

Norges miljø- og biovitenskapelige universitet

Fakultet for biovitenskap

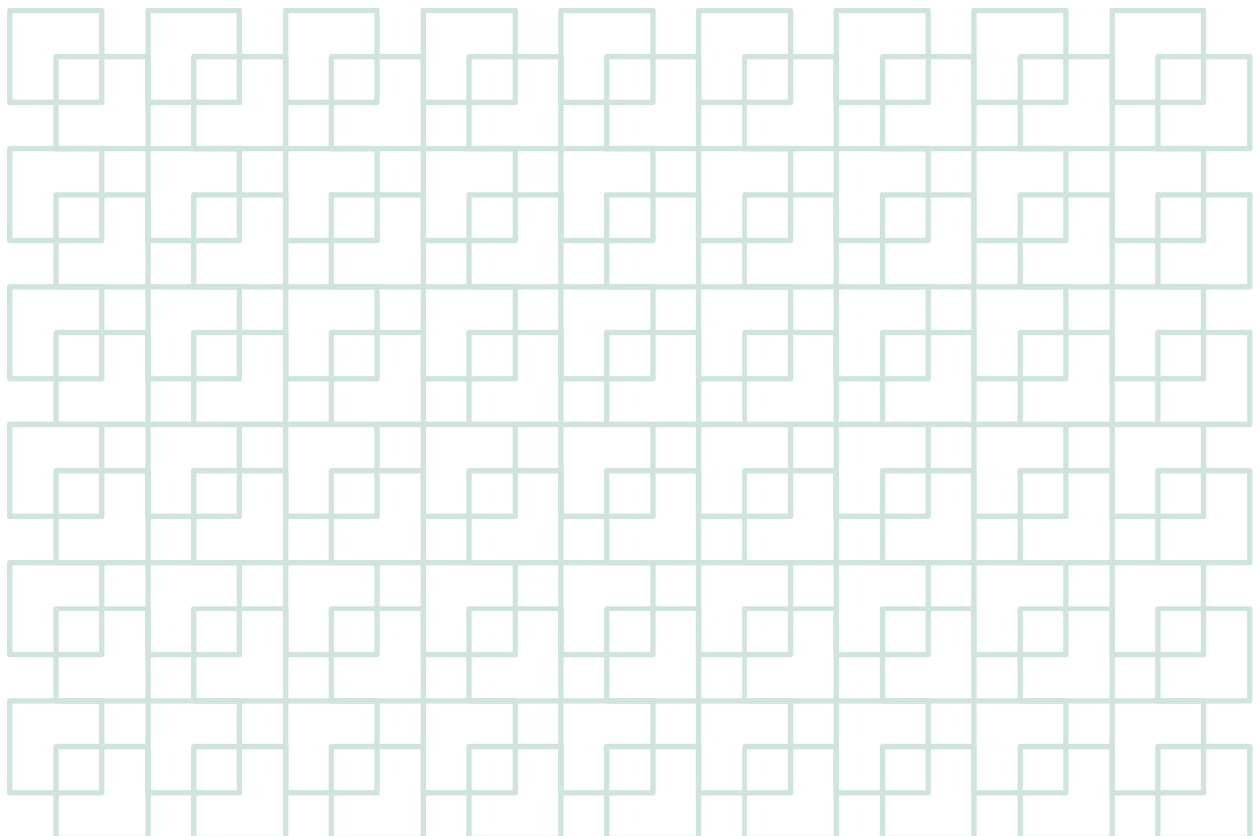
Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap

2019

ISBN: 978-82-575-1648-2

Klimatiltak i landbruket- en utredning om modeller, karbonlagring og bærekraftig matproduksjon

Laila Aass, Hanne Fjerdingby Olsen og Bente Aspeholen Åby



Forord

Denne rapporten er utarbeidet som en del av prosjektet «Klimatiltak i landbruket- en utredning om modeller, karbonlagring og bærekraftig matproduksjon» finansiert via Forskningsmidlene for jordbruk og matindustri -utredningsmidler for å redusere klimagassutslipp fra jordbruket (totalbudsjett 600 000 kroner). Bakgrunnen for prosjektet er mangelfull kunnskap om klimagassutslipp fra husdyrproduksjonen i næring, rådgivning og offentlig forvaltning per i dag. Behovet for oppdatert kunnskap er betydelig ettersom stadig nye rapporter kan føre til at «oppleste og vedtatte sannheter» kan stå for fall. Dessverre lever ofte utdatert kunnskap videre i media og bidrar til stor forvirring rundt klimaspørsmål. Det pågår omfattende forskning internasjonalt rundt temaer som modellering og beregningsmetoder for klimagassutslipp, ressursbruk og bærekraft knyttet til matproduksjon og landbruk, samt bærekraftig humant kosthold. Oppdatert kunnskap om disse temaene er viktig og forhåpentligvis vil rapporten være til nytte for alle aktører knyttet til norsk landbruk; næringsorganisasjoner, industri og rådgivningstjenester. Rapporten er et litteraturstudium i tre deler. Del 1 (Hanne Fjerdingby Olsen) omhandler beregningsmodeller (livssyklusanalyser) for klimagassutslipp fra matproduksjon. Del 2 (Bente Aspeholen Åby) omhandler beregningsmodeller og betydning av å inkludere karbonlagring i jord i gårdsmodeller. Del 3 (Laila Aass) er en litteraturgjennomgang der temaet er «Bærekraftig kosthold». Del 4 (Laila Aass) er en faglig gjennomgang og vurdering av EAT-Lancet rapporten.

Del 1 gir en introduksjon til livssyklusanalyser gjennom bakgrunnshistorikk, hvorfor det er behov for et slikt verktøy, hvordan verktøyet er bygd opp og hva det kan brukes til. Hensikten er å gi leseren en forståelse av kompleksiteten i et produksjonssystem og hvordan vi kan dra nytte av livssyklusanalyse som verktøy for å dokumentere bærekraft i ulike systemer innenfor norsk landbruk. Det gis også en kort oversikt over aktuelle livssyklusanalyser som er gjennomført i norske landbrukssystemer.

Del 2 gir en oversikt over betydningen av å inkludere karbonbalansen i jord ved beregning av klimagassutslipp fra drøvtyggere med gårdsmodeller, samt gir en oversikt over hvilke beregningsmetoder som benyttes. Hensikten er ikke å gi en grundig innføring i karbonlagring som sådan. For en generell beskrivelse av karbon i jord henvises det til Samsonstuen (2019). Mer kunnskap om tilgjengelige beregningsmodeller og viktigheten av å inkludere

karbonbalansen i jord kan bidra til å forbedre klimakalkulatorer for husdyrproduksjoner som utnytter grovfôr og beite, for eksempel HoloNorBeef for beregning av klimagassutslipp fra ammeku samt modell for norsk saueproduksjon på sikt.

Del 3 og Del 4 tar for seg begrepet «Bærekraftig matproduksjon». Målsettingen er å få fram at dette innebærer noe langt mer enn bare klimagassutslipp, og at det pr. i dag ikke finnes tilstrekkelig vitenskapelig kunnskap til å fastsette klare mål på hva «bærekraftig matproduksjon» innebærer i praksis. Ved hjelp av en nokså omfattende litteraturgjennomgang i Del 3 er målet å vise at det er mange ulike forhold ved matproduksjonen som påvirker bærekraft, og at det ikke finnes kun «en eneste riktig» bærekraftig matproduksjon, men at dette vil avhenge av det naturgitte produksjonsgrunnlaget i hvert enkelt land eller region på kloden.

Del 4 er en gjennomgang av EAT-Lancet rapporten bestående av et norskspråklig, komprimert referat, inndelt i kapitler som tilsvarer originalrapporten. Gjennomgangen av Section 1, som er et omfattende kapittel om «Healthy diets» inkluderer ikke grunnleggende ernæringsfag. Section 4 i rapporten, som omhandler det politiske rammeverket for å gjennomføre «The Great Food Transformation», er ikke behandlet i detalj. De viktigste momentene er imidlertid omtalt i rapportens sammendrag, som er referert og kommentert her i Kap 4.1. Målet er at det norskspråklige referatet gjør det lettere å sette seg inn i originalteksten for de som måtte ønske det. Hvert kapittel i referatet avsluttes med en tilhørende diskusjon og vurderinger av kapitelets faglige innhold og resultater, uten at dette nødvendigvis dekker alle momenter som burde blitt kommentert. Som vedlegg er en artikkel som beskriver EAT-rapportens konsekvenser for norsk matproduksjon, inkludert utnyttelse av norske arealressurser og behovet for arealressurser utenlands ved «innføring» av kostholdet som foreslås i rapporten.

