsestimat på hvor stort arealpotensialet for de ulike vekstene/produktene er, enten basert på ekspertvurdering eller maksimale historiske arealer for vekstene/produktene

3) Potensielt norsk matkornareal er estimert som summen av areal i dyringsklassene 1 og 2 i Arnoldussen m.fl. (2014: 57-58).

4) Potensielt norsk areal for oljevekster og belgvekster er ekspertvurdering hentet fra Animalia (2016: 7).

5) Potensielt norsk areal for poteter er estimert som maksimalt historisk dyringsareal fra SSB (1994a).

6) Potensielt norsk areal for grønnsaker er estimert som maksimalt historisk dyringsareal for rotvekster og annen åker og hage fra SSB (1994a).

7) Potensielt norsk areal for frukt og hagebær er estimert som dagens areal oppskalert med historisk maksimalt antall frukttrær fra SSB (1994b).

8) Potensielt norsk areal for ikke animalske produkter er estimert som historisk maksimalt areal for korn og andre ikke-grovfôravlenger fra SSB (1994a).



Tabell 8: Estimert arealbruk (dekar), animalske produkter

Arealkategori	Storfe: Melkeku (melk og kjøtt)	Storfe: Ammeku	Småfe	Svin	Fjørfe	Egg	SUM
Utmarksareal beregnet som ekvivalent grovfôrareal innmark <sup>1)</sup>	181 075	80 091	783 496	0	0	0	1 044 662
Norsk dyrka mark, grovfôr	4 558 208	752 157	1 358 060	0	0	0	6 668 425
Norsk dyrka mark, ikke grovfôr <sup>2)</sup>	943 983	79 132	168 228	835 604	214 409	188 629	2 429 985
Ekvivalent arealbruk importert kraftfôr <sup>3)</sup>	792 118	66 402	141 915	587 173	194 596	142 146	1 924 350
Ekvivalent arealbruk importert menneskemat <sup>4)</sup>	0	1 008 574	269 162	22 711	7 936	0	1 308 383
<i>SUM norsk dyrka mark</i>	<i>5 502 191</i>	<i>831 288</i>	<i>1 526 288</i>	<i>835 604</i>	<i>214 409</i>	<i>188 629</i>	<i>9 098 410</i>
<i>SUM ekvivalent importareal</i>	<i>792 118</i>	<i>1 074 976</i>	<i>411 077</i>	<i>609 884</i>	<i>202 531</i>	<i>142 146</i>	<i>3 232 732</i>
<i>SUM all utmark, innmark og importareal</i>	<i>6 475 385</i>	<i>1 986 355</i>	<i>2 720 862</i>	<i>1 445 488</i>	<i>416 940</i>	<i>330 775</i>	<i>13 375 805</i>
Potensial norsk fôrkornareal <sup>5)</sup>	5 601 289	5 601 289	5 601 289	5 601 289	5 601 289	5 601 289	5 601 289

1) Estimert ekvivalent innmarksareal nødvendig for å dyrke fram tilsvarende antall føreheter som hentes fra utmarksbeite

2) Avlinger til (kraft)fôrproduksjon

3) Estimert ekvivalent arealbruk dersom fôravlingene hadde vært dyrket i Norge

4) Estimert ekvivalent arealbruk dersom maten hadde vært dyrket i Norge

5) «Potensial norsk fôrkornareal» er et estimat på arealpotensialet for vekster som kan brukes til kraftfôrproduksjon, estimert som summen av areal i dyrkingsklassene 1 til 4 i Arnoldussen m.fl. (2014: 57-58).

Tabell 9: Produksjon av matvekster (dvs ekskludert vekster til fôr): Produksjon og import, arealproduktivitet, selyforsyning og energiinnhold

Variabel	Enhet	Korn	Olje- vekster	Belg- vekster	Poteter					Grønn- saker	Frukt	Hage- bær	Sum eller <u>vektet</u> <u>snitt</u>
					Mat- poteter	Potet- chips og pommes frites	Potet- mos- pulver	Potet- lomper og potetmel	Potet til sprit				
Produsert menneskemat i Norge <sup>1)</sup>	tonn	235 078	180	2 881	71 000	97 000	16 000	75 000	14 000	165 527	13 002	12 068	701 735
Import menneskemat <sup>1)</sup>	tonn	222 367	52 596	0	53 000	14 978	2 471	5 390	2 162	157 906	317 051	13 207	841 127
Arealproduktivitet	kg / dekar	419	163	350	2339	2339	2339	2339	2339	2645	621	565	<u>886</u>
Energiinnhold	kJ / gram	14,1 <sup>3)</sup>	26,1 <sup>4)</sup>	13,3 <sup>4)</sup>	3,05 <sup>4)</sup>	3,05 <sup>4)</sup>	3,05 <sup>4)</sup>	3,05 <sup>4)</sup>	3,05 <sup>4)</sup>	1,82 <sup>3)</sup>	3,17 <sup>3)</sup>	3,17 <sup>3)</sup>	<u>6,51</u>
Energi i produsert menneskemat i Norge per person	kJ / dag	1821	2,6	21,1	119	163	26,8	126	23,5	165	22,6	21,0	2512
Energi i importert menneskemat i Norge/person	kJ / dag	1723	754	0,00	88,8	25,1	4,14	9,03	3,62	158	552	23,0	3341
Energi i produsert menneskemat i Norge per totalt innmarksareal	GJ / dekar	5,91	4,25	4,66	7,14	7,14	7,14	7,14	7,14	4,81	1,97	1,79	<u>5,77</u>
Selvforsyningsgrad <sup>2)</sup>	-	51 %	0 %	100 %	57 %	87 %	87 %	93 %	87 %	51 %	4 %	48 %	<u>43 %</u>

1. Se fotnoter til Tabell 6 for kilder

2. Energi i produsert menneskemat i Norge / Total energi i norsk og importert menneskemat

3. Beregnet basert på konsum og energiinntak av kornvarer, grønnsaker, frukt og bær fra Holm Totland m.fl. (2012: 25,43)

4. Kilde: [www.matvaretabellen.no](http://www.matvaretabellen.no)

Tabell 10: Produksjon av animalske produkter til menneskelig konsum: Produksjon og import (se fotnoter til Tabell 6 for kilder), arealproduktiviteten, selvforsyning og energiinnhold

Variabel	Enhet	Melk	Storfe: Kjøtt fra melkepro- duksjon	Storfe: Ammeku	Småfe	Svin	Fjørfe	Egg	Sum eller <i>vektet snitt</i>	
									Alle	Kjøtt
Produsert menneskemat i Norge	tonn	1 500 000 <sup>1)</sup>	65 112 <sup>2)</sup>	17 088 <sup>1)</sup>	24 400 <sup>1)</sup>	129 300 <sup>1)</sup>	84 900 <sup>1)</sup>	61 200 <sup>1)</sup>	1 882 000	320 800
Import menneskemat	tonn	0 <sup>3)</sup>	0 <sup>3)</sup>	17 626 <sup>3,4)</sup>	2 679 <sup>4)</sup>	2 064 <sup>4)</sup>	1 647 <sup>4)</sup>	0 <sup>5)</sup>	24 016	24 016
Arealproduktivitet dersom importert fôr anses som norsk	kg / dekar	264	11,5	18,7	10,6	155	396	324	<u>186</u>	<u>32,2</u>
Arealproduktivitet dersom importert fôr ikke anses som norsk	kg / dekar	232	10,1	17,5	9,95	90,9	208	185	<u>156</u>	<u>27,3</u>
Energiinnhold <sup>6)</sup>	kJ / gram	2,78	8,19	8,19	4,73	10,1	4,67	6,20	<u>3,74</u>	<u>7,77</u>
Energi i produsert menneskemat i Norge per person	kJ / dag	2291	293	76,9	63,4	719	218	209	3870	1370
Energi i norsk mat produsert på norsk fôr/norske arealer <sup>7)</sup>	kJ / dag	2011	257	71,7	59,7	422	114	119	3055	925
Energi i importert menneskemat i Norge/person	kJ / dag	0,00	0,00	79,3	6,96	11,5	4,23	0,00	102	102
Energi i produsert menneskemat i Norge per totalt innmarksareal (inkl ekv importert fôreareal)	GJ / dekar	0,663	0,085	0,156	0,069	0,920	0,969	1,15	<u>0,639</u>	<u>0,233</u>
Selvforsyningsgrad <sup>8)</sup>	-	100 %	100 %	49 %	90 %	98 %	98 %	100 %	<u>97 %</u>	<u>93 %</u>
Selvforsyningsgrad på norsk fôr <sup>9)</sup>	-	88 %	88 %	46 %	85 %	58 %	51 %	57 %	<u>77 %</u>	<u>63 %</u>

1. Fra Tabell 4

2. Sum av melkeku og NRF-okser i Tabell 4

3. Melk og storfekjøtt knyttet til melkeproduksjon legger beslag på de samme arealene. Siden Norge er selvforsynt med melk (Helsedirektoratet, 2017: 66), er derfor import av storfekjøtt lagt til ammekuproduksjon

4. Import av kjøtt i 2012 (SSB, 2017a)

5. Helsedirektoratet (2017: 66)

6. Kilde: [www.matvaretabellen.no](http://www.matvaretabellen.no)

7. Dette beregnes som 'summen av energi i norskprodusert og importert mat' · 'total norsk arealbruk' / 'summen av norsk arealbruk, og ekvivalente fôr- og matimportarealer', se Tabell 8.

8. Energi i produsert menneskemat i Norge / Total energi i norsk og importert menneskemat

9. Energi i produsert menneskemat i Norge på norsk fôr / Total energi i norsk og importert menneskemat

Tabell 9 (matvekster) og Tabell 10 (animalske produkter) gir norsk produksjon, import og norsk arealproduktivitet for hver enkelt produktgruppe. I tillegg oppgis selvforsyningsgrad på energibasis beregnet fra de fem arealkategoriene. For animalske produkter oppgis selvforsyningsgrad både dersom ekvivalent areal til fôrimport regnes som norsk (som gir selvforsyningsgrad basert på mat produsert i Norge) eller ikke (som gir selvforsyningsgrad korrigert for fôrimport). Det er også beregnet hvor mye energi den norskproduserte maten gir per innbygger, samt hvor mye energi den enkelte produksjonen gir per dekar dyrka mark (for animalsk produksjon inkluderer arealgrunnlaget ekvivalent areal til importert fôr).

Tabell 11 oppsummerer Tabell 7 til Tabell 10 for matvekster, animalske produkter (herav kjøtt) og for alle produktgruppene i norsk jordbruk. For hele produksjonen er energibasert selvforsyningsgrad 65% (57% på norsk fôr). Avviket mellom selvforsyningen av produkter fra norsk jordbruk (65%) og norsk selvforsyning på konsumbasis (ca 50%) skyldes flere faktorer inkludert:

- import av ferdigvarer (f.eks. kornvarer) som ikke er en del av importtallene som basis for Tabell 7 til Tabell 10,
- en del varer som er del av konsumtallene men utenfor det som er med i denne oversikten over produksjonen fra norsk jordbruk (f.eks. sukker, brus, fisk, alkoholholdige varer)
- og dels mindre ulikheter i tallgrunnlaget som er benyttet på konsum og produksjonssiden, til dels forårsaket av variasjoner fra mellom data fra ulike år og ulike typer svinn i prosessen fra produksjon til konsum.

For matvekster er selvforsyningsgraden på energibasis 43%, mens for animalske produkter er selvforsyningsgraden 97% (77% på norsk fôr). De viktigste bidragene til å trekke ned selvforsyningen for matvekster er importen av store volumer oljevekster og frukt. Norge er i praksis selvforsynte med melk og egg, mens for kjøtt er selvforsyningsgraden 93%. Det er i hovedsak storfekjøtt som blir importert, med en selvforsyningsgrad på rundt 80%. Det er interessant å merke seg at når man korrigerer for fôrimport, synker selvforsyningsgraden for kjøtt fra 93% til 63%.

Gjennomsnittlig matenergi vi får ut per dekar jordbruksareal anvendt til matvekster (5,77 GJ/dekar) er i størrelsesorden ti ganger høyere enn gjennomsnittet for animalsk produksjon (0,639 GJ/dekar). Ser man på kjøttproduksjon har den enda lavere arealproduktivitet (0,233 GJ/dekar), rundt en faktor 25 lavere enn for matvekster. Ammekuproduksjon (0,156 GJ/dekar)

og småfe (0,069 GJ/dekar) har enda lavere arealeffektivitet enn gjennomsnittet av kjøttproduksjonen, men har mulighet til å utnytte arealressurser som ikke egner seg til matvekster. Svin (0,920 GJ/dekar) og fjørfe (0,969 GJ/dekar) ligger betydelig høyere enn storfe og småfe men spiser fôr dyrket på arealer som i stor grad egner seg til matvekster. Grønnsaker (4,81 GJ/dekar) dyrket på fôrkornarealer til svin (0,920 GJ/dekar) vil dermed gi i størrelsesorden fem ganger så mye matenergi.

Dette betyr at det i et matsikkerhetsperspektiv vil være hensiktsmessig å prioritere matvekster de arealene som egner seg til det, så langt det er mulig å opprettholde et balansert næringsinntak basert på produksjonen. Dette er spesielt relevant for det norske kostholdet som i dag har høyere andel rødt kjøtt enn det som helsemyndighetene anbefaler.