NMBU, Ås, 29.08.19



Laila Aass
Forsker



Hanne Fjerdningby Olsen
Forsker



Bente Aspehølen Åby
Forsker

Elise Norberg
Instituttleder

Innholdsfortegnelse

1. Bærekraft i et livssyklusperspektiv	4
1.1 Produksjonssystemer med husdyr	5
1.2 Perspektiver på bærekraftig husdyrproduksjon	6
1.3 Hva er en livssyklusanalyse?	7
1.4 Metodisk rammeverk for LCA	8
1.4.1 Definisjon av mål og omfang	9
1.4.2 Innsamling av data	10
1.4.3 Beregning av påvirkningsfaktorer	10
1.4.4 Tolkning av resultater	10
1.5 Livssyklusanalyse av norske husdyrsystemer	11
1.6 Data – begrensninger og muligheter	12
1.7 Bruk av LCA i framtida	13
1.9 Litteratur - del 1	14
2. Karbonbalanse i jord	21
2.1 Modeller for estimering av karbonbalanse i jord	21
2.1.1 Single-compartment	22
2.1.1.1 IPCC	22
2.1.2 Two compartments	23
2.1.2.1 Introductory carbon balance model (ICBM)	23
2.1.3 Multi-compartmental	24
2.1.3.1 CENTURY	24
2.1.3.2 C-tool	25
2.1.3.3 Carbon Emission and Sequestration by Agricultural land use (CESAR)	26
2.2 Inkludering av jordkarbonbalanse i gårdsmodeller	26
2.2.1 Melkeproduksjon	26
2.2.2 Ammekuproduksjon	29
2.2.3 Saueproduksjon	33
2.3 Konklusjon	34
2.4 Litteratur - del 2	34
3. Hva er et bærekraftig kosthold?	40
3.1. Innledning	40
3.2. Det globale bakteppet	42
3.2.1 Matforsyning og matsikkerhet	43
3.3 Bærekraftig kosthold	44

3.3.1 Beregninger av bærekraftig kosthold	45
3.3.2 Konsekvenser av mangelfull forskning.....	46
3.3.3 Matsikkerhet og fullverdig ernæring	47
3.3.4 Husdyras betydning for matsikkerhet.....	47
3.3.5 Ernæring.....	48
3.3.6 Husdyra- konkurrenter i menneskets matfat?.....	48
3.3.7 Betydningen av det naturgitte produksjonsgrunnlaget.....	50
3.3.8 Det naturgitte produksjonsgrunnlaget i Europa	50
3.3.9 Det naturgitte produksjonsgrunnlaget i Norden	51
3.3.10 Det naturgitte produksjonsgrunnlaget i Norge.....	52
3.3.11 Biodiversitet	53
3.4 Oppsummering	54
3.5 Litteratur – del 3	55
4. DEL 4. Gjennomgang av EAT-Lancet rapporten.....	62
Egen innholdsfortegnelse	

DEL 1:

Bærekraft i et livssyklusperspektiv

Av: Hanne Fjerdingby Olsen

1. Bærekraft i et livssyklusperspektiv

Nasjonal matproduksjon er viktig for å fø en voksende befolkning i en tid med økende globale utfordringer knyttet til klimaendringer. Det forventes en befolkningsvekst på om lag 14 % de neste 20 årene (SSB, 2018), og dette krever økt matproduksjon samtidig som det stilles høye forventninger til at denne produksjonen skal være bærekraftig. Landbruket har en viktig rolle for å nå det vedtatte målet om en total utslippsreduksjon på 40% (i forhold til utslippsnivået i 1990) innen 2030 (Landbruks- og matdepartementet, 2016), og husdyrproduksjonen er spesielt i fokus siden denne står for størsteparten av utslippene i sektoren (FAO, 2006). I 2016 bidro landbruket med 8,5 % av de nasjonale utslippene av drivhusgasser, hvilket er en økning på 0,6 % siden 2015, men denne sektoren har likevel hatt en total reduksjon i utslipp på 6 % siden 1990 (Miljødirektoratet, 2018). Den totale reduksjonen forklares primært med redusert innhold av nitrogen i kunstgjødsel, mer bruk av kraftfôr og et systematisk avlsarbeid over mange år som har ført til mer effektiv melkeproduksjon og dermed gitt en reduksjon i antall melkekyr. Økt effektivitet og produktivitet bidrar positivt inn i et utslippsregnskap, for dette betyr at hvert enkelt dyr produserer mer mat slik at netto utslipp per enhet produsert mat blir mindre. Dette bidrar til at vi kan produsere mer mat per arealenhet, men intensiv matproduksjon bidrar også til at vi gjør husdyrholdet mer avhengig av kraftfôr, hvilket igjen kan påvirke i hvilken grad vi klarer å utnytte norske ressurser.

Det er et høyt fokus på utslippet fra enkeltdyr, spesielt hos drøvtyggere, og hva som påvirker det individuelle utslippet. Enterisk metanutslipp fra drøvtyggere står for 51 % av de totale utslippene fra landbrukssektoren (Miljødirektoratet, 2018), så dette er en medvirkende årsak til at drøvtyggerne får et spesielt fokus i den offentlige debatten. Vi har ikke nok kunnskap om individuelle utslipp hos husdyra våre, men vi vet at det er store individuelle forskjeller og at både vom- og tarmflora samt fôrets kvalitet og sammensetning spiller en viktig rolle for det individuelle utslippet (e.g. Knapp et al., 2014; Storlien og Harstad, 2016). For å påvirke de fysiske forholdene som kan ha betydning for utslippet fra enkeltdyr forskes det blant annet på effekt av kjemiske tilsetningsstoffer som 3-nitrooxypropanol (3-NOP) som kan hemme produksjonen av metan i vomma (e.g. Hristov et al., 2015; Vyas et al., 2018). Vi må uansett erkjenne at animalsk matproduksjon medfører et visst utslipp, men at husdyrproduksjon likevel kan være svært viktig for å få til mest mulig effektiv ressursbruk.

For bærekraft dreier seg ikke bare om utslipp. Bærekraft dreier seg også om å bruke tilgjengelige, fornybare ressurser, det dreier seg om utnyttelse av arealer, forbruk av vann, energi og arbeidskraft. Det dreier seg også om helse og biologisk mangfold. Vi må se på bærekraft i alle ledd i en produksjonskjede. Det er ikke sikkert at resultatet av regnestykket ser likt ut dersom man tar med at over 90 % av proteinet i kraftfôret som de norske husdyra fôres med består av importerte fôrråvarer (BFJ, 2018), som for eksempel soya fra Brasil hvor det er helt andre produksjonsbetingelser. Når vi skal beregne bærekraft vil derfor valg av modell og metode påvirke resultatet du får og dermed også påvirke hvilke tiltak som settes i verk for å nå målet om utslippsreduksjon og bærekraftige løsninger. Det finnes ingen god fasit på hvordan man best beregner bærekraft, men dersom man velger beregningsmodeller som i størst mulig grad tar hensyn til helheten og kompleksiteten til virkeligheten vil man unngå å overse eller å flytte et miljøproblem til et annet sted i produksjonskjeden (Bjørn et al., 2018a).

1.1 Produksjonssystemer med husdyr

Et produksjonssystem med husdyr er en fellesbetegnelse på systemer som inkluderer husdyr. Disse systemene kan variere veldig, avhengig av husdyrart og -rase, husdyras funksjon, størrelse på produksjonen, oppstallingsform og så videre. Eksempler på husdyrsystemer kan være beitesystemer, blandede systemer som både utnytter beiteressurser og fôrer innendørs, eller spesialiserte fôringssystemer. Produktiviteten kan variere svært mye mellom ulike systemer, avhengig av om produktivitet måles per dyr, per dekar eller per produsent. Vi ser en gradvis utvikling mot intensivering av husdyrsystemene våre hvor målet er å produsere mest mulig per dyr på minst mulig ressurser. Husdyrene blir derfor gradvis større og mer spesialiserte fordi det fokuseres på lavere utslipp per enhet produkt. I tillegg kommer krav om kostnadsreduksjon i produksjonssystemene og skjerpet konkurransesituasjon for matvarer, og dette presser gradvis ut de mindre produksjonsenhetene i norsk landbruk. Vi opplever dermed gradvis en økning i størrelsen på produksjonsenhetene og dermed reduksjon i det totale antallet gårdsbruk. Dette gir oss på sikt noen nye utfordringer i forhold til innenlands ressursutnyttelse, dersom husdyra etter hvert blir så spesialiserte at de ikke lenger kan utnytte nasjonale beiteressurser eller bevege seg ute i terrenget uten at de taper produksjonsvolum. Et mulig framtidsscenario vil da være at husdyrproduksjonen vår blir sårbar for ytre påvirkninger fordi produksjonssystemene våre blir avhengige av import av fôr og fôrressurser, mens nasjonale ressurser ikke blir utnyttet optimalt eller kanskje ikke utnyttet i det hele tatt.

Likevel er utnyttelse av næringsstoffer av overordnet betydning for framtidens bærekraftige matproduksjon og muligheten til å fø den voksende, globale befolkningen (Sutton et al., 2013). Grunnlaget for en grønn, sirkulær økonomi, hvor vi kan produsere mer mat og energi med en lavere grad av forurensning, forutsetter redusert tap av næringsstoffer og forbedret utnyttelse av næringsstoffene i systemene. For å oppnå dette trenger vi å se på systemene i sin helhet og velge modeller for beregning av bærekraft som inkluderer hele kjeden, som for eksempel produksjon av alle fôrressurser, gjødselhåndtering, dyrehelse/-velferd, sosiale aspekter og biologisk mangfold.

1.2 Perspektiver på bærekraftig husdyrproduksjon

I den offentlige debatten om bærekraftig husdyrproduksjon, eller bærekraftig konsum av husdyrbaserte produkter, blir frontene ofte sterkt polariserte. Polariseringen både bekreftes og forsterkes gjennom at det kan vises til vitenskapelig litteratur som støtter argumentasjonen på begge sider. De fleste er enige om utfordringene ved å skulle fø flere mennesker samtidig som utslippene må reduseres, men uenigheten oppstår rundt hvordan vi best kan oppnå målet om bærekraftig matproduksjon. I grove trekk kan synet på husdyrproduksjon deles inn i tre hovedretninger; *produksjonsperspektivet*, *konsumperspektivet* og *sirkulærperspektivet*.

Produksjonsperspektivet tar utgangspunkt i at det skal produseres mest mulig mat på færrest mulig ressurser. Det forutsettes at konsumet per innbygger opprettholdes til tross for at befolkningen vokser, og for å møte denne utfordringen får dermed økt effektivitet et sterkt fokus gjennom for eksempel å forsøke å bedre arealeffektivitet, fôreffektivitet og økt livstidsproduksjon. Vårt moderne husdyrhold passer inn i dette perspektivet, hvor vi avler fram høyproduktive dyr med god helse og hvor arealeffektiviteten er høy. Produksjonsperspektivet har en tendens til å favorisere kraftfôrbaserte husdyrsystemer, hvor kylling og svin kommer best ut av regnestykket over utslipp av drivhusgasser (Poore og Nemecek, 2018).

Konsumperspektivet har et fokus på inntak av ulike matvareprodukter per person sett opp mot klimaavtrykket til det enkelte produktet. Gjennom dette perspektivet anses husdyrbaserte produkter som unødvendige bidragsyttere i et humant kosthold på grunn av det relativt høye utslippsnivået i produksjonene, og plantebasert kost får i stedet et hovedfokus hvor vegetariske og veganske dietter favoriseres på grunn av et lavere klimafotavtrykk (Meier og Christen, 2013). En dimensjon som ofte utelates i dette perspektivet er at utelatelse av noen produkter

medfører et tap av andre produkter, som for eksempel at reduksjon eller eliminering av drøvtyggere også får konsekvenser for tilgang på melk. Eller at man kan få overskuddsstrømmer av avfall fra planteproduksjonen som kunne vært brukt som fôr til husdyr. I dette perspektivet må man også ta høyde for det lokale ressursgrunnlaget og hva som faktisk er mulig å dyrke og produsere i ulike geografiske områder. Det kan potensielt utløse et høyere behov for handel og import av matvarer man ikke klarer å produsere på nasjonale ressurser for å dekke næringsbehovet til befolkningen.

Sirkulærperspektivet anser husdyr for å være nødvendige for en arealeffektiv matproduksjon fordi de har en viktig rolle for å få resirkulert ressursene i systemet. Husdyr kan omdanne biomasse som er uegnet for direkte humant forbruk til høyverdig mat gjennom kjøtt og melk. Husdyr kan også dra nytte av matavfall i et sirkulært perspektiv, slik at restnæringsstoffer gjenbrukes til å produsere ny mat. Ved å utnytte resirkuleringspotensialet til husdyr reduseres arealbruket sammenliknet med andre matproduksjonssystemer (Van Zanten et al., 2018). *Sirkulærperspektivet* forutsetter dermed at husdyr bidrar i matproduksjonen, men at produksjonen av husdyr foregår på en mindre intensiv måte enn ved produksjonsperspektivet, gjennom utnyttelse av restprodukter fra ulike deler av verdikjeden. Et lavere intensitetsnivå på produksjonen vil også innebære lavere totalproduksjon av animalske produkter og vil antakelig ikke gjøre det mulig å opprettholde dagens inntak per innbygger for framtidens voksende befolkning.

1.3 Hva er en livssyklusanalyse?

Ved å ta hele livssyklusen til et produkt med i betraktningen, inkludert ulike prosesser underveis, kan man beregne indikatorer for bærekraft som både kan gi mulighet for å evaluere det enkelte produksystemet, men også sammenlikne ulike produksystemer. Ved å ta et livssyklusperspektiv kan påvirkninger på miljø og bærekraft identifiseres gjennom hele systemet, og man unngår at det iverksettes tiltak for utslippsreduksjon som bare skyver problemet til et annet sted i systemet (Bjørn et al., 2018a).

Livssyklusanalyse som metodikk ble utviklet på 1960-tallet, og brusselskapet The Coca-Cola Company var først ute med en formell livssyklusanalyse av produksjonslinja si i 1969 i samarbeid med Midwest Research Institute (Hunt og Franklin, 1996). Analysen ble aldri offentliggjort av hensyn til konfidensialitet, men ble brukt internt i selskapet for å forbedre

prosessene sine, som for eksempel å gå fra glassflasker til plastflasker. Denne tidligere formen for livssyklusanalyse ble kalt ressurs- og miljøprofilanalyse (REPA - resource and environmental profile analysis). Interessen for avfallsproblematikk og resirkulering vokste utover 1970-tallet og livssyklusanalyser fikk dermed økt betydning og oppmerksomhet. I løpet av første halvdel av 1970-tallet tok den moderne formen for livssyklusanalyse form, og rammeverket for beregning av påvirkning fra ulike faktorer ble utformet (Hunt og Franklin, 1996). I 1974 kom den første offentlige livssyklusanalysen, publisert av det amerikanske Environmental Protection Agency, som ga en sammenlikning av ulike løsninger for drikkebeholdere (Hunt og Franklin, 1974), mens en samling rundt bruk av begrepet 'life cycle assessment' eller LCA kom først i 1990.

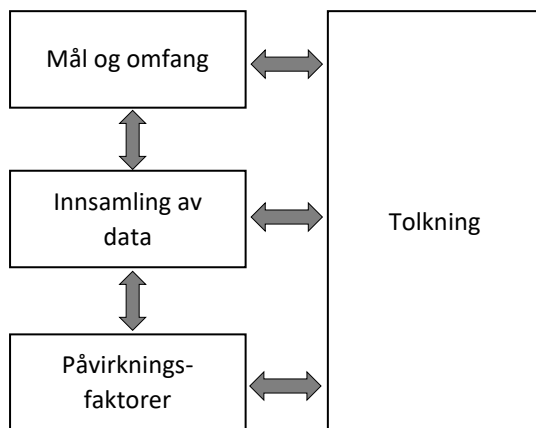
Fra 1990 har det blitt utviklet mange metoder for å beregne den miljømessige effekten de ulike faktorene har i et system, og på samme tidspunkt begynte databaser med informasjon om enkeltprosesser i ulike systemer å vokse fram, såkalte *life cycle inventories* (Bjørn et al, 2018b). Dette fungerer som et slags bibliotek hvor man kan hente lagret informasjon som kan bidra inn i produktanalyser hvor man ikke nødvendigvis har egne data. Det er en utfordring med ulik kvalitet og ulike formater på datasett i disse databasene, men har etter hvert blitt utviklet til å bli mer standardisert. LCA-metodikken i seg selv ble ISO-standardisert i løpet av siste halvdel av 1990-tallet og seinere revidert i 2006 (Bjørn et al., 2018b). Etter hvert som LCA-modellene ble mer kompliserte vokste det også fram et behov for å utvikle programvare som kunne håndtere kompleks modellering og utnytte tilgjengelig databaseinformasjon. To av de mest brukte programvarene i dag er SimaPro (PRé, 2019) og GaBi (ThinkStep, 2019).