*Tabell 11: Oppsummering av norsk produksjon til menneskelig konsum. Detaljer for enkeltprodukter i Tabell 7 til Tabell 10.*

Produktvariabel	Enhet	Matvekster	Animalsk		SUM alle produkter
			SUM alt	SUM kjøtt	
Utmarksareal beregnet som ekvivalent grovfôrareal innmark	dekar	0	1 044 662	1 044 662	1 044 662
Norsk dyrka mark, grovfôr	dekar	0	6 668 425	6 668 425	6 668 425
Norsk dyrka mark, ikke grovfôr	dekar	792 098	2 429 985	2 241 357	3 222 083
Ekvivalent arealbruk importert kraftfôr	dekar	0	1 924 350	1 782 204	1 924 350
Ekvivalent arealbruk importert menneskemat	dekar	1 480 715	1 308 383	1 308 383	2 789 097
<i>SUM norsk dyrka mark</i>	<i>dekar</i>	<i>792 098</i>	<i>9 098 410</i>	<i>8 909 782</i>	<i>9 890 508</i>
<i>SUM ekvivalent importareal</i>	<i>dekar</i>	<i>1 480 715</i>	<i>3 232 732</i>	<i>3 090 586</i>	<i>4 713 447</i>
<i>SUM all utmark, innmark og importareal</i>	<i>dekar</i>	<i>2 272 812</i>	<i>13 375 805</i>	<i>13 045 030</i>	<i>15 648 617</i>
Produsert menneskemat i Norge	tonn	701 735	1 882 000	320 800	2 583 735
Import menneskemat	tonn	841 127	24 016	24 016	865 143
Arealproduktivitet dersom importert fôr anses som norsk	kg/dekar	886	186	32,2	236
Arealproduktivitet korrigert for fôrimport	kg/dekar	886	156	27,3	201
Energiinnhold	kJ/gram	6,51	3,74	7,77	4,50
Energi i produsert menneskemat i Norge/person	kJ/dag	2512	3870	1370	6382
Energi i norsk mat produsert på norsk fôr/norske arealer	kJ/dag	2512	3055	925	5567
Energi i importert menneskemat i Norge/person	kJ/dag	3341	102	102	3443
Energi per totalt innmarksareal (inkl ekv importert fôrareal)	GJ/dekar	5,77	0,639	0,233	0,98
Selvforsyningsgrad	-	43 %	97 %	93 %	65 %
Selvforsyningsgrad korrigert for fôrimport	-	43 %	77 %	63 %	57 %

Tabell 12 viser hvordan produksjonen i norsk jordbruk (de 18 produktgruppene i Tabell 1b) er antatt linket til konsumet av matvarer (de 24 matvaregruppene i Tabell 1a). Tallet 0,36 i ruten

som linker produktgruppen «Melk» til matvaregruppen «Ost» betyr at 36% av norsk melkeproduksjon antas å gå til norsk konsum av ost. Fordelingen er foretatt på energibasis ved å se på relativ energi hentet fra norsk produksjon i de 24 matvaregruppene. For eksempel er totalt energiinntak av «Margarin» og «Olje og annet fett» henholdsvis 332,3 kJ/dag og 282 kJ/dag, og begge grupper er antatt å ha selvforsyningsgrad på 20%, se Tabell 2. Det gir en antatt relativ fordeling av norsk produksjon av oljevekster til mat på 54% til Margarin og 46% til Olje og annet fett.

Tabell 12: Antatt andel av norsk jordbruksproduksjon som går til konsum i de ulike matvaregruppene. Tall for produkter som går til mer enn én matvaregruppe (f.eks. melkeproduksjon som fordeler seg på matvaregruppene melk, yoghurt, ost, smør, fløte, fløteprodukter) er proporsjonale med norskbasert energiforbruk i de ulike konsumgruppene.

		Produktgrupper i norsk jordbruksproduksjon																	
		Korn	Oljevekster	Belgvekster	Matpoteter	Potetchips og pottes frites	Potetmospulver	Potetlomper og potetmel	Potet til sprit	Grønnsaker	Frukt	Hagebær	Melk	Storfe: Kjøtt fra melkeproduksjon	Storfe: Ammeku	Småfe	Svin	Fjørfe	Egg
Matvaregrupper for konsum	Storfe	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Svin	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
	Småfe: Sau	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
	Fjørfe	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
	Viltkjøtt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Annet kjøtt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Brød	0,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Melk, yoghurt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Ost	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Fisk, fiskeprodukter	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Kornvarer	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Frukt, bær	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,52	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Smør	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Margarin	0,00	0,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Olje og annet fett	0,00	0,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Kaker	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Grønnsaker	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Egg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
	Diverse	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Poteter	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Sukker, søtsaker	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Fløte, fløteprodukter	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Juice, most	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Saft, brus	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SUM	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	

### 4.3 Scenarier for redusert kjøttforbruk

#### 4.3.1 Kostholdsanbefalinger fra helsemyndighetene

Følgende kostholdsanbefalinger fra helsemyndighetene legges til grunn for analysene i dette kapittelet:

- Kjøtt: Helsedirektoratet anbefaler at man velger magert kjøtt og magre kjøttprodukter, og begrenser mengden bearbeidet kjøtt og rødt kjøtt. Det anbefales at mengden rødt kjøtt og bearbeidede produkter av rødt kjøtt begrenses til 500 gram per uke (ca. 750 gram regnet som råvarevekt). (Helsedirektoratet, 2016: 17).
- Fisk: «Spis fisk til middag to til tre ganger i uken. Bruk også gjerne fisk som pålegg. Rådet tilsvarer totalt 300 – 450 gram ren fisk i uken. Minst 200 gram bør være fet fisk som laks, ørret, makrell eller sild» (Helsedirektoratet, 2014: 9). Dette rådet er i hovedsak tilfredsstilt med nåværende kosthold som tilsvarer 470 gram per uke (Tabell 2).
- Helsedirektoratet anbefaler et inntak av minst fem porsjoner grønnsaker, frukt og bær daglig. Det tilsvarer et totalt inntak på ca. 500 gram per dag (Helsedirektoratet, 2016: 15). Dette er ikke tilfredsstilt i dagens kosthold hvor summen av grønnsaker (155 gram/dag) og frukt og bær (178 gram/dag) er totalt 333 gram/dag (Tabell 2).

Om kjøttanbefalingen skriver Bere og Bjørkkjær (2017) at «Norge følger anbefalingene fra World Cancer Research Fund, som tar utgangspunktet i et befolkningsmål på 300 gram rødt og bearbeidet kjøtt i uka i gjennomsnitt. Det individuelle rådet om maksimalt 500 gram per person er for å nå befolkningsmålet: Altså, om alle spiser mindre enn 500 gram, nås målet om et gjennomsnitt på 300 gram». Dette vil være et scenario med enda lavere forbruk enn Helsedirektoratet (2016: 17).

Tabell 13: Anbefalinger fra norske helsemyndigheters for energiandel i kostholdet fra protein, karbohydrat og fett (Helsedirektoratet, 2014: 16,18,19).

	Energiandel		
	Protein	Karbohydrat	Fett
Min	10 %	45 %	25 %
Maks	20 %	60 %	40 %

Når det gjelder næringsinnholdet tas det i simuleringene hensyn til at kostholdet må ha balanse mellom protein, karbohydrat og fett. Tabell 13 gir grenseverdier for de tre hovedgruppene på



energibasis. Dette er grovt sett tilfredsstilt i dagens kosthold, selv om andelen energi fra karbohydrater er i underkant av anbefalt verdi (Tabell 3).

#### 4.3.2 Valg av scenarier for reduksjon av rødt kjøtt

For å bestemme hvor mye kjøttkonsumet skal reduseres i simuleringene, tas det utgangspunkt i dataene fra Norkost 3 (Holm Totland m.fl., 2012: 57,60) hvor kjøttkonsumet er brutt ned på kjønn og type kjøtt (Tabell 14). To ulike anbefalinger legges til grunn:

1. Helsedirektoratet (2016: 17) med maksimumsgrense på 500 gram rødt og bearbeidet kjøtt i uka tilsvarende 750 gram råvare
2. Bere og Bjørkkjær (2017) med maksimumsgrense på 300 gram rødt og bearbeidet kjøtt i uka tilsvarende 450 gram råvare

Tabell 14: Kjøttkonsum brutt ned på kjønn og type kjøtt (gram/person/dag). Kilde: Holm Totland m.fl. (2012: 57,60)

Type kjøtt	Kvinner	Menn
Rent kjøtt, rødt, rå vekt	33	52
Rent kjøtt, hvitt, rå vekt	24	32
Rent kjøtt, uspes., rå vekt	0	1
Malt kjøtt, rå vekt	11	13
Kjøtt salt/speket	11	16
Kjøtt, farseprodukter	25	47
Kjøttpålegg, leverpostei	9	16
Blod, innmat	0	1
Kjøttretter	2	3

For å ta hensyn til at helsemyndighetene skiller mellom råvarevekt (hvor anbefalingen er maks 750 gram per uke) og ferdige produkter (hvor anbefalingen er maks 500 gram per uke) er det i Tabell 15 beregnet gjennomsnitt ukentlig forbruk for kvinner og menn hvor det skilles mellom rå vekt og bearbeidede, ferdige produkter. Hver av disse to kjøttgruppene tilordnes sin maksanbefaling for råvekt og for bearbeidede produkter og det estimeres hvor stor prosentandel av denne maksimumsgrensen som er oppbrukt for hver av de to gruppene. Prosentene summeres (142,1 % for anbefalingen om maks 500 gram i uka og 236,8 % for anbefalingen om maks 300 gram i uka). Dette gir da nødvendig prosentvis reduksjon for å komme ned på anbefalingen, tilsvarende 29,6 % reduksjon av inntaket av rødt kjøtt for å nå anbefalingen om 500 gram i uka og 57,8 % reduksjon for å nå anbefalingen om 300 gram i uka. Basert på dette velges to scenarier for reduksjon av inntaket av rødt kjøtt: 30% og 60%.

Tabell 15: Konsum av rødt og bearbeidet kjøtt målt som gjennomsnitt for menn og kvinner hentet fra Vedlegg 2 og Vedlegg 3 i Holm Totland m.fl. (2012). Konsumet er delt inn i råvarer og ferdigprodukter da Helsedirektoratet (2016) sin anbefaler maks 500 g ferdigvarer tilsvarende 750 gram råvarer. Bruksandel er beregnet for begge disse andelene.

Referanse for anbefaling		Helsedir (2016)	Bere, E. & Bjørkkjær, T. (2017)
Råvarer	Konsum (gram/person/uke)	388,5	388,5
	Anbefaling (gram/person/uke)	750	450
	Konsumert andel av anbefaling	51,8 %	86,3 %
Bearbeidet, ferdig produkt	Konsum (gram/person/uke)	451,5	451,5
	Anbefaling (gram/person/uke)	500	300
	Konsumert andel av anbefaling	90,3 %	150,5 %
SUM råvare og bearbeidet, ferdig produkt	Konsumert andel av anbefaling	142,1 %	236,8 %
	Nødvendig reduksjon for å nå anbefaling	29,6 %	57,8 %

#### 4.4 Hovedanalyse: Effekt på norsk selvforsyningsgrad og norsk jordbruk av redusert kjøttkonsum

##### 4.4.1 Inndata

Dette kapittelet presenterer et scenario som illustrerer mulige endringer i produksjonsmønster i norsk jordbruk og potensial for endret selvforsyningsgrad ved redusert kjøttforbruk. Analysen er kun et eksempel på et mulig scenario. Valg av matvaregrupper hvor konsumet skal økes, og relativt sett med hvor mye, er gjort skjønsmessig av forfatteren (Tabell 16). Tilsvarende er endringene i produksjonsmønster i norsk jordbruk, dvs hvilke vekster som skal få økte arealer og relativt sett med hvor mye, også gjort skjønsmessig av forfatteren (Tabell 17). Målet har vært å lage et scenario med et kosthold som tilfredsstillende anbefalingene fra kapittel 4.3.1, og hvor det dyrkes mer matvekster for å øke selvforsyningsgraden. I analysen er kjøttforbruket redusert med samme prosentandel for alle kjøttslagene (både rødt og hvitt kjøtt). I tillegg er konsum av meieriprodukter redusert noe (halvparten av prosentandelen reduksjon for kjøtt) for å dempe import av meieriprodukter når melkekuproduksjonen går ned. Ved redusert konsum av en matvaregruppe, tilpasses tilbudet av mat ved først å redusere import av matvarer til null før norsk produksjon reduseres.

Tabell 16: Konsumendringer i de ulike matvaregruppene i det analyserte scenariet, sortert fra størst reduksjon til størst økning. Meieriprodukter er redusert med halvparten så mye som kjøtt. Grupper med relativ faktor 2 er økt dobbelt så mye som grupper med relativ faktor 1.