De seinere årene har LCA-metodikken også blitt videreutviklet til å inkludere et videre spekter av faktorer som påvirker bærekraften i et system, som sosial påvirkning, økonomi, velferd og biodiversitet. For å fange opp det man ønsker å inkludere i analysen på tvers av disipliner er det utviklet et eget rammeverk som kalles '*life cycle sustainability assessment*' (LCSA) (Guinée et al., 2011). Dette er ikke en egen modell, men snarere en sammensetning av flere modeller for å inkludere et bredere og dypere spekter av informasjon.

1.4 Metodisk rammeverk for LCA

Den første ISO-standard (ISO 14040) for den grunnleggende strukturen av LCA kom i 1997 og har siden endret seg lite. Standarden er inkludert i ulike former for LCA-metodikk, samt i

retningslinjene til ILCD-håndboka (International reference life cycle data system) fra EU-kommisjonen, som er en generell guide for LCA (JRC, 2010). Rammeverket for LCA opererer med fire ulike faser (ISO, 2006); 1) Definisjon av mål og omfang, 2) Innsamling av data, 3) Beregning av påvirkningsfaktorer og 4) Tolkning av resultater.



Figur 1: Rammeverket for LCA (ISO, 2006).

1.4.1 Definisjon av mål og omfang

En livssyklusanalyse må ha et klart mål for hvilke spørsmål som skal besvares. Målet gir grunnlaget for å definere omfanget av studien. Det vil være vanskelig å lage en modell som gjenspeiler virkeligheten i sin helhet, så derfor er det viktig å bruke god tid på en avgrensning og forenkling av systemet som skal analyseres. Hvor i systemet skal analysen starte og hvor skal den slutte? Hvilke inn-/utgående ressurser skal inkluderes? Skal geografisk utbredelse eller bruk av teknologiske løsninger tas hensyn til? Det er viktig at avgrensningen bidrar til en forenkling av systemet du skal se på, men det må likevel være tilstrekkelig presist for å belyse problemstillingen på en tilfredsstillende måte. Det må også bestemmes hvilken funksjonell enhet som skal brukes, altså hva som er hovedfunksjonen til systemet i en målbar størrelse, som for eksempel kilo melk eller kilo kjøtt. Valg av funksjonell enhet henger sammen med målet for studien. Dersom målet for eksempel er å sammenlikne en vegansk diett mot blandet diett bør man kanskje definere næringsverdi som funksjonell enhet slik at det blir mulig å sammenlikne diettene. I tillegg må det avgjøres hvilke påvirkningsfaktorer som skal inkluderes. Dette kan være faktorer som klimaendring, vannforbruk, bruk av land, energiforbruk, forsuring eller eutrofiering (økt planteproduksjon i vann som følge av økt næringstilførsel). En LCA kan også utføres som en konsekvensanalyse, hvor det ses på effekten av å velge et alternativ framfor et annet (Hauschild, 2018).

1.4.2 Innsamling av data

Når målet er klart og systemet er avgrenset, starter innsamlingen av data. Målet med denne fasen er å lage en slags inventarliste hvor alle inn-/utgående ressurser som skal til for å produsere en funksjonell enhet er kvantifisert. Det vil i praksis si at alle ressursene tallfestes basert på tilgjengelig informasjon i systemet som er definert. Dersom vi ønsker å se på et husdyrsystem som er avgrenset *fra jord til port* (begrep som inkluderer kjeden fra fôrproduksjon til porten ut fra gården, det vil si at slakt og videre foredling av produktet ikke er inkludert i analysen) hvor funksjonell enhet er kilo kjøtt, vil det være naturlig å tallfeste ressurser som bidrar inn eller ut av systemet. Ressurser som går inn i systemet kan være for eksempel fôrproduksjon, gjødselbruk og bruk av plantevernmidler og ressurser som går ut av systemet kan være utslipp til luft, vann eller jord. Dersom det ikke finnes tilgjengelig, tilstrekkelig informasjon for systemet, kan man bruke informasjon fra etablerte databaser som inneholder informasjon fra ulike systemer fra ulike land eller innsamlede data fra større områder som Europa. Et eksempel på en slik database er EcoInvent (Weidema et al., 2013), som har bygget opp en informasjonsbase med nesten 15 000 datasett fra hele verden. Det er viktig å være klar over at bruk av data som ikke gjelder for norske forhold vil kunne føre til betydelig usikkerhet i resultatene. I forskningssammenheng vil det ved mangel på norske data være mulig å produsere data ved hjelp av modellgårder. Det vil fremdeles være knyttet en del usikkerhet til resultatene på generell basis på grunn av variasjoner i driftsform, ressurstilgang, lokale forhold etc.

1.4.3 Beregning av påvirkningsfaktorer

Ved beregning av påvirkningsfaktorene i systemet oversettes de tallfestede ressursene til faktorer som potensielt har noe å si for miljøpåvirkningen til systemet (Hauschild, 2018). Beregningen av disse påvirkningsfaktorene skal ifølge ISO (2006) inkludere fem elementer i prosessen; 1) definere utvalg av påvirkningskategorier, 2) klassifisere systemressursene innen påvirkningskategoriene, 3) beregne en skår for hver påvirkningskategori, 4) normalisere resultatene slik at alle påvirkningskategoriene uttrykkes på samme skala og 5) gruppere eller vekte resultatene for å kunne sammenlikne mellom de ulike påvirkningskategoriene

1.4.4 Tolkning av resultater

I den siste fasen av analysen skal resultatene fra de øvrige fasene tolkes i lys av problemstillingen for studien. Det er viktig at tolkningen gjøres innenfor de begrensningene

som er satt for studien og med forbehold rundt usikkerhet i datamaterialet som er benyttet. I denne fasen må signifikante utfordringer identifiseres, data og metoder som er benyttet må kvalitetssjekkes og resultatene bør evalueres gjennom en sensitivitetsanalyse (Hauschild et al., 2018). En sensitivitetsanalyse ser på følsomheten i systemet eller modellen som er brukt, og i hvilken grad variasjon i input-parametere eller endring i funksjonell enhet får betydning for resultatene (Rosenbaum et al., 2018). Dette danner videre grunnlaget for å trekke en konklusjon og gi anbefalinger for bruk av resultatene og videre praksis innenfor rammene av systemet som er undersøkt. Et eksempel på en konklusjon kan være at én påvirkningsfaktor har langt større innvirkning på den totale miljøbelastningen av systemet og at videre utviklingsarbeid bør fokuseres rundt denne faktoren for å redusere miljøpåvirkningen fra systemet. Eller at et produksjonssystem er å foretrekke framfor et annet basert på en konsekvensanalyse.

1.5 Livssyklusanalyse av norske husdyrsystemer

Bruk av livssyklusanalyse er ganske utbredt innenfor industrien i Norge, både for intern og ekstern dokumentasjon av ulike prosesser i ulike produksjonsskjeder. Innenfor landbruk har vi derimot vært seint ute med å benytte livssyklusanalyser (Daugstad et al., 2009), men det har de seinere årene blitt gjennomført et mindre antall studier som inkluderer livssyklusanalyse av husdyrsystemer. TINE var først ute med å publisere en livssyklusanalyse av industriell melkeproduksjon (Eide, 2002). Fokuset i denne studien var først og fremst på foredlingsleddet (meieriet), men inkluderte hele livssyklusen til melk. Først i 2011 ble det presentert en livsløpsvurdering av norsk landbruk, fra et samarbeidsprosjekt mellom Norsk Institutt for Landbruksøkonomisk Forskning (NILF, nå: NIBIO) og Miljøsystemanalyse (MiSA) (Pettersen, 2011). Studien var en sammenlikning av økologisk og konvensjonelt landbruk, og konkluderte blant annet med at økologisk melkeproduksjon kom dårligere ut målt i CO₂-ekvivalenter sammenliknet med konvensjonell drift, hovedsakelig fordi kyr i økologisk drift produserer et mindre volum melk.

Året etter ble det utgitt et arbeidsnotat fra NILF som så på ulike miljøindikatorer for belastningen fra landbruket, men primært i et gårdsperspektiv (Hille et al., 2012). Roer et al. (2013) publiserte deretter en analyse av klimabelastningen fra kombinert produksjon av melk og kjøtt, basert på modeller av tre regiontypiske gårder med data fra Johansen et al. (2013). Studiet pekte på et lavt produksjonsnivå per ku og høyt forbruk av kunstgjødsel som årsaker til at utslippstallene fra denne studien lå høyere enn tilsvarende tall fra Europa og New Zealand.

I 2016 utførte Cicero et litteraturstudium av livssyklusanalyser gjort på husdyrsystemer som produserer både melk og kjøtt, med hovedfokus på Norge (Cicero, 2016). Gjennomgangen viste at kjøtt og melk fra storfe ga større utslipp enn alternative matprodukter som kjøtt fra andre husdyrarter, egg eller vegetarisk kost, men det ble ikke funnet noen klar forskjell mellom utslipp fra konvensjonell drift og fra økologisk drift. Rapporten oppsummerer at det er et behov for norske studier som inkluderer den totale livssyklusen til ulike matprodukter.

Bakken et al. (2017) undersøkte om intensiv drift bidrar til mer miljøvennlig melkeproduksjon i Norge. Arbeidet inkluderte tre gårdsbruk med intensiv drift beliggende i de tre viktigste regionene for melkeproduksjon som ble sammenliknet med en tenkt basisgård med medium produksjonsintensitet. I tillegg ble seks scenarioer for drift utviklet fra basisgården, enten ved å bli mer intensive eller mer ekstensive i drift. Studiet konkluderte med at intensivering av melkeproduksjonen ville bidra til en mer miljøvennlig produksjon, målt blant annet i globalt oppvarmingspotensial, eutrofiering av ferskvann og forbruk av fossile ressurser, hovedsakelig forklart med et høyere produksjonsvolum per dyr i intensive systemer.

Den siste norske publikasjonen så langt som inkluderer livssyklusanalyse av et husdyrsystem, er en analyse av norsk svinekjøttproduksjon med og uten hjemmeproduisert grassaft som fôr (Johansen og Hjelkrem, 2018). Analysen tok utgangspunkt i kombinert smågris-/slaktegrisproduksjon med kraftfôr som eneste fôr, hvor de norske kornråvarene i kraftfôret ble produsert på gården med gjødsel fra svinebesetningen. Effekten av å utvide med engproduksjon for produksjon av grassaft som proteinfôr til erstatning for importert soya i kraftfôret ble undersøkt, og det ble konkludert med at det ligger et potensial i å produsere grassaft som proteinkilde i svinefôr dersom kvaliteten på grassafta er tilfredsstillende.

1.6 Data – begrensninger og muligheter

Det er utfordrende å gjøre en sammenlikning mellom studier over tid, fordi de ulike studiene benytter ulike systemavgrensninger og har store usikkerheter i datagrunnlaget. I et diskusjonsnotat påpeker Refsgaard et al. (2011) viktigheten av å inkludere sektorene som leverer ressurser inn til produksjonslinja når man sammenlikner utslipp av CO₂-ekvivalenter, samt å vurdere hele systemet ved sammenlikning av matproduksjonssystemer. Resultatene av en livssyklusanalyse vil derfor avhenge av forutsetningene for modellen og av kvaliteten på

datamaterialet som brukes som grunnlag. En av de store utfordringene med norske analyser er tilgangen på gode, norske data tilrettelagt for bruk i slike analyser. Dersom det ikke finnes tilgjengelige data kan man bruke data fra internasjonale databaser som en tilnærming, men dette vil, som tidligere nevnt, alltid trekke med seg ytterligere usikkerhet inn i analysen, avhengig av forutsetninger for de tilgjengelige dataene som ressurstilgang, produksjonsform og produksjonsbetingelser. I 2017 ble derfor NorEnviro, nasjonalt senter for miljø- og ressursdata, etablert for å forvalte og formidle miljø- og ressursdata til bruk i framtidig forskning, utvikling, dokumentasjon og design av produkter og systemer (www.norenviro.no). Infrastrukturen i NorEnviro er ikke ferdig utviklet enda, men målet er å etablere en nasjonal infrastruktur for lagring og deling av data til bruk i miljødokumentasjon. Målet er at infrastrukturen skal fungere som et nasjonalbibliotek for miljø- og ressursdata, med standardiserte krav til kvalitetssikring, systematisering og tilgjengeliggjøring og med ulike rettighetsnivåer. Da kan vi på sikt bygge opp en bred database som vil bidra til å øke muligheten for, og presisjonsnivået til, bærekraftsanalyse av norske produktsystemer, inkludert landbruk og husdyr.

1.7 Bruk av LCA i framtida

Det er et stadig økende fokus på hvordan vi kan bremse klimaendringene og utnytte eksisterende ressurser på en bærekraftig måte slik at vi ikke bare oppnår nasjonale mål, men også FNs bærekraftsmål som alle medlemslandene tilsluttet seg i 2015 (FN, 2015). For å kunne opprettholde og videreutvikle matproduksjonen i Norge på best mulig måte må vi bygge opp forståelsen for bærekraftige, sirkulære løsninger gjennom kunnskapsutvikling og dokumentasjon. Det er derfor et økende behov for å forstå helheten og kompleksiteten til systemene knyttet til bærekraftig utvikling, og bruk av livssyklusanalyse av ulike produkter eller systemer vil kunne gi et viktig bidrag til denne forståelsen (Onat et al., 2017). Og selv om det er viktig å se på løsninger som utnytter lokale, fornybare ressurser, er det også viktig at utfordringene sees i et globalt perspektiv og forstå at alle retningsgivende avgjørelser får en ringvirkning. Som eksempel kan nevnes bruk av soya i kraftfôrproduksjonen. Soyamel er i dag en viktig proteinkilde i dyrefôr, men ulempen er at vi ikke dyrker soya i Norge, og dette må derfor importeres fra blant annet Brasil. Dyrking av soya møter mye kritikk på grunn av produksjonsbetingelsene, som for eksempel nedhogging av regnskog, men som forbruker i soyamarkedet har Norge en påvirkningskraft. Det innebærer at vi kan stille krav til dyrkingen slik at denne foregår på en mest mulig skånsom og bærekraftig måte, ved at vi kun handler med

aktører som oppfyller kravene. Dersom Norge skulle redusere soyaimporten, med intensjon om å redusere totalproduksjonen av soya og dermed skåne regnskog, vil dette i stedet kunne gi en uforutsett, negativ konsekvens dersom etterspørselen fylles av en annen aktør som ikke stiller de samme kravene til produksjonsbetingelser og bærekraft. Eksempelet viser hvor viktig det er å ha kunnskap om et helt system og ha tilstrekkelig innsikt til å se at problemene ikke alltid løses ved nye handlinger, men i stedet vil forskyves til et annet ledd i kjeden eller kanskje til og med forverres. Bruk av livssyklusanalyse gir heller ikke svar på alt, men det gir et systemperspektiv hvor det er enklere å få oversikt og identifisere hvor det er behov for tiltak eller endringer. Ei ku som produserer melk og kjøtt er selvsagt et system i seg selv, men kua er også en del av et mye større system hvor mange flere faktorer enn metanutslippet fra kua spiller inn på bærekraften. Så kan man velge å flytte perspektivet på det nivået som er hensiktsmessig. Fra kua til gården, eller videre til for eksempel regionen, landet, verdensdelen eller globalt.

Næringsaktører og produsenter vil oppleve et økende krav fra myndighetene til dokumentasjon av bærekraft for sine produkter eller systemer. Og forbrukerne vil antakelig i større grad også kreve dokumentasjon for å kunne gjøre mer bevisste valg av produkter og tjenester. Dette vil i høyeste grad også gjelde landbruksprodukter, og landbruket er i gang med å ruste opp kunnskap og verktøy for å kunne oppfylle slike krav. Blant annet har landbruksorganisasjonene gått sammen om å jobbe for mer klimasmarte løsninger gjennom prosjektet Klimasmart Landbruk. Gjennom dette arbeidet har det blitt utviklet en klimakalkulator for landbruket som beregner klimabelastningen på gårdsnivå, slik at den enkelte gårdbruker kan identifisere behov for tiltak og forbedringer i egen drift. Ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet jobbes det med gårdsmodeller, men det jobbes også med utvikling av livssyklusmodeller for norsk husdyrproduksjon i et mer overordnet perspektiv. Dette er kunnskap og kompetanse som blir viktig for videre utvikling av norsk landbruk og for å utnytte ressursene på best mulig måte, og ikke minst utnytte ressursene på en slik måte at de i størst mulig grad er en del av et sirkulært system.