#	Matvaregruppe	Endring	Endringsfaktor ( $c_v$ )
1	Storfe	Redusert	Opptil 60% reduksjon
2	Svin	Redusert	Opptil 60% reduksjon
3	Småfe: Sau	Redusert	Opptil 60% reduksjon
4	Fjørfe	Redusert	Opptil 60% reduksjon
5	Viltkjøtt	Redusert	Opptil 60% reduksjon
6	Annet kjøtt	Redusert	Opptil 60% reduksjon
7	Melk, yoghurt	Redusert	Opptil 30% reduksjon
8	Ost	Redusert	Opptil 30% reduksjon
9	Smør	Redusert	Opptil 30% reduksjon
10	Fløte, fløteprodukter	Redusert	Opptil 30% reduksjon
11	Kaker	Uendret	
12	Egg	Uendret	
13	Sukker, søtsaker	Uendret	
14	Saft, brus	Uendret	
15	Frukt, bær	Økt	Relativ faktor $c_v = 1$
16	Margarin	Økt	Relativ faktor $c_v = 1$
17	Olje og annet fett	Økt	Relativ faktor $c_v = 1$
18	Diverse	Økt	Relativ faktor $c_v = 1$
19	Juice, most	Økt	Relativ faktor $c_v = 1$
20	Brød	Økt	Relativ faktor $c_v = 2$
21	Fisk, fiskeprodukter <sup>1)</sup>	Økt	Relativ faktor $c_v = 2$
22	Kornvarer	Økt	Relativ faktor $c_v = 2$
23	Grønnsaker	Økt	Relativ faktor $c_v = 2$
24	Poteter	Økt	Relativ faktor $c_v = 2$

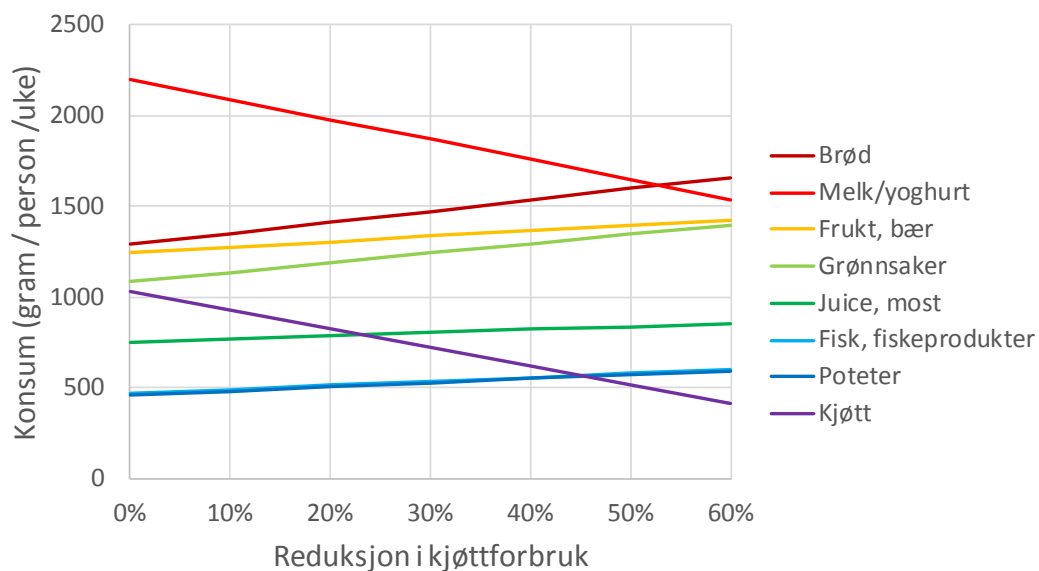
1) Selvforsyningsgrad antatt uendret for fisk og fiskeprodukter, dvs at økt konsum tas proporsjonalt med økt konsum av norsk fisk og økt import.

Tabell 17: Produksjonsendringer i norsk jordbruk i det analyserte scenariet, sortert fra produktgruppene med størst reduksjon til produktgruppene med størst økning. Grupper med relativ faktor  $p_v = 5$  er økt fem ganger så mye som grupper med relativ faktor  $p_v = 1$  (dvs at hvis gruppen med faktor 1 økes med 10% økes gruppen med faktor 5 med 50%).

#	Produktgruppe	Endring	Endringsfaktor ( $p_v$ )
1	Melk	Redusert	Samme reduksjon som kjøtt fra melkeproduksjon
2	Storfe: Kjøtt fra melkeproduksjon	Redusert	Tilsvarende konsumreduksjon storfekjøtt
3	Storfe: Ammeku	Redusert	Tilsvarende konsumreduksjon storfekjøtt
4	Småfe	Redusert	Tilsvarende konsumreduksjon småfekjøtt
5	Svin	Redusert	Tilsvarende konsumreduksjon svinekjøtt
6	Fjørfe	Redusert	Tilsvarende konsumreduksjon fjørfekjøtt
7	Egg	Uendret	
8	Frukt	Økt	Relativ faktor $p_v = 1$
9	Hagebær	Økt	Relativ faktor $p_v = 1$
10	Potet: Matpoteter	Økt	Relativ faktor $p_v = 2$

#	Produktgruppe	Endring	Endringsfaktor ( $p_v$ )
11	Potet: Potetchips og pommefrites	Økt	Relativ faktor $p_v = 2$
12	Potet: Potetmospulver	Økt	Relativ faktor $p_v = 2$
13	Potet: Potetlomper og potetmel	Økt	Relativ faktor $p_v = 2$
14	Potet: Potet til sprit	Økt	Relativ faktor $p_v = 2$
15	Grønnsaker	Økt	Relativ faktor $p_v = 2$
16	Korn	Økt	Relativ faktor $p_v = 3$
17	Oljevekster	Økt	Relativ faktor $p_v = 5$
18	Belgvekster	Økt	Relativ faktor $p_v = 5$

Endring i konsum per uke for utvalgte matvaregrupper er vist i Figur 9. Alle kjøttslag er slått sammen til en gruppe. Med 30% reduksjon i kjøttkonsum er totalkonsumet av kjøtt nede på rundt 700 gram i uka (dels råvarer og dels bearbeidede produkter). Med 60% reduksjon er forbruket på rundt 400 gram i uka. Linjene for fisk og poteter ligger omtrent rett over hverandre. Begge gruppene øker fra i underkant av 500 gram i uka til rundt 600 gram i uka. Brød og grønnsaker har de største økningene. Brød øker fra rundt 1300 gram per uke til rundt 1650 gram per uke. Grønnsaker (som på konsumsiden inkluderer belgvekster) øker fra rundt 1100 gram per uke til rundt 1400 gram per uke.



Figur 9: Utvikling i ukentlig konsum av utvalgte matvaregrupper i simuleringen

#### 4.4.2 Endring i arealbruk og produksjon i norsk jordbruk

Tabell 18 og Figur 10 viser arealendringer fra simuleringene når kjøttkonsumet (og produksjonen) reduseres med 30% og 60%. Resultater fra analyser med begge arealøkingsmodellene (se kapittel 3.5, pkt. III) er vist:

Modell (i) Matvekster dyrkes kun på frigitte jordbruksarealer tidligere brukt til kraftfôrvækster. Grovfôrarealer tas ut av bruk.

Modell (ii) Matvekster dyrkes også på frigitte jordbruksarealer tidligere brukt til grovfôr innenfor de definerte maksgrensene.

I referansesituasjonen er rundt 90% av den dyrka marka brukt til grovfôr og kraftfôrvækster. To-tredjedeler av de rundt 10 millioner dekarne med dyrka mark er grovfôrarealer. Når kjøttkonsumet (og produksjonen) reduseres endres denne balansen. En større andel av arealene brukes til matkorn og andre matvekster. For arealøkingsmodell (ii) og 60% reduksjon i kjøttkonsum, vokser andelen arealer til matvekster fra under 10% til nesten 50%.

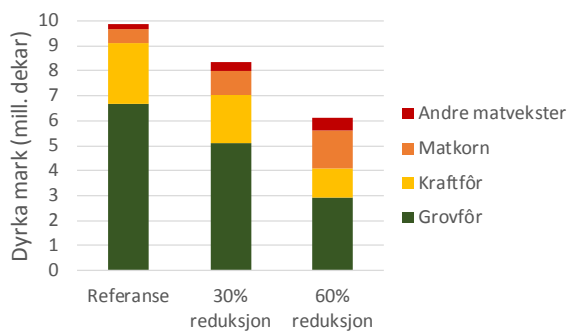
Tabell 18: Fordeling av jordbruksareal de ulike scenariene: Reduksjon i kjøttkonsum med 30% og 60%, og for de to arealøkingsmodellene.

Arealkategori	Veksttype	Arealøkingsmodell (i) (Kun matvekster på frigitt kraftfôrareal)			Arealøkingsmodell (ii) (Også matvekster på frigitt grovfôrareal)		
		Referanse	Redusert kjøttkonsum		Referanse	Redusert kjøttkonsum	
			30% reduksjon	60% reduksjon		30% reduksjon	60% reduksjon
Grovfôr	Grovfôr: Storfe	5 310 365	4 070 735	2 301 786	5 310 365	4 070 735	2 301 786
	Grovfôr: Småfe	1 358 060	1 055 009	602 863	1 358 060	1 055 009	602 863
Kraftfôr	Kraftfôr: Storfe	1 023 115	823 034	476 689	1 023 115	823 034	476 689
	Kraftfôr: Småfe	168 228	130 688	74 679	168 228	130 688	74 679
	Kraftfôr: Svin	835 604	594 260	339 577	835 604	594 260	339 577
	Kraftfôr: Fjørfe	214 409	152 998	87 428	214 409	152 998	87 428
	Kraftfôr: Egg	188 629	188 629	188 629	188 629	188 629	188 629
Matvekster	Matkorn	561 162	988 050	1 558 897	561 162	2 206 741	2 779 595
	Oljevekster	1 102	2 499	4 367	1 102	6 488	10 519
	Belgvekster	8 230	18 665	32 618	8 230	48 453	78 560
	Poteter	116 699	175 883	255 025	116 699	344 842	515 604
	Grønnsaker	62 592	94 335	136 784	62 592	184 957	276 546
	Frukt	20 947	26 259	33 361	20 947	41 422	51 274
	Hagebær	21 366	26 784	34 029	21 366	42 251	52 299
	SUM	9 890 508	8 347 827	6 126 731	9 890 508	9 890 508	7 836 046

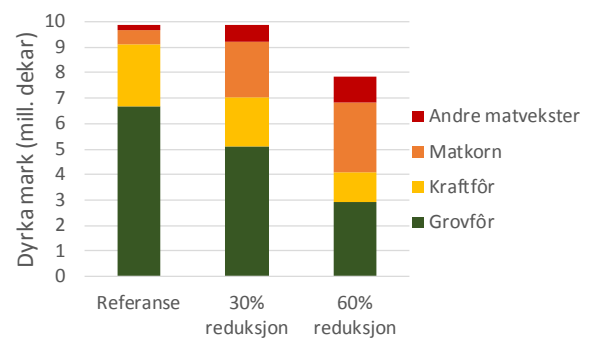
For arealøkingsmodell (i) reduseres totalarealet dyrka mark vesentlig da frigitte grovfôrarealer tas ut av drift. I arealøkingsmodell (ii) omdisponeres noe grovfôrareal til matkorn og andre matvekster slik at ved 30% reduksjon i kjøttkonsum er all dyrka mark fortsatt i drift (Figur 10b). Imidlertid ser vi at når kjøttkonsumet reduseres med 60% reduseres totalarealet også for arealøkingsmodell (ii). Dette har sammenheng med at det definerte maksarealet egnet for matkorn er nådd, og reduksjonen i kjøttproduksjon har ført til at en del grovfôrareal er tatt ut av drift.

Arealer brukt til andre matvekster enn matkorn (Figur 10c og d) mer enn dobles for arealøkingsmodell (i) og firedobles for arealøkingsmodell (ii). Med valgene som er gjort i disse simuleringene er det spesielt potet og grønnsaksarealer som økes. Arealer til oljevekster økes med nesten en faktor ti i arealøkingsmodell (ii), men det er fra meget lave nivåer og er nærmest usynlig i Figur 10, panel c og d.

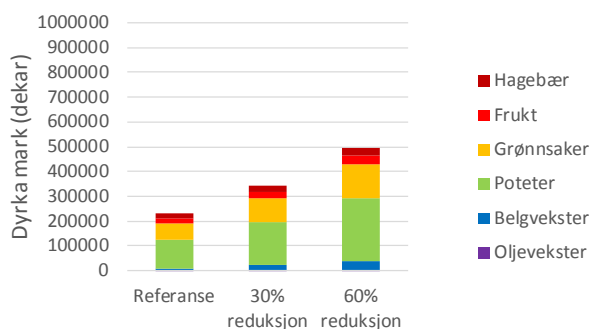
a) Arealøkingsmodell (i)



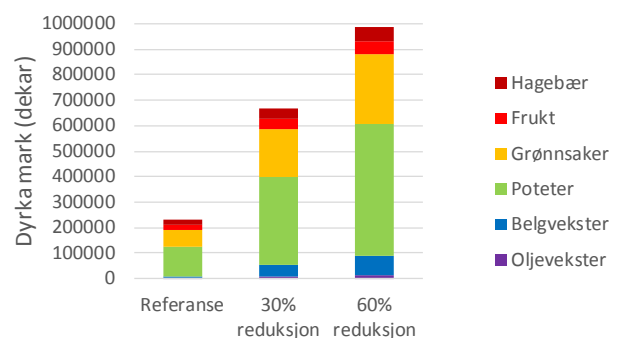
b) Arealøkingsmodell (ii)



c) Arealøkingsmodell (i): Andre matvekster.