1.9 Litteratur - del 1

Bakken A.K., Daugstad K., Johansen A., Hjelkrem A.G.R., Fystro G., Strømman A.H., Korsæth A., 2017. Environmental impacts along intensity gradients in Norwegian dairy production as evaluated by life cycle assessment. *Agr. Syst.* 158, 50-60.

- BFJ, 2018. Totalkalkylen for jordbruket. Jordbrukets totalregnskap 2016 og 2017. Budsjett 2018. Budsjettnemnda for jordbruket, 191 s.
- Bjørn A., Owsianiak M., Molin C., Laurent A., 2018a. Main characteristics of LCA. In: M.Z. Hauschild, R.K. Rosenbaum and S.I. Olsen (eds.), *Life Cycle Assessment*. Springer International Publishing AG, ISBN 978-3-319-56474-6.
- Bjørn A., Owsianiak M., Molin C., Hauschild M.Z., 2018b. LCA history. In: M.Z. Hauschild, R.K. Rosenbaum and S.I. Olsen (eds.), *Life Cycle Assessment*. Springer International Publishing AG, ISBN 978-3-319-56474-6.
- Cicero, 2016. Climate footprints of Norwegian dairy and meat – a synthesis. Cicero Report 2016:06.
- Daugstad K., Fystro G., Strømman A., Johansen A., Korsæth A., 2009. Bruk av livssyklusanalyse (LCA) i landbruket – muligheter og begrensninger. Rapport til Landbruks- og Matdepartementet, 12 s.
- Eide M.H., 2002. Life cycle assessment (LCA) of industrial milk production. *Int. J. LCA* 2, 115-126.
- FAO, (2006). *Livestock's long shadow: Environmental issues and options*. H. Steinfeld, P. Gerber, T. Wassenaar, V. Castel & M. Rosales (eds.). Food and Agriculture Organization, Rome.
- FN, 2015. Sustainable development goals. United Nations. Hentet fra: <https://sustainabledevelopment.un.org/?menu=1300> [28.3.2019].
- Guinée J.B., Heijungs R., Huppes G., Zamagni A., Masoni P., Buonamici R., Ekvall T., Rydberg T., 2011. Life cycle assessment: past, present, and future. *Environ. Sci. Technol.* 45, 90-96.
- Hauschild M.Z., 2018. Introduction to LCA methodology. In: M.Z. Hauschild, R.K. Rosenbaum and S.I. Olsen (eds.), *Life Cycle Assessment*. Springer International Publishing AG, ISBN 978-3-319-56474-6.
- Hauschild M.Z., Bonou A., Olsen S.I., 2018. Life cycle interpretation. In: M.Z. Hauschild, R.K. Rosenbaum and S.I. Olsen (eds.), *Life Cycle Assessment*. Springer International Publishing AG, ISBN 978-3-319-56474-6.
- Hille J., Solli C., Refsgaard K., Krokann K., Berglann H., 2012. Environmental and climate analysis for the Norwegian agriculture and food sector and assessment of actions. Working paper 2012-1, NILF, 166 s.
- Hristov A. N., Oh J., Giallongo F., Frederick T.W., Harper M. T., Weeks H. L., Branco A. F., Moate P. J., Deighton M. H., Williams R. O., Kindermann M. and Duval S., 2015. An inhibitor persistently decreased enteric methane emission from dairy cows with no negative effect on milk production. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 112 (37), 10663-10668.

- Hunt R.G., Franklin W.E., 1974. Resource and environmental profile analysis of nine beverage container alternatives. U.S. Environmental Protection Agency, EPA-rapport 530/SW-91c, NTIS No. PB 253486/5wp.
- Hunt R.G., Franklin W.E., 1996. LCA – how it came about. *Int. J. LCA* 1 (1), 4-7.
- ISO, 2006. Environmental Management—Life Cycle Assessment—Principles and Framework (ISO 14040). ISO, the International Organization for Standardization, Geneva.
- Johansen A., Daugstad K., Bakken A.K., Fystro G., 2013. Inventories as basis for life cycle assessments of milk and meat produced at Norwegian dairy farms. Design and data for three modelled farms with medium production intensity. *Bioforsk Rapport* vol. 8 nr. 73, 49 s.
- Johansen A., Hjelkrem A.G.R., 2018. Livsløpsanalyser av norsk svinekjøttproduksjon med og utan heimeprodusert grassaft som fôr. *NIBIO rapport* vol. 4, nr. 103, 44s.
- JRC, 2010. International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Provisions and Action Steps. European Commission, Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability. First edition March 2010. EUR 24378 EN. Luxembourg. Publications Office of the European Union.
- Knapp J.R., Laur G.L., Vadas P.A., Weiss W.P., Tricarico J.M., 2014. Invited review: Enteric methane in dairy cattle production: Quantifying the opportunities and impact of reducing emissions. *J. Dairy Sci.* 97, 3231-3261.
- Landbruks- og matdepartementet, 2016. Endring og utvikling – En fremtidsrettet jordbruksproduksjon (Meld. St. 11 (2016-2017)). Hentet fra: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-11-20162017/id2523121/> [5.1.2019].
- Meier T., Christen O., 2013. Environmental impacts of dietary recommendations and dietary styles: Germany as an example. *Environ. Sci. Technol.* 47, 877-888.
- Miljødirektoratet, 2018. Greenhouse Gas Emissions 1990-2016, National Inventory Report. Rapport M-985, 523 s.
- Onat N.C., Kucukvar M., Halog A., Cloutier S., 2017. Systems thinking for life cycle sustainability assessment: A review of recent developments, applications, and future perspectives. *Sustainability* 9: 706. Doi: 10.3390/su9050706.
- Pettersen J., 2011. Livsløpsvurdering av norsk landbruk. Sammenlikning mellom økologisk og konvensjonelt landbruk. *Bioforsk Økologisk fagsamling*, Oppdal 11.1.2011.
- Poore J., Nemecek T., 2018. Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. *Science* 360, 987-992.

- PRé, 2019. About PRé: achievements and legal details. Hentet fra: <https://www.pre-sustainability.com/about-pre> [3.1.2019].
- Refsgaard K., Bergsdal H., Pettersen J., Berglann H., 2011. Climate gas emissions from food systems – use of LCA analyses. Discussion paper 2011-3, NILF, 25 s.
- Roer A.-G., Johansen A., Bakken A.K., Daugstad K., Fystro G., Strømman A.H., 2013. Environmental impacts of combined milk and meat production in Norway according to a life cycle assessment with expanded system boundaries. *Livest. Sci.* 155, 384-396.
- Rosenbaum R.K., Georgiadis S., Fantke P., 2018. Uncertainty management and sensitivity analysis. In: M.Z. Hauschild, R.K. Rosenbaum and S.I. Olsen (eds.), *Life Cycle Assessment*. Springer International Publishing AG, ISBN 978-3-319-56474-6.
- SSB, 2018. Befolkningsframskrivningene 2018. Statistisk Sentralbyrå, Rapport 2018/21, 156 s.
- Storlien T. M., Harstad O. M., 2016. Tiltak i husdyrproduksjonen; Potensial for reduksjon i utslipp av lystgass og enterisk metan fra mjølkekepopulasjonen. Rapport M-471 | 2016. Miljødirektoratet, 14 s.
- Sutton M.A., Bleeker A., Howard C.M., Bekunda M., Grizzetti B., de Vries W., van Grinsven H.J.M., Abrol Y.P., Adhya T.K., Billen G., Davidson E.A, Datta A., Diaz R., Erisman J.W., Liu X.J., Oenema, O., Palm C., Raghuram N., Reis S., Scholz R.W., Sims T., Westhoek H. & Zhang F.S., with contributions from Ayyappan S., Bouwman A.F., Bustamante M., Fowler D., Galloway J.N., Gavito M.E., Garnier J., Greenwood S., Hellums D.T., Holland M., Hoysall C., Jaramillo V.J., Klimont Z., Ometto J.P., Pathak H., Ploq Fichelet V., Powlson D., Ramakrishna K., Roy A., Sanders K., Sharma C., Singh B., Singh U., Yan X.Y. & Zhang Y. (2013). *Our Nutrient World: The challenge to produce more food and energy with less pollution. Global Overview of Nutrient Management*. Centre for Ecology and Hydrology, Edinburgh on behalf of the Global Partnership on Nutrient Management and the International Nitrogen Initiative.
- ThinkStep, 2019. A brief history of life cycle assessment. Hentet fra: <http://www.gabi-software.com/news/news-detail/article/a-brief-history-of-life-cycle-assessment-lca/> [3.1.2019].
- Van Zanten H.H.E., Bikker P., Meerburg B.G., de Boer, I.J.M., 2018. Attributional versus consequential life cycle assessment and feed optimization: alternative protein sources in pig diets. *Int. J. Life Cycle Assess* 23, 1-11. Doi: 10.1007/s11367-017-1299-6.
- Vyas D., Alemu A. W., McGinn S. M., Duval S. M., Kindermann M., Beauchemin K.A., 2018. The combined effects of supplementing monensin and 3-nitrooxypropanol on methane emissions,

growth rate, and feed conversion efficiency in beef cattle fed high-forage and high-grain diets. *J. Anim. Sci.* 96, 2923-2938.