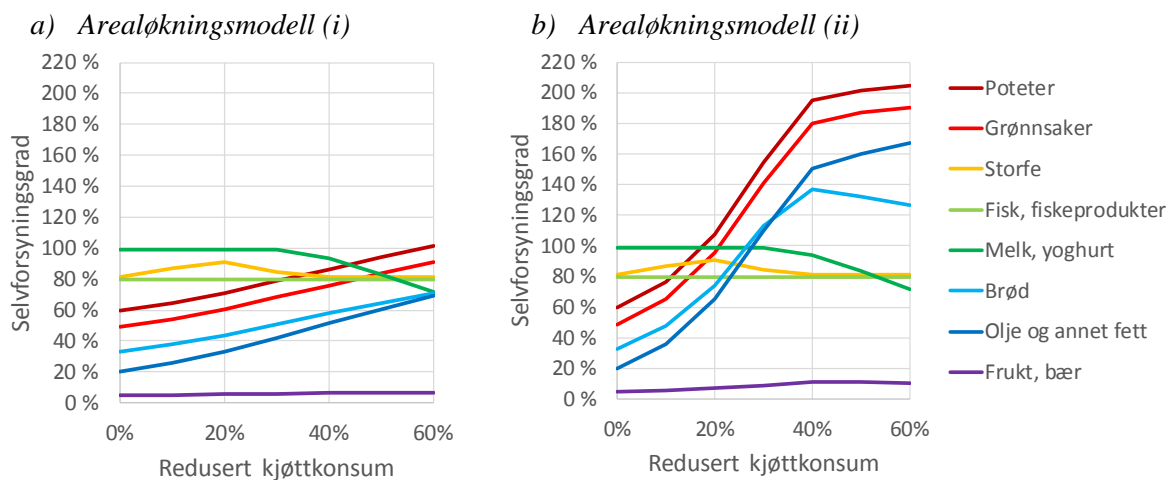
d) Arealøkingsmodell (ii): Andre matvekster.



Figur 10: Fordeling av jordbruksareal de ulike scenariene: Reduksjon i kjøttkonsum med 30% og 60%, og for de to arealøkingsmodellene. De øverste panelene (a og b) viser hovedgrupperinger i produksjonen. De nederste panelene (c og d) viser detaljert fordeling for hovedgruppen «Andre matvekster».

#### 4.4.3 Effekt på selvforsyningsgrad

De frigjorte arealene til matvekster er relativt større enn det økte konsumet av de samme matvekstene. Det betyr at selvforsyningsgraden for disse matvaregruppene øker. Figur 11 viser simulert selvforsyningsgrad som funksjon av redusert kjøttkonsum for utvalgte matvaregrupper. Vi ser at for arealøkingsmodell (ii) viser simuleringene at vi blir selvforsynte med (mat)poteter og grønnsaker ved en reduksjon i kjøttkonsum på rundt 20%. Ved rundt 30% reduksjon i kjøttkonsum blir vi selvforsynte med brød (dvs matkorn) og oljevekster. Når vi reduserer kjøttkonsum ytterligere, får vi overproduksjon og en avtagende effekt i selvforsyning som skyldes at vi når de øvre grensene for egnede arealer til matvekster og grovfôrareal dermed tas ut av bruk. For arealøkingsmodell (i), dvs at det dyrkes matvekster kun på frigjort kraftfôrareal, er økningene i selvforsyning mer moderate, men selv der viser simuleringene at vi blir selvforsynte med poteter og har rundt en doubling av selvforsyningsgrad for grønnsaker og brød (matkorn) når kjøttkonsum reduseres med 60%.



Figur 11: Selvforsyningsgrad (uten øvre grense på 100%) for utvalgte matvaregrupper som funksjon av redusert kjøttkonsum.

Kurveforløpet for storfekjøtt har initielt voksende selvforsyninggrad med redusert kjøttkonsum, noe som skyldes at modellen først reduserer kjøttimporten. Når importen når null, reduseres norsk produksjon proporsjonalt med redusert kjøttkonsum, noe som gjør at vi etter hvert vender tilbake til den samme selvforsyningsgraden for storfekjøtt som vi startet med. Selvforsyningsgraden for melk/yoghurt holder seg initielt konstant da modellen først reduserer ammekuproduksjon. Når ammekuproduksjonen når null, begynner modellen å redusere

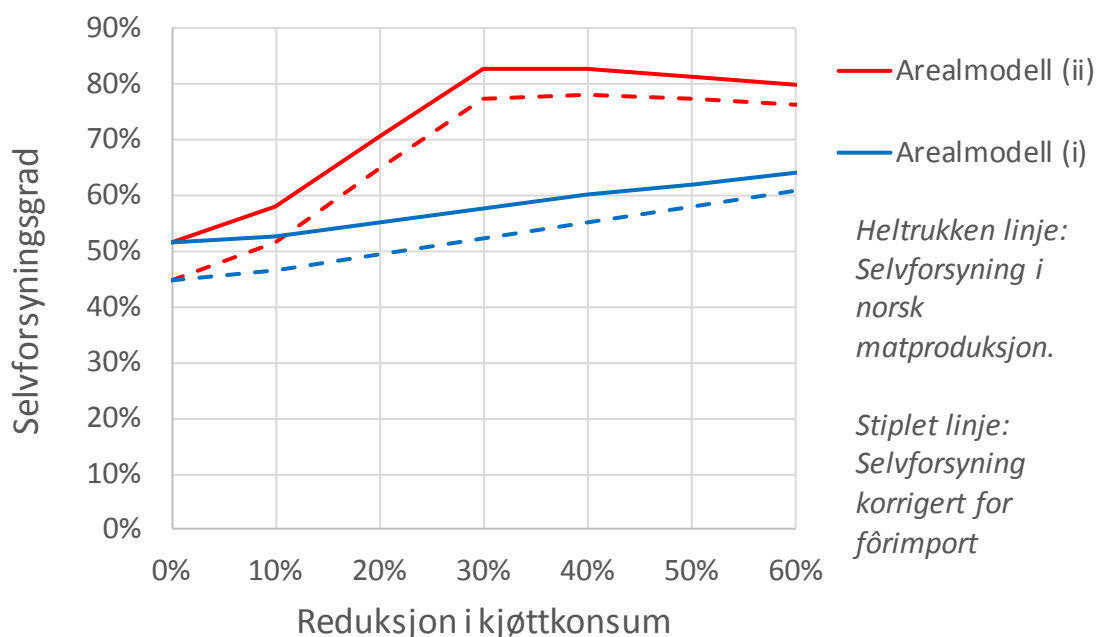
melkekuproduksjonen også, med fallende selvforsyning på meieriprodukter som resultat. Tabell 19 oppsummerer selvforsyningsgrad for alle de 24 matvaregruppene for 30% og 60% reduksjon i kjøttkonsum. Vi ser at selvforsyningsgraden for de ulike kjøttslagene er nærmest konstant, noe som skyldes at konsum og produksjon reduseres proporsjonalt. Den svake økningen i selvforsyningsgrad skyldes at modellen i disse simuleringene kansellerer importen før den starter reduksjon av norsk produksjon.

Tabell 19: Selvforsyningsgrad (uten øvre grense på 100%) for de 24 matvaregruppene for 30% og 60% reduksjon i kjøttkonsum, og de to arealøkingsmodellene. Referansesituasjonen er gitt i siste kolonne.

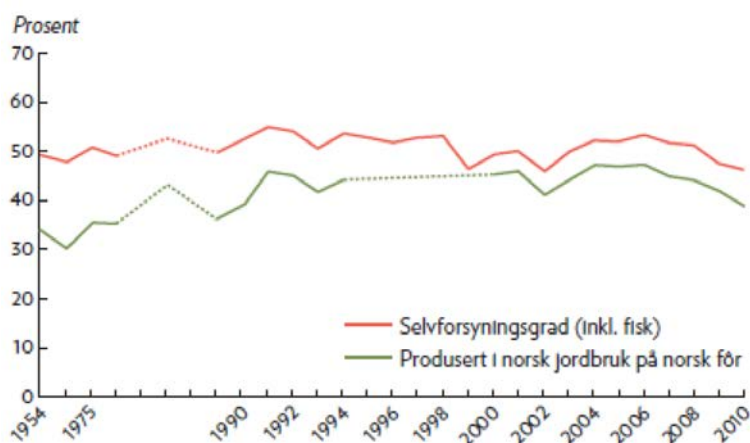
#	Arealøkingsmodell	(i)	(ii)	(i)	(ii)	Referanse
	Reduksjon i kjøttkonsum	60%		30%		
	Matvaregruppe for konsum	Selvforsyningsgrad				
1	Storfe	82 %	82 %	85 %	85 %	82 %
2	Svin	99 %	99 %	99 %	99 %	98 %
3	Lam	99 %	99 %	99 %	99 %	89 %
4	Fjørfe	100 %	100 %	100 %	100 %	98 %
5	Viltkjøtt	239 %	239 %	137 %	137 %	96 %
6	Annet kjøtt	249 %	249 %	142 %	142 %	100 %
7	Brød	71 %	127 %	51 %	113 %	33 %
8	Melk, yoghurt	71 %	71 %	99 %	99 %	99 %
9	Ost	63 %	63 %	87 %	87 %	87 %
10	Fisk, fiskeprodukter	80 %	80 %	80 %	80 %	80 %
11	Kornvarer	71 %	127 %	51 %	113 %	33 %
12	Frukt, bær	7 %	11 %	6 %	9 %	5 %
13	Smør	70 %	70 %	97 %	97 %	97 %
14	Margarin	69 %	167 %	42 %	110 %	20 %
15	Olje og annet fett	69 %	167 %	42 %	110 %	20 %
16	Kaker	47 %	84 %	30 %	67 %	17 %
17	Grønnsaker	91 %	190 %	68 %	141 %	49 %
18	Egg	99 %	99 %	99 %	99 %	99 %
19	Diverse	98 %	199 %	72 %	142 %	51 %
20	Poteter	101 %	205 %	79 %	154 %	60 %
21	Sukker, søtsaker	1 %	1 %	1 %	1 %	1 %
22	Fløte, fløteprodukter	72 %	72 %	100 %	100 %	100 %
23	Juice, most	7 %	11 %	6 %	9 %	5 %
24	Saft, brus	3 %	3 %	3 %	3 %	3 %

Figur 12 viser samlet selvforsyning for norsk matvarekonsum på energibasis som funksjon av reduksjon i kjøttforbruk. Kurver for begge arealreduksjonsmodellene er vist, og de stiplede linjene er estimert selvforsyningsgrad korrigert for fôrimport.





Figur 12: Betydning av kjøttkonsum for selvforsyningsgrad av norsk matkonsum. Sammenligning av de to arealøkingsmodellene: (i) Minimumspotensial, dvs kun dyrking av matvekster på frigitt kraftfôrareal og (ii) Maximumspotensial, dvs dyrking av matvekster også på frigitt grovfôrareal innenfor de definerte maktgrensene for egnethet av norsk jordbruksareal til matvekster. Stiplede linjer viser selvforsyningsgrad korrigert for fôrimport.



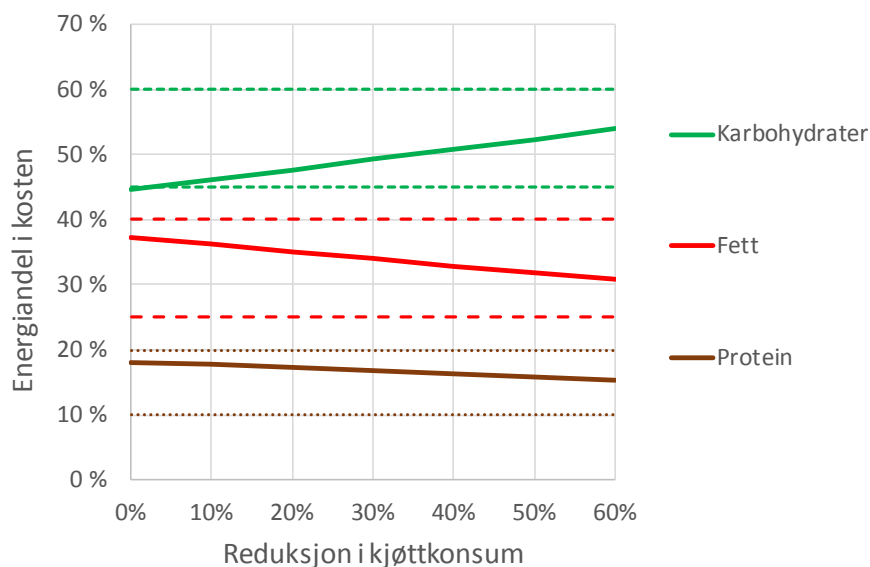
Figur 13: Historisk selvforsyningsgrad og selvforsyning av jordbruksprodukter produsert på norsk fôr, 1954-2010, Norge. Kilde: Hageberg og Smedshaug (2013: 6)

De blå kurvene i Figur 12 er simuleringer basert på minimumspotensial, dvs arealøkingsmodell (i). De viser en økning i selvforsyningsgrad fra 51% til 58% ved 30% reduksjon i kjøttkonsum, og ytterligere økt selvforsyningsgrad til 64% ved 60% reduksjon i kjøttkonsum. De tilsvarende tallene for selvforsyning korrigert for fôrimport er økning fra 44% til 52% ved 30% redusert kjøttkonsum og til 61% ved 60% reduksjon i kjøttkonsum. En økning

på rundt 15 prosentpoeng er betydelig når vi ser på historiske selvforsyningsdata for Norge (Figur 13) hvor selvforsyningsgraden i perioden fra 1950 og fram til i dag har ligget nokså stabilt i intervallet 45%-55%. Tar vi utgangspunkt i maksimumspotensialet, dvs arealøkningmodell (ii), i Figur 12 (røde kurver) er effekten av redusert kjøttkonsum dramatisk. En reduksjon i kjøttkonsum på 30% har potensial for å øke selvforsyningsgraden fra 51% til rundt 80%. Videre reduksjon av kjøttforbruk har ingen effekt, da modellen i stor grad allerede har omdisponert til matvekster de arealene som er egnet til det samt at vi får overproduksjon av en del matvekster (Tabell 19). Ytterligg reduksjon av kjøttproduksjon vil dermed kun føre til at grovfôrarealer tas ut av produksjon, og dermed bidra til redusert selvforsyningsgrad.

#### 4.4.4 Effekt på fordeling mellom protein, karbohydrat og fett

Det endrede kostholdet med redusert kjøttkonsum er mer balansert enn referansesituasjonen når det gjelder fordeling av energi på protein, karbohydrater og fett (Figur 14).



Figur 14: Andel av protein, karbohydrater og fett i kosten som funksjon av reduksjon i kjøttkonsum (heltrukne linjer). Stiplede linjer er øvre og nedre grense anbefalt av norske helsemyndigheter (Tabell 13).

Mens referansekostholdet er nær den øvre grensen av hva som er anbefalt fra helsemyndighetene når det gjelder både protein- og fettinnhold, og faktisk er under den anbefalte nedre grensen for karbohydratinnhold, bidrar det reduserte kjøttkonsumet til at kostholdet nærmer seg den ideelle balansen mellom proteiner, karbohydrater og fett. Med 30% redusert kjøttkonsum øker energiinnholdet fra karbohydrater fra 44% til 49% og er dermed godt

innenfor grenseverdiene på 45 – 60%. Samtidig er fettandelen redusert fra 37% til 34% og proteinandelen redusert fra 18% til 17%. Ytterligere reduksjon av kjøttkonsumet fører ikke til for lavt proteininnhold i kosten. Selv med 60% reduksjon i kjøttkonsumet er proteinandelen i kosten 15%.

#### 4.4.5 Oppsummering

Simuleringene viser tydelig et potensial for økt selvforsyningsgrad ved redusert kjøttkonsum, noe som er et resultat av den lave arealeffektiviteten av kjøttproduksjon sammenlignet med matvekster. Selv i simuleringen med arealøkningsmodell (i) som angir et minimumspotensial, øker selvforsyningsgraden fra referansesituasjonen på 51% til 58% dersom man følger anbefalingen om å redusere kjøttkonsumet til maks 500 gram rødt kjøtt i uka. Skulle man redusere kjøttkonsumet ytterligere til 300 gram rødt kjøtt i uka, slik Bere og Bjørkkjær (2017) tolker helsemyndighetenes anbefaling, øker selvforsyningsgraden til 64%. Dette er verdier som er betydelig over hva norsk selvforsyningsgrad har vært de siste 60 årene. Modellen som angir maksimumspotensial, beregner at selvforsyningsgraden kan økes til så mye som 80% ved å redusere konsumet av rødt kjøtt til 500 gram i uka. Det endrede kostholdet vil også ha et tilfredsstillende innhold av protein, karbohydrat og fett. Det vil også følge anbefalingene fra helsemyndighetene når det gjelder mengden rødt kjøtt, fisk, frukt og grønnsaker.

Simuleringen presentert ovenfor er kun et eksempel på hva modellen sier er mulig å oppnå ved redusert kjøttkonsum. I et videre arbeid bør det kjøres simuleringer hvor man undersøker i mer detalj hva som er mulig å oppnå ved å variere for eksempel:

- Ulik reduksjon av rødt vs hvitt kjøtt samt ulik reduksjon av kjøtt fra drøvtyggere vs kjøtt fra svin/fjørfe. Det bør også kjøres simuleringer hvor man varierer reduksjon av storfe vs småfe og svin vs fjørfe. Det kan da også ses nærmere på betydningen av konsumet og produksjonen av meieriprodukter. Dette kan bidra til å øke forståelsen av forskjellen mellom Schader m.fl. (2015) sin bærekraftsstrategi 2 (etterspørsel) og 3 (transformasjon), se kapittel 2.
- Det bør varieres hvor mye av de frigjorte arealene som skal gå til ulike typer matvekster. Dette må sees i sammenheng med arealpotensialet for de ulike typene matvekster, og hvor robust produksjonen er mot klimatiske betingelser både i dag og i et framtidig scenario med klimaendringer.

- Det bør varieres hvilke matvaregrupper som skal få økt konsum og i hvor stor grad konsumet av de ulike matvaregruppene skal endres for å kompensere for det reduserte kjøttkonsumet.

Modellen bygger på en rekke forutsetninger. I det videre arbeidet vil det være naturlig å undersøke disse nærmere og forbedre datagrunnlaget forutsetningene bygger på. En viktig forutsetning er hvor stor del av arealet som i dag brukes til fôrproduksjon (både kraftfôr og grovfôr) som er egnet til produksjon av matvekster, og hvilke matvekster som er egnet på hvilke arealer. Spesielt for simuleringene som bruker arealøkingsmodell (ii) er dette avgjørende for å gi bedre estimater for hvordan produksjonen kan legges om for å gi økt selvforsyning. Denne analysen kompliseres betydelig av klimaendringer. Økte temperaturer kan forlenge vekstsesongen og for eksempel muliggjøre dyrking av mer varmekjære vekster på arealer som tidligere kun egnet seg til grovfôrproduksjon. Imidlertid kan høyere hyppighet av ekstremvær, både i form av varme, kulde, tørke og intens langvarig nedbør motvirke dette og vanskeliggjøre produksjon av for eksempel matkorn, og gjøre det nødvendig å dyrke mer robuste vekster og bruke andre produksjonsformer. Dyrking av nye matvekster på arealer hvor det dyrkes fôrvekster i dag gjør også antagelsen om avlingsnivå mer usikker. Modellen bruker data for norske gjennomsnittsavlinger, men disse kan endre seg betydelig når man dyrker matvekster på nye området med mindre gunstige klimatiske betingelser og annet jordsmonn.

Her vil det være en mulighet for å forbedre kvaliteten på modellen ved å dele opp analysen i geografiske soner, for eksempel på fylkesnivå eller ved å bruke soner for produksjonstilskudd eller dyrkingsklasser slik som definert i Arnoldussen m.fl. (2014). En annen naturlig utvidelse av modellen vil være å legge inn en beregningsmodell for klimagassutslipp fra jordbruket, slik at effekten av omleggingen av produksjon fra kjøtt til matvekster på det norske klimagassregnskapet kan estimeres.

Til slutt ligger det inne en del forutsetninger som ikke er knyttet til den matematiske modellen som simuleringene bygger på, nemlig i hvilken grad det er mulig og realistisk å realisere potensialet simuleringene peker på. Dette handler om politiske og økonomiske virkemidler, det handler om forbrukerpreferanser og om veien fra råvare til et produkt med en kvalitet og til en pris som forbrukerne vil ha. Dette er i utgangspunktet utenfor rammen av denne oppgaven, men jeg ønsker å knytte noen få kommentarer til dette. Denne oppgaven har som perspektiv matsikkerhet og langsiktig bærekraft i matsystemet. Modellen er utviklet for si noe om hvordan endring i diett kan øke norsk matsikkerhet og selvforsyning i et mulig framtidig scenario hvor

global matforsyning er under press, og internasjonal mathandel har blitt mer utfordrende med handelsrestriksjoner og høyere matpriser. I et slikt scenario vil en endring i norsk matkonsum og jordbruksproduksjon, slik som modellen og simuleringene peker på, kunne være økonomisk bærekraftig. Redusert tilgjengelighet av importerte matvekster vil skape et behov for, og øke verdien av, norskproduserte matvekster og det vil bli nødvendig og mer akseptert å spise konserverte norske matvekster i stedet for at man baserer seg på importert fersk frukt og grønt året rundt.

Om norsk jordbruk skal bevege seg i en retning hvor man forsøker å realisere noe av potensialet som modellen og simuleringene peker på blir et politisk spørsmål, hvor det må søkes en balanse mellom kortsiktige økonomiske vurderinger relatert til kostnadseffektivitet, internasjonal konkurranse og forbrukerpreferanser, og andre vurderinger relatert til sunt kosthold og folkehelse samt langsiktige vurderinger relatert til matsikkerhet, selvforsyning og global bærekraft. Landbruks\_og\_matdepartementets\_klimautvalg (2016: 189) er inne på politikkenes betydning når de analyserer hvorfor norsk jordbruk har lave markedsandeler for planteprodukter til humankonsum, mens de gjennomgående er høye for husdyrproduktene: «Dels skyldes dette naturgitte forhold. Norge er rikt på beiteressurser, men har mindre rik matjord i gode klimasoner. Innretningen av norsk landbrukspolitik har også betydning».

Det kan hevdes at den politiske pendelen de siste tiårene har svingt over mot de kortsiktige økonomiske hensynene, mens kjøttkonsum har økt og selvforsyning og matlagre har blitt redusert. Økt fokus de aller siste årene på mulige sikkerhetspolitiske konsekvenser av klimaendringer og andre miljøtrusler har endret dette, og det ligger mer til rette nå for å dreie politikken tilbake mot matsikkerhet. Dette, sammen med at langsiktig bærekraft og sunn mat og folkehelse blir stadig viktigere, gjør at jeg håper at modellen og simuleringene jeg har presentert i denne oppgaven både er relevante og nyttige.

## Litteraturliste

- Animalia. (2016). *Spørsmål og svar om produksjon og produksjonspotensial for protein av høy kvalitet fra belgvekster og oljevekster i Norge, dvs vekster som brukes eller kan brukes til menneskemat*: Animalia. Hentet fra <https://www.animalia.no/contentassets/c72e0731c813456cbcf5cb666a82fbac/faktanot-at-proteinvekster-til-menneskemat-1-juni-2016.pdf>
- Arnoldussen, A. H., Forbord, M., Grønlund, A., Hillestad, M. E., Mittenzwei, K., Pettersen, I. & Tufte, T. (2014). *Økt matproduksjon på norske arealer*: AgriAnalyse. Hentet fra <http://agrianalyse.no/file=3347>
- Auestad, N. & Fulgoni, V. L. (2015). What Current Literature Tells Us about Sustainable Diets: Emerging Research Linking Dietary Patterns, Environmental Sustainability, and Economics. *Advances in nutrition*, 6, 19-36. doi: 10.3945/an.114.005694
- Bakken, A. K. & Johansen, A. (2014). *Matproduksjon på norske arealressursar med og utan import av førråvarer* (Vol. 9 Nr. 19): Bioforsk. Hentet fra <https://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/2440853/Bioforsk-Rapport-2014-09-19.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Bere, E. & Bjørkkjær, T. (2017, 11.11.2017). Vi må halvere kjøttspisingen. *Morgenbladet*. Hentet fra [https://morgenbladet.no/2017/11/vi-ma-halvere-kjottspising?utm\\_content=buffer5455d&utm\\_medium=social&utm\\_source=facebook.com&utm\\_campaign=buffer](https://morgenbladet.no/2017/11/vi-ma-halvere-kjottspising?utm_content=buffer5455d&utm_medium=social&utm_source=facebook.com&utm_campaign=buffer)
- Bergslid, I. K. R. (2015). *Storfe, klima og bærekraft – en litteraturstudie*: Bioforsk.
- Bergslid, I. K. R., Hansen, S., Lyche, A., Ullring, U. & Van Oort, B. E. H. (2016). *Storfe, driftssystem og klima*: NIBIO.
- Botnan, J. I. (2016). *Matsikkerhet i et klimaperspektiv*: Forsvarets forskningsinstitutt (FFI).
- Ceballos, G., Ehrlich, P. R., Barnosky, A. D., García, A., Pringle, R. M. & Palmer, T. M. (2015). Accelerated modern human-induced species losses: Entering the sixth mass extinction. *Science Advances*, 2015(e1400253).
- Cottis, T. (2015). *En framtid du ikke vil ha. Global oppvarming: Forutsetninger, risiko og sannsynlige konsekvenser*: Framtiden i våre hender.
- Daly, H. E. & Farley, J. (2011). *Ecological economics. Principles and applications*. (2nd edition. utg.): Island Press.
- FAO. (2017). *The future of food and agriculture – Trends and challenges*: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Graedel, T. E. & Allenby, B. R. (2010). *Industrial Ecology and Sustainable Engineering*: Prentice Hall.
- Hageberg, E. & Smedshaug, C. A. (2013). *Korn og krise - Hvorfor Norge bør starte kornlagring* (RAPPORT 2 – 2013): AgriAnalyse. Hentet fra <http://www.agrianalyse.no/file=2843>
- Helsedirektoratet. (2014). *Anbefalinger om kosthold, ernæring og fysisk aktivitet*: Helsedirektoratet. Hentet fra <https://helsedirektoratet.no/Lists/Publikasjoner/Attachments/806/Anbefalinger-om-kosthold-ertering-og-fysisk-aktivitet-IS-2170.pdf>
- Helsedirektoratet. (2016). *Utviklingen i norsk kosthold 2016* (IS-2558).
- Helsedirektoratet. (2017). *UTVIKLINGEN I NORSK KOSTHOLD 2016. Matforsyningsstatistikk og forbruksundersøkelser*. (IS-2609). Helsedirektoratet: Helsedirektoratet. Hentet fra <https://helsedirektoratet.no/Lists/Publikasjoner/Attachments/1291/Utviklingen-i-norsk-kosthold-2016-matforsyningsstatistikk-IS-2609.pdf>