Weidema B.P., Bauer C., Hirschier R., 2013. The Ecoinvent Database: Overview and Methodology, Data Quality Guideline for the Ecoinvent Database Version 3.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16

DEL 2:

Betydningen av å inkludere karbonbalansen i jord

Av: Bente Aspeholen Åby

17 **Highlights**

- 18 • Det finnes p.t ingen felles akseptert metode for hvordan endring i karbonbalansen i jord
19 skal beregnes eller hvordan det skal inkluderes i analyser av klimapåvirkningen av ulike
20 husdyrproduksjoner
- 21 • Beregnet karbonlagring/tap som følge av arealbruk og arealbruksendringer avhenger av
22 metodikk, tidsperspektiv og forutsetninger
- 23 • Jord kan representere et betydelig lager av karbon og kan dermed ha betydelig effekt
24 på netto utslipp fra drøvtyggerproduksjonene
- 25 • Inkludering av jordkarbonbalanse kan føre til omrangering av ulike driftssystemer for
26 drøvtyggere, i favør av beitebaserte systemer
- 27 • Det trengs imidlertid mer kunnskap om karbonbalansen i jord generelt og hvordan
28 jordkarbon skal beregnes og inkluderes i gårdsmodeller

29

30 2. Karbonbalanse i jord

31 Ressursgrunnlaget i Norge fordrer bruk av drøvtyggere som kan utnytte de store gras- og
32 beiteressursene. Dette kan være utfordrende i forhold til mål om reduserte klimagassutslipp fra
33 jordbruket. Areal brukt som beite (inkl. utmark) og til høsting av fôr kan imidlertid representere
34 et betydelig lager av karbon og dette kan ha potensiale til å mitigere klimagassutslipp fra
35 drøvtyggere (Soussana et al., 2007). Karbonlagring er derimot sjelden inkludert i
36 gårdsmodeller/livsløpsanalyser (LCA, life cycle assessment) studier, hovedsakelig fordi det
37 ikke finnes noen felles akseptert metode for beregning (Batalla et al., 2015). Ved å ta hensyn
38 til eventuell karbonlagring i jord kan dette potensielt senke utslippsintensiteten (utslipp per kg
39 produkt, melk og kjøtt), og eventuelt føre til omrangering av ulike produksjonssystemer for
40 drøvtyggere. Dette kan for eksempel være sammenlikning av klimafotavtrykk fra
41 storfekjøttproduksjon hovedsakelig basert på kraftfôr (feks. feedlot) med beitebaserte
42 systemer.

43 Jordkarbon er utfordrende å estimere og modellere grunnet flere forhold: 1) jordkarbon varierer
44 i tid og rom grunnet påvirkning av mange fysiske, kjemiske og biologiske prosesser og samspill
45 mellom disse, 2) endringer i jordkarbon skjer veldig sakte, vanligvis over tiår, og er dermed
46 vanskelig å kvantifisere for kortere tidsperioder, 3) endringen i jordkarbon er veldig liten i
47 forhold til det totale jordkarbonet som gjør endringen utfordrende å tallfeste og 4) jordprøver
48 og jordanalyser er relativt kostnads- og tidkrevende (Bolinder et al., 2006). Grunnet denne
49 kompleksiteten er det vanskelig å utvikle beregningsmodeller som kan ta hensyn til alle
50 forhold, og som ikke krever et stort antall inputparametere. Mange enklere modeller som
51 estimerer jordkarbonbalansen som en funksjon av relativt få plante- og jordprosesser er utviklet
52 og som krever et overkommelig antall parametere. Dette har gjort det mulig å inkludere disse
53 som submodeller i gårdsmodeller/klimakalkulatorer (Bolinder et al., 2006).

54 Hensikten med denne rapporten er todelt: 1) en gjennomgang av de ulike modellene som brukes
55 i publiserte gårdsmodeller og 2) gå gjennom resultater fra beregninger basert på gårdsmodeller
56 som inkluderer karbonbalansen i jord (også inkludert effekt av arealbruksendringer, land use
57 change).

58

59 2.1 Modeller for estimering av karbonbalanse i jord

60 Hensikten med modeller som modellerer karbonbalansen i jord er å svare på spørsmålet: taper
61 eller lagrer et spesifikt produksjonssystem karbon? Innholdet av karbon i jord er et resultat av
62 balansen mellom tilførsel av organisk materiale og nedbryting av jordkarbon. Denne

63 nettobalansen blir påvirket av jordforhold, klima og agronomisk praksis (for eksempel
64 håndtering av avlingsrester, jordbearbeiding og gjødslingsregime) som påvirker karbon
65 tilførsel eller nedbryting (Bolinder et al., 2006; IPCC, 2006). Ufullstendig kunnskap om
66 tidligere agronomisk praksis er den er den viktigste begrensende faktoren for en nøyaktig
67 beregning av jordkarbonbalanse på gårdsnivå samt videreutvikling av modellene (Del Prado et
68 al., 2013).

69 To fremgangsmåter finnes for å inkludere karbonbalansen i jord i gårdsmodeller; enten bruke
70 allerede utviklede jordkarbonmodeller eller egne beregninger/forutsetninger (Del Prado et al.,
71 2013). Nesten 100 navngitte og unike jordkarbonmodeller er tilgjengelige i litteraturen
72 (Campbell og Paustian, 2015), men fokuset her vil kun være de som er tatt i bruk i
73 gårdsmodeller for å estimere netto klimagassutslipp fra husdyrproduksjon. De fleste
74 jordkarbonmodeller ser kun på endringen i topplaget (matjordlaget) ned til 25-30 cm. Dette er
75 fordi hovedandelen av endringer i karboninnholdet skjer i dette laget (Vleeshouwers og
76 Verhagen, 2002). Hovedforskjellen mellom modellene er hvordan de deler opp karbonet i
77 jorda (i såkalte compartments/pools), og hvilke effekter av jordsmonns- og klimaeffekter,
78 agronomisk praksis etc. modellene inkluderer. I følge Bolinder et al. (2006) kan
79 jordkarbonmodeller kategoriseres i tre grupper etter antall jordkarbon compartments/pools: 1)
80 single-compartment (lineær), two-compartment (ikke-lineær) og 3) multi-compartment (ikke-
81 lineær). Fordelen med single og two compartment modelene er at de er enkle og transparente
82 (Boliner et al., 2006).

83

84 2.1.1 Single-compartment

85 Single compartment betyr at det kun er den totale mengden jordkarbon som vurderes (=ingen
86 oppdeling i flere compartments). Endringen i det totale jordkarboninnholdet beregnes enten
87 ved relativ sammenlikning eller ved å beregne den årlige nettobalansen mellom karbon input
88 og output (nedbryting av karbon) med lineære humifiseringskoeffisienter og
89 mineraliseringsrate. Eksempler på slike modeller er FNs klimapanel (IPCC, 2006) på Tier 1
90 (default verdier) og Tier 2 (landsspesifikke verdier) -nivå.

91

92 2.1.1.1 IPCC

93 Her beregnes endringen i jordkarbon per år for en gitt tidsperiode og beregnes ved å estimere
94 endringen i innholdet av jordkarbon mellom startår og sluttår, delt på antall år. Innholdet av
95 jordkarbon i start og sluttår beregnes på bakgrunn av karboninnholdet i et referanseår og ulike

96 faktorer for endring i jordkarbon avhengig av klimasone, jordtype og driftsformer i et gitt
97 land/region (IPCC, 2006). IPCC-metodikken tar kun hensyn til endringen i topplaget
98 (matjordlaget) og tidsperspektivet er 20 år (Petersen et al., 2013).