- Holm Totland, T., Kjerpeseth Melnæs, B., Lundberg-Hallén, N., Helland-Kigen, K. M., Lund-Blix, N. A., Borch Myhre, J., . . . Frost Andersen, L. (2012). *Norkost 3 En landsomfattende kostholdsundersøkelse blant menn og kvinner i Norge i alderen 18-70 år, 2010-11*.: Helsedirektoratet. Hentet fra <https://helsedirektoratet.no/Lists/Publikasjoner/Attachments/301/Norkost-3-en-landsomfattende-kostholdsundersokelse-blant-menn-og-kvinner-i-norge-i-alderen-18-70-ar-2010-11-IS-2000.pdf>
- Ingebrigtsen, S. & Jakobsen, O. (2006). Circulation economics – a turn towards sustainability. *International Journal of Social Economics*, 33(8), 580-593. doi: 10.1108/03068290610678725
- IPCC. (2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report, Contribution og Working Groups I, II, III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (M-429|2015): M-429|2015. Hentet fra <http://www.miljodirektoratet.no/Documents/publikasjoner/M429/M429.pdf>
- Krausmann, F., Gingrich, S., Eisenmenger, N., Erb, K.-H., Haberl, H. & Fischer-Kowalski, M. (2009). Growth in global materials use, GDP and population during the 20th century. . *Ecological Economics*, 68(10), 2696-2705. doi: doi:10.1016/j.ecolecon.2009.05.007
- Landbruks\_og\_matdepartementet. (2012). *Meld. St. 9 Landbruks- og matpolitikken. Velkommen til bords*. (Meld. St. 9): Landbruks- og matdepartementet. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/contentassets/adb6bd7b2dd84c299aa9bd540569e836/no/pdfs/stm201120120009000dddpdfs.pdf>
- Landbruks\_og\_matdepartementets\_klimautvalg. (2016). *Landbruk og klimaendringer-rapport fra arbeidsgruppe*.
- Mittenzwei, K. (2015a). *Effekter av lavere kjøttforbruk for norsk jordbruk: en modellanalyse med jordmod*: NIBIO.
- Mittenzwei, K. (2015b). *Reduserte klimagassutslipp fra produksjon og forbruk av rødt kjøtt: en virkemiddelanalyse med jordmod*: NIBIO.
- Muller, A., Schader, C., Scialabba, N. E.-H., Brüggemann, J., Isensee, A., Erb, K.-H., . . . Niggli, U. (2017). Strategies for feeding the world more sustainably with organic agriculture. *Nature Communications*, 8(1290), 1-13. doi: 10.1038/s41467-017-01410-w
- Müller, A., Sukhdev, P., Miller, D., Sharma, K. & Hussain, S. (2015). *Towards a Global Study on the Economics of Eco-Agri-Food Systems: The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB) for agriculture and food*.
- Opplysningskontoret\_for\_frukt\_og\_grønt. (2014). *Totaloversikten 2004-2013. Frisk frukt, bær, grønnsaker og poteter*.: Opplysningskontoret for frukt og grønt.
- Pettersen, I., Grønlund, A., Elstad Stengsgård, A. & Walland, F. (2017). *Klimatiltak i norsk jordbruk og matsektor. Kostnadsanalyse av fem tiltak*.: NIBIO RAPPORT | VOL. 3 | NR. 2 | 2017.
- Ruud, T. A., Wittussen, H. T., Juul-Hansen, B.-O., Mellby, J. O., Røhnebæk, E., Aass, L., . . . Nafstad, O. (2013). *Økt storfekjøttproduksjon i Norge - rapport fra ekspertgruppen*.
- Sans, P. & Combris, P. (2015). World meat consumption patterns: An overview of the last fifty years (1961–2011). *Meat Science*, 109, 106–111.
- Schader, C., Muller, A., Scialabba Nel, H., Hecht, J., Isensee, A., Erb, K. H., . . . Niggli, U. (2015). Impacts of feeding less food-competing feedstuffs to livestock on global food system sustainability. *J R Soc Interface*, 12(113), 20150891. doi: 10.1098/rsif.2015.0891
- SSB. (1994a). Historisk statistikk 1994. Tabell 14.7. Jordbruksareal i drift etter bruken. I S. sentralbyrå (Red.).

- SSB. (1994b). Historisk statistikk 1994. Tabell 14.9. Areal av grønnsaker, jordbær og bringebær. Frukttrær og bærbusker. I S. sentralbyrå (Red.).
- SSB. (2017a). Tabell 08801: Utenrikshandel med varer, etter varenummer (HS) og land IS. sentralbyrå (Red.): Statistisk sentralbyrå.
- SSB. (2017b). Tabell 10507: Avling og areal av ymse hagebruksvekstar. I S. sentralbyrå (Red.). Statistisk sentralbyrå: Statistisk sentralbyrå.
- SSB. (2017c). Tabell 10508: Avling av frukt, hagebær og grønnsaker (tonn) IS. sentralbyrå (Red.). Statistisk sentralbyrå.
- SSB. (2017d). Tabell: 05982: Jordbruksareal, etter bruken (dekar) IS. sentralbyrå (Red.).
- Stabbetorp, H. (2015). *Dyrkingsomfang og avling i kornproduksjonen* (Jord- og Plantekultur 2015 / Bioforsk FOKUS 10 (1)): Bioforsk.
- Statens\_landbruksforvaltning. (2016). Råvareforbruk i norsk produksjon av kraftfôr til husdyr 2012. Korrigert 17.02.2016. I Statens\_landbruksforvaltning (Red.). Statens\_landbruksforvaltning.
- Svennerud, M. & Steine, G. (2011). *Beregning av det norske kjøttforbruket*: Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF).
- UN. (2015). *World Population Prospects - The 2015 Revision. Key Findings and Advance Tables*. (ESA/P/WP.241): Department of Economic and Social Affairs - United Nations.
- UNHCR\_WFP. (1997). *Guidelines for estimating food and nutritional needs in emergencies*: United Nations High Commissioner for Refugees og World Food Programme.



## Vedlegg 1: Resultater fra kontrollkjøringer

Dette vedlegget inneholder resultater fra kontrollkjøringer som er utført for å dokumentere og illustrere modellens oppførsel. Felles for kontrollkjøringene er at de simulerer enkle endringer i matkonsum og jordbruksproduksjon som gjør det mulig å vurdere om modellen regner riktig ut fra forutsetningene. Kontrollkjøring 1 til 3 beregner minimumspotensial ved endret arealbruk, dvs at frigitt areal tidligere brukt til grovfôrproduksjon tas ut av produksjon. Kontrollkjøring 4 illustrerer forskjellen mellom minimumspotensial (dvs at frigitt grovfôrareal tas ut av produksjon, og det dyrkes vekster til menneskemat kun på frigitt areal fra redusert kraftfôrproduksjon) og maksimumspotensial (også grovfôrareal omdisponeres til vekster til menneskemat innenfor de definerte maksgrensene, se kapittel 3.5, pkt III).

### *Kontrollkjøring 1: Halvering av konsum av svinekjøtt kompensert med økt grønnsaksproduksjon*

Resultatet fra kontrollkjøring 1, som bestod av fire simuleringer, kan finnes i Tabell 20. Formålet med denne kontrollkjøringen var å dokumentere følgende:

- Test av halvering av konsum av en enkelt kjøtttype, i dette tilfellet svinekjøtt (se Tabell 20 simulering 1 til 3 (kjøttkonsum halvert) sammenlignet med simulering 4 (uendret kjøttkonsum))
- Test av endringskode for produksjon:
  - Kode 1: Reduksjon av importert mat før reduksjon av norskprodusert mat (simulering 1)
  - Kode 2: Reduksjon av norskprodusert mat før reduksjon av importert mat (simulering 2)
  - Kode 3: Parallell proporsjonal reduksjon av både importert mat og norskprodusert mat (simulering 3)

*Tabell 20: Oppsummering av resultater fra kontrollkjøring 1 med halvering av konsum av svin kompensert med økt grønnsakskonsum og -produksjon.*

#	Variabelnavn	Sub-variabelnavn	Enhet	Sim. 1	Sim. 2	Sim. 3	Sim. 4
1	Konsum, etter	Grønnsaker	gram/person/dag	323	323	323	155
2	Totalenergi, etter	Grønnsaker	kJ/person/dag	588	588	588	282
3	Proteinenergi, etter	Grønnsaker	kJ/person/dag	118	118	118	56,4

#	Variabelnavn	Sub-variabelnavn	Enhet	Sim. 1	Sim. 2	Sim. 3	Sim. 4
4	Karbohydratenergi, etter	Grønnsaker	kJ/person/dag	392	392	392	188
5	Fettenergi, etter	Grønnsaker	kJ/person/dag	78,2	78,2	78,2	37,5
6	Totalenergi etter/før	Grønnsaker	-	2,09	2,09	2,09	1,00
7	Innmarkssareal, ikke grovfôr, etter	Grønnsaker	dekar	473 725	487 063	480 394	62 592
8	Produsert energi per person per dag, etter	Grønnsaker	kJ/person/dag	1252	1288	1270	165
9	Norskprodusert energi, etter/før	Grønnsaker	-	6,83	7,02	6,92	1,00
10	Selvforsyningsgrad, importert fôr regnet som norsk (uten tak), etter	Grønnsaker	-	160 %	165 %	163 %	49,0 %
11	Selvforsyningsgrad, importert fôr regnet som norsk, etter	Grønnsaker	-	100 %	100 %	100 %	49,0 %
12	Selvforsyningsgrad, på norske arealer, etter	Grønnsaker	-	100 %	100 %	100 %	49,0 %
13	Konsum, etter	Svin	gram/person/dag	30,2	30,2	30,2	60,5
14	Totalenergi, etter	Svin	kJ/person/dag	306	306	306	612
15	Proteinenergi, etter	Svin	kJ/person/dag	102	102	102	203
16	Fettenergi, etter	Svin	kJ/person/dag	204	204	204	409
17	Totalenergi etter/før	Svin	-	0,5	0,5	0,5	1
18	Innmarkssareal, ikke grovfôr, etter	Svin	dekar	424 471	411 133	417 802	835 604
19	Ekvivalent innmarksareal, importert fôr, etter	Svin	dekar	298 273	288 900	293 586	587 173
20	Ekvivalent innmarksareal, importert mat, etter	Svin	dekar	0	22 711	11 355	22 711
21	Produsert energi per person per dag, etter	Svin	kJ/person/dag	365	354	360	719
22	Norskprodusert energi, etter/før	Svin	-	0,508	0,492	0,500	1,000
23	Selvforsyningsgrad, importert fôr regnet som norsk (uten tak), etter	Svin	-	99,3 %	96,2 %	97,7 %	97,7 %
24	Selvforsyningsgrad, importert fôr regnet som norsk, etter	Svin	-	99,3 %	96,2 %	97,7 %	97,7 %
25	Selvforsyningsgrad, på norske arealer, etter	Svin	-	58,3 %	56,5 %	57,4 %	57,4 %
26	Selvforsyningsgrad, importert fôr regnet som norsk, etter	Totalt konsum	-	53,2 %	53,0 %	53,1 %	51,4 %
27	Selvforsyningsgrad, på norske arealer, etter	Totalt konsum	-	47,9 %	47,8 %	47,8 %	44,8 %

Ut fra Tabell 20 og Tabell 21 kan vi konkludere følgende:

- Rad 6-10 og 18: Halvering av svinekjøttproduksjon frigjør 417 802 dekar (simulering 3, rad 18) som brukes til grønnsaksproduksjon. Tabell 21 viser hvordan produksjonen av grønnsaker øker med en faktor på 7,68 mens summen av produksjonen av grønnsaker

og belgvekster øker med en faktor på 6,92 (rad 9, simulering 3). Forskjellen i de to faktorene skyldes at den norske produksjonen av belgvekster, som i simuleringen er uendret, også går til konsumgruppen grønnsaker (se Tabell 12, kolonnene for produksjon av grønnsaker og belgvekster samt raden for konsum av grønnsaker). Konsumet av grønnsaker (inkludert belgvekster) øker med en faktor 2,09 for å balansere energiinntaket (rad 6). Med en referanseselvforsyningsgrad på 49% (rad 11, simulering 4) blir ny selvforsyningsgrad  $49\% \cdot 6,92 / 2,09 = 163\%$  (se rad 10, simulering 3). Det betyr at vi produserer 63 % mer grønnsaker enn vi konsumerer. Selvforsyningsgraden for grønnsaker blir dermed 100 % (rad 11), mens den er uendret for svin (rad 23, simulering 3 og 4).

Tabell 21: Kontrollregning av faktoren «Norskprodusert energi, etter/før» (rad 9, simulering 3 og 4 i Tabell 20).

<i>Konsum</i>						
Kolonne nummer	1	2	3	4	5	6
Simulering nummer		Sim 4 (ref)	Sim 4 (ref)	Sim 3 / Sim 4	Sim 3 (etter)	
Variabel	Spesifikk energi	Konsum	Konsum	Konsum	Konsum	
Enhet	kJ/g	gram / person / dag	kJ / person / dag	Faktor	kJ / person / dag	
Kilde	Tabell 9 og Tabell 10	Tabell 20, Sim 4	Tabell 20, Sim 4	Kolonne 5 / Kolonne 3	Tabell 20, Sim 3	
Svin	10,1	60,5	612	0,50	306	
Grønnsaker (inkludert belgvekster)	1,82	155	282	2,09	588	
<i>Produksjon</i>						
Simulering nummer	Sim 4 (ref)	Sim 3 (etter)	Sim 3 / Sim 4	Sim 4 (ref)	Sim 3 (etter)	Sim 3 / Sim 4
Variabel	Areal	Areal	Arealfaktor etter/før	Energi	Energi	Energifaktor etter/før
Enhet	dekar	dekar		kJ / person / dag	kJ / person / dag	
Kilde	Tabell 20, Sim 4 og Tabell 7	Tabell 20, Sim 3 og Tabell 7	Kolonne 2 / Kolonne 1	Tabell 9 og Tabell 10	Kolonne 3 · Kolonne 4	Kolonne 5 / Kolonne 4
Svin	835 604	417 802	0,50	719	360	0,50
Grønnsaker	62 592	480 394	7,68	165	1266	<b>7,68</b>
Belgvekster	8 230	8 230	1,00	21,1	21,1	1,00
Grønnsaker+Belgvekster	70 822	488 624	6,90	186	1287	<b>6,92</b>

- Rad 13-17: Konsumet av svinekjøtt er halvert i simulering 1 til 3 sammenlignet med simulering 4

- Rad 2 og 14: Sum av totalenergi for svinekjøtt og grønnsaker er konstant i alle fire simuleringene, dvs at modellen kompenserer energitapet fra redusert svinekjøttkonsum med økt konsum av grønnsaker.
- Rad 18-20: I simulering 1 reduserer modellen først arealet for importert mat før den reduserer fôrarealet (både norsk fôrareal, og ekvivalent areal for importert fôr). I simulering 2 er det motsatt: Matimport er uendret i forhold til referansesituasjonen (simulering 4), mens fôrarealer reduseres. Simulering 3 reduserer både importert mat og fôrarealer proporsjonalt.
- Rad 24-25: Selvforsyningsgraden for svinekjøtt i simuleringene 3 og 4 er identisk, da konsum, import av kjøtt og norsk produksjon er endret proporsjonalt. Simulering 1 gir marginalt høyere selvforsyning enn simulering 2 da det er mer effektivt for selvforsyningen i dette tilfellet å først stanse import av kjøtt enn å først redusere fôrmengden til norsk produksjon da den bare delvis er import.
- Rad 11, 23, 26 og 27. Endringen i konsum av svinekjøtt fører til grovt sett uendret selvforsyning for svin, mens selvforsyningen av grønnsaker øker fra 49% til 100% (simuleringene viser at vi egentlig får mer enn 60% overproduksjon av grønnsaker). Totalt sett øker dette selvforsyningsgraden for norsk konsum med drøyt 1,5 prosentpoeng fra 51,4% til 53,2 % (simulering 1), mens selvforsyningsgraden på norsk fôr øker med drøyt 3 prosentpoeng fra 44,8 % til 47,9 % (simulering 1).

***Kontrollkjøring 2: Halvering av konsum av svinekjøtt kompensert med økt konsum/produksjon av grønnsaker, poteter, belgvekster, oljevekster, korn og kornprodukter***

Resultatet fra kontrollkjøring 2, som bestod av to simuleringer, kan finnes i Tabell 22. Simulering 1 har redusert konsum og produksjon/import av svinekjøtt med 50% sammenlignet med simulering 2. Konsumet av brød, grønnsaker, kornvarer og poteter har økt for å kompensere for energitapet. Arealet som er frigjort pga lavere produksjon av svinekjøtt er brukt til en proporsjonal økning av produksjon av grønnsaker, poteter, belgvekster, oljevekster og korn. Formålet med denne kontrollkjøringen var å dokumentere følgende:

- At modellen behandler flere konsum og produksjonsgrupper (i dette tilfellet korn, belgvekster, oljevekster, grønnsaker, poteter) likt når de skal kompensere for bortfall av et annet produkt (i dette tilfellet svinekjøtt).
- At totalsummen konsumert energi er konstant

- At økningen i selvforsyningsgrad er konsistent med økt produksjon og økt konsum for de enkelte gruppene

Tabell 22: Oppsummering av resultater fra kontrollkjøring 2 hvor simulering 1 har halvering av konsum av svin kompensert med økt konsum/produksjon av grønnsaker, poteter, belgvekster, oljevekster, korn og kornprodukter og simulering 2 er referansesituasjonen. Siste kolonne deler verdi fra simulering 1 med verdi fra simulering 2

#	Variabelnavn	Subvariabelnavn	Enhet	Sim 1	Sim 2	S1 / S2
1	Ekvivalent innmarksareal, importert fôr, etter	Svin	dekar	293 586	587 173	0,500
2	Ekvivalent innmarksareal, importert mat, etter	Svin	dekar	11 355	22 711	0,500
3	Innmarkssareal, ikke grovfôr, etter	Belgvekster	dekar	12 816	8 230	1,557
4		Grønnsaker		97 470	62 592	1,557
5		Korn		873 857	561 162	1,557
6		Oljevekster		1 716	1 102	1,557
7		Potet: Matpoteter		47 262	30 350	1,557
8		Potet: Potet til sprit		9 319	5 985	1,557
9		Potet: Potetchips og pommes frites		64 570	41 465	1,557
10		Potet: Potetlomper og potetmel		49 925	32 060	1,557
11		Potet: Potetmospulver		10 651	6 840	1,557
12		Svin		417 802	835 604	0,500
13	Konsum, etter	Brød	Gram / person / dag	203	184	1,101
14		Grønnsaker		171	155	1,101
15		Kornvarer		44,0	40,0	1,101
16		Poteter		72,6	66,0	1,101
17		Svin		30,2	60,5	0,500
18	Produsert energi per person per dag, etter	Belgvekster	kJ / person / dag	32,8	21,1	1,557
19		Grønnsaker		258	165	1,557
20		Korn		2836	1821	1,557
21		Oljevekster		4,01	2,58	1,557
22		Potet: Matpoteter		185	119	1,557
23		Potet: Potet til sprit		36,5	23,5	1,557
24		Potet: Potetchips og pommes frites		253	163	1,557
25		Potet: Potetlomper og potetmel		196	126	1,557
26		Potet: Potetmospulver		41,8	26,8	1,557
27		SUM		7398	6382	1,159
28	Svin	360	719	0,500		
29	Selvforsyningsgrad, importert fôr regnet som norsk, etter	Brød	-	46,7 %	33,0 %	1,415
30		Diverse		80,1 %	51,4 %	1,557
31		Grønnsaker		69,3 %	49,0 %	1,415
32		Kaker		26,5 %	17,0 %	1,557
33		Kornvarer		46,7 %	33,0 %	1,415
34		Margarin		31,1 %	20,0 %	1,557
35		Olje og annet fett		31,1 %	20,0 %	1,557
36		Poteter		84,4 %	59,7 %	1,415
37		Totalt konsum		56,8 %	51,4 %	1,106

#	Variabelnavn	Subvariabelnavn	Enhet	Sim 1	Sim 2	S1 / S2
38	Selvforsyningsgrad, på norske arealer, etter	Totalt konsum	-	51,6 %	44,8 %	1,152
39	Totalenergi, etter	Brød	kJ / person / dag	2173	1974	1,101
40		Grønnsaker		310	282	1,101
41		Kornvarer		621	564	1,101
42		Poteter		246	224	1,101
43		Svin		306	612	0,500

Utfra Tabell 22 kan vi konkludere følgende:

- Rad 3 – 17: Økningen i produksjonsareal for de valgte vekstene (55,7%) er lik for alle produksjonsgruppene. Samtidig er konsumøkningen for brød, grønnsaker, kornvarer og poteter lik (10,1%)
- Rad 27: Endring i bruken av norsk produksjonsareal har ført til en total økning av produsert energi på 15,9%.
- Rad 29-36: Selvforsyningsgraden for konsumgruppene brød, diverse, grønnsaker, kaker, kornvarer, margarin, olje og annet fett og poteter er alle påvirket av det endrede konsumet og den endrede produksjonen. Gruppene påvirket av produksjonsøkning uten at konsumet har økt har fått en økning av selvforsyning på 55,7%. Gruppene hvor konsumet har økt (med 10,1%) har en økning i selvforsyning på 41,5%. Selvforsyning av svinekjøtt er uendret da konsum og produksjon har endret seg proporsjonalt.
- Rad 37-38: Totalt sett har selvforsyningsgraden økt fra 51,4% til 56,8%. Selvforsyningsgrad på norske arealer har økt med enda flere prosentpoeng, fra 44,8% til 51,6% pga det endrede konsum og produksjonsmønsteret.
- Rad 39-43: Totalt energiinntak for matvaregruppene hvor konsum er endret (Brød, Grønnsaker, Kornvarer, Poteter, Svin) er 3656 kJ/person/dag både før og etter endringen.

### ***Kontrollkjøring 3: Halvering av konsum av storfekjøtt kompensert med økt konsum av fisk***

Kontrollkjøring 3 består av fire simuleringer. Simulering 1 til 3 er nye scenarier mens simulering 4 er referansesituasjonen. De nye scenariene er som følger:

- Alle simuleringer har redusert konsumet av storfekjøtt med 50%
- Simulering 1 og 2 har også redusert konsumet av meieriprodukter med 50% mens i simulering 3 er konsumet av meieriprodukter uendret

- I alle simuleringer kompenseres det reduserte konsumet av storfekjøtt (og meieriprodukter) av økt konsum av fisk og fiskeprodukter
- I simulering 1 antas det at konsumet av norskprodusert fisk er uendret, dvs at importen øker og selvforsyningsgraden for fisk går ned. I simulering 2 og 3 antas det at selvforsyningsgraden for fisk er uendret, dvs at både konsumet av norskprodusert fisk og importert fisk øker.

Simuleringene reduserer først import, så norsk produksjon. En stor del av storfekjøttproduksjonen er relatert til melkeproduksjon. Siden denne kontrollkjøringen kompenserer redusert kjøttforbruk med økt konsum av fisk uten å øke arealbruken til annen produksjon i norsk jordbruk, går totalarealet i norsk jordbruk ned. Formålet med denne kontrollkjøringen er å dokumentere følgende:

- Dokumentere forskjellen i hvordan modellen behandler ammekuproduksjon og melkeproduksjon, hvor sistnevnte bruker samme arealressurs til både å produsere melk og kjøtt. Dette er illustrert ved å sammenligne produksjonen i simulering 1 og 2 (hvor både meierkonsumet og kjøttkonsumet er halvert) med simulering 3 (hvor kun kjøttkonsumet er halvert).
- Vise at modellen reduserer totalareal for norsk jordbruk når konsumet som skal kompensere for tapt energiinntak fra kjøtt ikke kommer fra norsk jordbruk (i dette tilfellet fisk).
- Illustrere forskjellen i total selvforsyning når det økte fiskekonsumet antas dekt av økt import alene (dvs redusert selvforsyningsgrad av fisk), se simulering 1, sammenlignet med når det antas at konsum av norsk fisk og importert fisk økes proporsjonalt (dvs uendret selvforsyningsgrad av fisk), se simulering 2.

Arealberegninger fra kontrollkjøring 3 er vist Tabell 23. Arealberegningene er identiske for simulering 1 og 2. Fra tabellen kan vi konkludere følgende:

- Rad 5 og 10: Matimporten av storfekjøtt er i referansesituasjonen tilknyttet ammekuproduksjon (rad 5), mens det i referansesituasjonen ikke er tilknyttet matimport til melk og kjøtt fra melkeproduksjon, dvs 100 selvforsyningsgrad på melk og kjøtt fra melkeproduksjon (rad 10). Siden simuleringen først ønsker å redusere importareal tilknyttet matimport, er det dermed kun for ammeku at det er mulig å redusere «Ekvivalent innmarksareal, importert mat».

- Rad 1 - 10: I simulering 1 og 2 hvor både kjøtt og meieriproduktinntak er halvert, er melkekuarealet halvert (rad 6-9), mens for ammeku er den norske arealbruken uendret (rad 1-4). Matimportarealet for ammeku er derimot redusert fra 1 008 574 dekar til 15 397 dekar (rad 5), dvs at nesten all import er fjernet. Innenlands ammekuproduksjon er uendret (rad 1-4). Totalt ekvivalent areal til ammeku (norsk + ekvivalent import) er 1 986 355 dekar i referansesituasjonen og 993 177 dekar, dvs en halvering, etter reduksjonen. I simulering 3 hvor kun kjøttkonsumet er halvert (meierikonsum er uendret) ønsker modellen å beholde størst mulig melkecuproduksjon for å opprettholde en høyest mulig selvforsyning av meieriprodukter. Arealet til ammekuproduksjonen er dermed null.
- Rad 11-15: Totalarealet i norsk jordbruk er redusert tilsvarende som reduksjonen av areal til storfeproduksjon. Totalt ekvivalent areal til konsum av produkter (norsk + ekvivalent import) er 15 648 617 dekar i referansesituasjonen (9 890 508 dekar norsk dyrka mark), 11 417 747 dekar i simulering 1 og 2 og (7 139 412 dekar norsk dyrka mark) og 11 274 270 dekar i simulering 3 (7 030 122 dekar norsk dyrka mark).

Tabell 23: Oppsummering av produksjonsarealer (dekar) fra kontrollkjøring 3 hvor simulering 1 til 3 har halvering av konsum av storfekjøtt kompensert med økt konsum av fisk og simulering 4 er referansesituasjonen. Simulering 1 og 2 har også halvert konsumet av meieriprodukter fra melkecuproduksjonen.

#	Variabelnavn	Subvariabelnavn	Sim 1 og 2	Sim 3	Sim 4: Ref
1	Ekvivalent utmarksareal, etter	Ammeku	80 091	0	80 091
2	Innmarkssareal grovfôr, etter		752 157	0	752 157
3	Innmarkssareal, ikke grovfôr, etter		79 132	0	79 132
4	Ekvivalent innmarksareal, importert fôr, etter		66 402	0	66 402
5	Ekvivalent innmarksareal, importert mat, etter		15 397	0	1 008 574
6	Ekvivalent utmarksareal, etter	Melk og kjøtt fra melkeproduksjon	90 537	114 298	181 075
7	Innmarkssareal grovfôr, etter		2 279 104	2 877 232	4 558 208
8	Innmarkssareal, ikke grovfôr, etter		471 992	595 861	943 983
9	Ekvivalent innmarksareal, importert fôr, etter		396 059	500 001	792 118
10	Ekvivalent innmarksareal, importert mat, etter		0	0	0
11	Ekvivalent utmarksareal, etter	Sum all jordbruksproduksjon	954 125	897 794	1 044 662
12	Innmarkssareal grovfôr, etter		4 389 321	4 235 293	6 668 425
13	Innmarkssareal, ikke grovfôr, etter		2 750 091	2 794 829	3 222 083
14	Ekvivalent innmarksareal, importert fôr, etter		1 528 290	1 565 831	1 924 350
15	Ekvivalent innmarksareal, importert mat, etter		1 795 920	1 780 523	2 789 097

Tabell 24 oppsummerer endring i selvforsyningsgrad i kontrollkjøring 3. Følgende kan leses ut av tabellen:



- Rad 1 - 6: Konsum av storfekjøtt er redusert med 50%. For å balansere energiinntaket er konsum av fisk økt med en faktor på 1,43 i scenariet hvor konsum av meieriprodukter er uendret og med en faktor på 3,67 når også konsum av meieriprodukter er halvert. Totalt energiinntak for storfekjøtt, meieriprodukter og fisk er 2385 kJ/person/dag både i referansetilstanden og i de simulerte scenariene.
- Rad 13: I simulering 1 er det økte konsumet av fisk antatt kompensert med mer import, noe som har redusert selvforsyningsgraden fra 80% til 21,8%. I simulering 2 og 3 er selvforsyningsgraden for fisk uendret, dvs det økte konsumet kommer både fra norsk og importert fisk.
- Rad 14-17: For simulering 3 er selvforsyningsgrad for alle meieriprodukter redusert med en faktor på 0,63, grunnet tilsvarende reduksjon i melkeproduksjonen. I simulering 1 og 2 er selvforsyningsgrad for meieriprodukter uendret da både produksjon og konsum er redusert med 50%.
- Rad 18: Selvforsyningsgrad for storfekjøtt er uendret i simulering 3 hvor konsumet av meieriprodukter er uendret. Dette skyldes at alle arealkategorier er redusert proporsjonalt (både norsk og importert areal). For simulering 1 og 2 hvor meierikonsumet er halvert, øker selvforsyningsgraden fra 81,6% til 98,5% da modellen nærmest har fjernet matimporten relatert til ammeku, mens de norske arealene til ammeku er uendret.
- Rad 25-26: I simulering 1 har den totale selvforsyningsgraden gått ned fra 51,4% til 41,3% (fra 44,8% til 35,9% på norsk for), noe som skyldes at de frigjorte norsk innmarksarealene (2 751 096 dekar) er tatt ut av produksjon i stedet for å brukes til annen produksjon enn storfe samt at selvforsyningen på fisk er redusert. I simulering 2 er selvforsyningsgraden nærmest uendret fra referansetilstanden siden det reduserte inntaket av storfekjøtt og meieriprodukter (som er produkter med høy selvforsyningsgrad) er kompensert av økt konsum av fisk som også har høy selvforsyningsgrad (80%). I simulering 3, hvor konsum av meieriprodukter er uendret, går derimot selvforsyningsgraden ned, som resultat av at vi må øke importen av meieriprodukter.

Tabell 24: Oppsummering av konsum (vekt og energi) og selvforsyningsgrad fra kontrollkjøring 3 hvor simulering 1 til 3 har halvering av konsum av storfekjøtt kompensert med økt konsum av fisk og simulering 4 er referansesituasjonen. Simulering 1 og 2 har også halvert konsumet av meieriprodukter fra melkeproduksjonen. Simulering 1 antar at økt konsum av fisk tas av import alene, mens simulering 2 og 3 antar at selvforsyningsgrad for fisk er uendret, dvs norskprodusert konsum og importkonsum økes proporsjonalt.

#	Variabelnavn	Subvariabelnavn	Enhet	Sim 1	Sim 2	Sim 3	Sim 4 (ref)	Sim 1 / Sim 2 <sup>1)</sup>	Sim 2 / Sim 3 <sup>2)</sup>	Sim 2 / Sim 4 <sup>3)</sup>	Sim 3 / Sim 4 <sup>4)</sup>
1	Konsum, etter	Fisk, fiskeprodukter	Gram / person / dag	246	246	96	67	1	2,57	3,67	1,43
2		Fløte, fløteprodukter		11,0	11,0	22,0	22,0	1	0,50	0,50	1
3		Melk, yoghurt		157	157	314	314	1	0,50	0,50	1
4		Ost		22,0	22,0	44,0	44,0	1	0,50	0,50	1
5		Smør		3,01	3,01	6,03	6,03	1	0,50	0,50	1
6		Storfe		19,6	19,6	19,6	39,2	1	1	0,50	0,50
7	Totalenergi, etter	Fisk, fiskeprodukter	kJ / person / dag	1380	1380	536	376	1	2,57	3,67	1,43
8		Fløte, fløteprodukter		94,0	94,0	188	188	1	0,50	0,50	1
9		Melk, yoghurt		329	329	658	658	1	0,50	0,50	1
10		Ost		329	329	658	658	1	0,50	0,50	1
11		Smør		92,0	92,0	184	184	1	0,50	0,50	1
12		Storfe		160	160	160	321	1	1	0,50	0,50
13	Selvforsyningsgrad, importert fôr regnet som norsk, etter	Fisk, fiskeprodukter	%	21,8	80,0	80,0	80,0	0,27	1	1	1
14		Fløte, fløteprodukter		100	100	63,1	100	1	1,58	1	0,63
15		Melk, yoghurt		99,0	99,0	62,5	99,0	1	1,58	1	0,63
16		Ost		87,0	87,0	54,9	87,0	1	1,58	1	0,63
17		Smør		97,0	97,0	61,2	97,0	1	1,58	1	0,63
18		Storfe		98,5	98,5	81,6	81,6	1	1,21	1,21	1
19	Selvforsyningsgrad, på norske arealer, etter	Fisk, fiskeprodukter	%	21,8	80,0	80,0	80,0	0,27	1	1	1
20		Fløte, fløteprodukter		87,8	87,8	55,4	87,8	1	1,58	1	0,63
21		Melk, yoghurt		86,9	86,9	54,8	86,9	1	1,58	1	0,63
22		Ost		76,4	76,4	48,2	76,4	1	1,58	1	0,63
23		Smør		85,1	85,1	53,7	85,1	1	1,58	1	0,63
24		Storfe		88,3	88,3	71,6	72,1	1	1,23	1,22	0,99
25	Selvforsyningsgrad, importert fôr regnet som norsk, etter	Totalt konsum	%	41,3	50,3	44,8	51,4	0,82	1,12	0,98	0,87
26	Selvforsyningsgrad, på norske arealer, etter	Totalt konsum	%	35,9	44,9	39,1	44,8	0,80	1,15	1,00	0,87

1) Effekt av selvforsyningsmodell fisk. I simulering 1 kompenseres økt konsum av fisk med import. I simulering 2 antas selvforsyningsgrad av fisk uendret.

2) Effekt av at konsum av meieriprodukter også halveres (simulering 2) sammenlignet med at kun kjøttkonsum halveres (simulering 3)

3) Kjøtt og meieri halveres (simulering 2) sammenlignet med referansesituasjonen (simulering 4)

4) Konsum av kjøtt halveres (simulering 3) sammenlignet med referansesituasjonen (simulering 4)

**Kontrollkjøring 4: Redusert konsum av småfekjøtt kompensert med økt konsum av korn og kornvarer. Illustrasjon av arealmodell: Minimumspotensial vs maksimumspotensial.**

Kontrollkjøring 4 består av seks simuleringer hvor to variable er variert:

- Konsum av småfekjøtt er redusert med 0% (simulering 5 og 6), 30% (simulering 3 og 4) og 60% (simulering 1 og 2) og kompensert med økt konsum av brød og kornvarer. Tilsvarende er arealer til småfeproduksjon redusert og arealer til matkornproduksjon er økt.
- De to ulike modellene for arealøkning er testet:
  - (i) Kun frigitt areal til kraftfôrvekster er brukt til økt matkornproduksjon (simulering 1, 3 og 5)
  - (ii) Også frigitt grovfôrareal er brukt til økt kornproduksjon innenfor de definerte maksgrensene (simulering 2, 4 og 6).

Simuleringene reduserer import og norsk produksjon av småfe proporsjonalt. Formålet med denne kontrollkjøringen er å dokumentere forskjellen i de to arealøkningmodellene.

*Tabell 25: Oppsummering arealbruk (dekar) for simuleringene i kontrollkjøring 4*

Arealøkningmodell		(i)	(ii)	(i)	(ii)	-
Reduksjon i kjøttkonsum (%)		60	60	30	30	0
Produksjonsvariabel		Sim 1	Sim 2	Sim 3	Sim 4	Sim 5 og 6 (referanse)
Grovfôr	Storfe - dyrka mark, grovfôrareal	2 301 786	2 301 786	4 028 125	4 028 125	5 310 365
	Småfe - dyrka mark, grovfôrareal	543 224	543 224	950 642	950 642	1 358 060
Ikke grovfôr	Storfe – areal til kraftfôrproduksjon	476 689	476 689	834 206	834 206	1 023 115
	Småfe – areal til kraftfôrproduksjon	67 291	67 291	117 760	117 760	168 228
	Matkornareal	1 208 525	<b>2 779 595<sup>1)</sup></b>	800 539	2 490 197	561 162
<i>SUM alle vekster menneskemat</i>		<i>1 439 461</i>	<i>3 010 531</i>	<i>1 031 476</i>	<i>2 721 133</i>	<i>792 098</i>
<i>SUM alt ikke-grovfôrareal</i>		<b><i>3 222 083<sup>2)</sup></i></b>	<i>4 793 153</i>	<b><i>3 222 083<sup>2)</sup></i></b>	<i>4 911 740</i>	<i>3 222 083</i>
<i>SUM all dyrka mark</i>		<i>6 067 093</i>	<i>7 638 163</i>	<i>8 200 851</i>	<b><i>9 890 508<sup>3)</sup></i></b>	<i>9 890 508</i>

- 1) I simulering 2 ble maksimalt tilgjengelig areal til matkorn (2 779 595 dekar, se Tabell 7) begrensende
- 2) I simulering 1 og 3 hvor arealmodell 1 (kun frigitt areal til kraftfôrvekster er brukt til økt matkornproduksjon) er dyrka mark til ikke grovfôrproduksjon uendret fra referansesimuleringen.
- 3) I simulering 4 ble sum av all dyrka mark (9 890 508 dekar) begrensende, det vil si at alt frigitt areal (både grovfôrareal og kraftfôrareal) er omlagt til matkornproduksjon

Tabell 25 oppsummerer arealendringer i de seks simuleringene. For simulering 1 og 3 som bruker arealøkningmodell (i), er summen av alt areal som ikke brukes til grovfôrproduksjon konstant (3 222 083 dekar). Det er da begrensende for hvor mye kornarealet kan øke når produksjonen av storfe og småfe går ned. For simulering 2 og 4 som bruker arealøkningmodell

(ii) er det først totalt areal med dyrka mark (9 890 508 dekar) som er begrensende (simulering 4: 30% reduksjon av kjøttkonsum), mens i simulering 2 hvor kjøttkonsumet er redusert ytterligere (med 60%) blir matkornarealet så stort at det begrenses av den definerte maktgrensen på 2 779 595 dekar. I dette tilfellet blir dermed den totale dyrka marken redusert fra 9 890 508 dekar til 7 638 163 dekar. Det vil si at en del dyrka mark brukt til grovfôrproduksjon, og som er antatt uegnet til kornproduksjon, blir tatt ut av drift.

Tabell 26: Oppsummering selvforsyningsgrad for simuleringene i kontrollkjøring 4

		Arealøkingsmodell		(i)	(ii)	(i)	(ii)	-
		Reduksjon i kjøttkonsum (%)		60	60	30	30	0
#	Variabelnavn	Subvariabelnavn	Sim 1	Sim 2	Sim 3	Sim 4	Sim 5 og 6 (referanse)	
1	Selvforsyningsgrad, importert fôr regnet som norsk (uten tak), etter	Brød og kornvarer	65 %	150 %	45 %	140 %	33 %	
2	Selvforsyningsgrad, importert fôr regnet som norsk, etter	Storfe	82 %	82 %	82 %	82 %	82 %	82 %
3		Lam	89 %	89 %	89 %	89 %	89 %	89 %
4		Brød og kornvarer	65 %	100 %	45 %	100 %	33 %	
5		Totalt konsum	52 %	66 %	53 %	72 %	51 %	
6	Selvforsyningsgrad, på norske arealer, etter	Storfe	72 %	72 %	72 %	72 %	72 %	72 %
7		Lam	84 %	84 %	84 %	84 %	84 %	84 %
8		Totalt konsum	47 %	60 %	46 %	65 %	45 %	

Tabell 26 presenterer beregnet selvforsyningsgrad fra kontrollkjøring 4. For arealøkingsmodell (ii) ser vi at matkornarealene øker så mye at vi produserer mer matkorn enn vi spiser (sim 2 og 4, rad 1). Selvforsyningsgrad for storfe og småfe (rad 2-3 og 6-7) er uendret da konsum og produksjon reduseres like mye. For arealøkingsmodell (ii) ser vi at det har negativ effekt på selvforsyningsgraden å redusere kjøttkonsumet ytterligere fra 30% til 60%. Det har sammenheng med at vi ved 30% reduksjon av kjøttforbruket allerede har frigjort så mye areal til matkornproduksjon at vi er nær taket på ca 2.8 mill dekar, og at ytterligere reduksjon av kjøttkonsum og produksjon kun bidrar til at arealer blir liggende ubrukte.