99

100 2.1.2 Two compartments

101 Dette er modeller som bruker to jordkarbon pools/compartments. Modellene er ikke-lineære
102 og mer dynamiske enn singel-compartment modeller beskrevet over. Disse modellene
103 estimerer vanligvis karbontilførsel fra avlingsrester i egne sub-modeller for over og under (dvs.
104 røtter) jordoverflaten. Både two- og multicompartment-modellene inkluderer vanligvis
105 parametere som akselererer nedbryting av karbon når jorda pløyes, dvs. tap av karbon fra jord.

106

107 2.1.2.1 Introductory carbon balance model (ICBM)

108 ICBM modellen ble utviklet og parameterisert på basis av data fra et 35 år langt feltforsøk i
109 Sverige (Andrèn og Kätterer, 1997). Senere ble modellen testet ut for Nord-Europa basert på
110 data fra langtidsstudier fra Sverige, Danmark, Norge, Finland, Tyskland og Storbritannia
111 (Kätterer og Andrèn, 1999). Modellen er en dynamisk modell som beregner temporale
112 endringer i karbonbeholdningen i jord og vil på sikt bevege seg mot en likevekt. Modellen tar
113 hensyn til karbon i to ulike kategorier (gammelt eller ungt karbon), med hver sin «decay»
114 (nedbrytnings) faktor og modellen drives av tilførsel av karbon til jorda via planterester over
115 og under jordoverflaten samt husdyrgjødsel. En andel av det unge karbonet, bestemt av
116 humifiseringsfaktoren, vil stabiliseres og antas gå over til å bli gammelt karbon.

117 ICBM-modellen har blitt videreutviklet i senere år og er nå en multi-compartmental modell
118 med fire karbon «pools/compartments». Ungt karbon er i den nyeste versjonen videre delt opp
119 i følgende kategorier: avlingsrester over bakken, avlingsrester under bakken og husdyrgjødsel.
120 Grunnen til denne oppdelingen er at det i nyere studier er vist at røtter bidrar med mer karbon
121 til humus enn annet ungt karbon. Det vil si at de ulike kategoriene ungt karbon har ulike
122 humifiseringsfaktor i den nyeste versjonen av modellen (Kröbel et al., 2016).

123 Fordelen med ICBM-modellen er at det er relativt enkel, transparent og enkel å tilpasse, samt
124 at modellen er programmert i Excel (Bolinder et al., 2006). Parametere som trengs inn i
125 modellen er innhold av karbon i jord i utgangspunktet, en kombinert indeks av jordfuktighet
126 og temperatur og andelen areal med redusert jordbearbeiding. Disse parameterne kan estimeres
127 fra som oftest tilgjengelige data slik som klima, jordtype og avling (Andrèn og Kätterer, 1999).
128 Ved bruk av ICBM må modellen tilpasses for å kunne brukes under ulike nasjonale forhold.

129 Metodikk for å estimere disse parameterne under norske forhold er utviklet og baseres på data
130 fra metrologisk institutt og jordsmonnkarlegging fra NIBIO (Skjelvåg et al., 2012).

131 ICBM brukes i norske gårdsmodellene for kombinert melk- og storfekjøttproduksjon
132 (Bonesmo et al., 2013) og ammekuproduksjon (Samsonstuen et al., 2019). De senere år er
133 ICBM også tatt i bruk i de kanadiske Holo-modellene. Dette ble gjort for å gjøre Holo i stand
134 til å ta hensyn til agronomisk praksis på gårdsnivå, slik som vekselbruk, management av
135 avlingsrester samt klimatisk variasjon mellom år (Kröbel et al., 2016).

136

137 2.1.3 Multi-compartmental

138 I disse modellene estimeres karbontilførsel fra avlingsrester vha dynamiske prosessbaserte
139 submodeller som simulerer plantevekster drevet av klimatiske variabler (Bolinder et al., 2006).

140

141 2.1.3.1 CENTURY

142 CENTURY modellen (Sa et al., 1993) er en kompleks modell som simulerer jorddynamikken
143 for karbon, nitrogen (N), fosfor (F) og svovel (S) for ulike plante-jordsystemer. Kun
144 karbonmodellen beskrives her. CENTURY inkluderer tre karbon «pools»: «active», «slow» og
145 «passive». Den «active poolen» består av jordmikrober og nedbrytingsprodukter fra mikrobiell
146 nedbryting. «Slow» inneholder plantemateriale som er motstandsdyktige mot nedbryting fra
147 det «strukturelle pool» (se under) og jord-stabiliserte mikrobielle produkter fra det «active
148 pool» and mikrober på jordoverflaten. Det «passive pool» er veldig motstandsdyktig mot
149 nedbrytning. Hvert «pool» har hver sin decomposition rate, avlingsrester over og under jorda
150 og et mikrobielt «pool» på overflaten som er assosiert med avlingsrester på overflaten som
151 brytes ned. Avlingsrester og husdyrgjødsel deles i det strukturelle og metabolske «pools» som
152 en funksjon av lignin til N ratio i avlingsrestene. Ved høyere andel lignin vil mer av restene gå
153 inn i den strukturelle andelen, som har en mye saktere nedbryting enn den metabolske «pool». Dette går direkte til «slow» karbon etter hvert som nedbrytningen skjer. Nedbrytningsraten
154 beregnes ut fra det maksimale potensialet for nedbryting, korrigert for vanninnhold og
155 temperatur i jord og jordbearbeiding. Jordbearbeiding øker nedbrytningen mens høyt
156 vanninnhold fører til redusert nedbryting. Forholdet mellom karbon og andre næringsstoffer
157 påvirker også nedbryting og tas hensyn til.

159 For å kjøre modellen trengs følgende input variabler: gjennomsnittlig, minimum og maksimum
160 lufttemperatur på månedsbasis, månedlig nedbør, innhold av lignin, N, P og S i planter,
161 jordtekstur, atmosfærisk and jord N input og innhold av karbon, N, P og S ved starttidspunkt.

162 CENTURY-modellen er programmert i FORTRAN, noe som sannsynligvis gjør den noe
163 mindre tilgjengelig og brukervennlig enn modellene som er programmert i Excel.

164 CENTURY-modellen ble brukt i den kanadiske HOLOS-modellen før den ble erstattet med
165 ICBM. I den tidligere versjonen av Holo ble det antatt at jordkarbon var i likevekt, med unntak
166 der det var nylige endringer i arealbruk eller agronomisk praksis (jordbearbeiding, brakkmark,
167 fleråring planteproduksjon eller eng). En omlegging til fleråring eng/planteproduksjon hadde
168 størst positiv effekt på karbonlagring (Kröbel et al., 2016).

169

170 *2.1.3.2 C-tool*

171 Modellen består av tre karbonpools. FOM (fresh organic matter) inneholder nylig tilført
172 materiale og jordbiota, HUM (humified organic matter) er humus og ROM (resistant organic
173 matter) er materiale med ekstremt lang nedbrytningstid. I motsetning til de andre omtalte
174 modellene inkluderer C-tool både topplag/matjordlag (ned til 25 cm) og «subsoil» ned til 100
175 cm. Modellen inkluderer transport av karbon fra topplag og ned i det dypere laget og utslipp
176 av CO₂ til atmosfæren (Petersen et al., 2013). Karbon tilføres jorda via FOM i avlingsrester,
177 røtter og husdyrgjødsel. HUM er karbon i organisk materiale som har blitt mikrobielt nedbrutt
178 og blitt stabilt i jorda. Siden husdyrgjødsel blir mikrobielt nedbrutt i fordøyelseskanalen og ved
179 lagring, vil en andel av karbon i husdyrgjødsel gå direkte inn i HUM. Siden ROM er
180 motstandsdyktig mot nedbryting, er denne lite viktig i simuleringer som har relativt kort
181 tidsperspektiv (under 200 år). Variabler som bestemmer karbonbalansen i jorda i modellen er
182 jordtekstur (innhold av leire), jordtemperatur, forhold mellom C/N i jord og type, mengde og
183 dato for tilføring av organiske materiale. C-POOL har flere likheter med ICBM da det gjelder
184 bla. input og faktorer for andeler som går til de ulike «pools» og for nedbrytning og
185 humifisering, samt andel som frigis som CO₂. Vanninnhold i jord er ikke inkludert som en
186 faktor i modellen, ei heller effekt av jordbearbeiding. Argumentet for å ekskludere
187 jordbearbeiding er at nyere forskning viser at dette ikke endrer totalinnholdet av karbon i jorda,
188 men endrer fordelingen i topplaget i jorda (Taghizadeh-Toosi et al., 2014). C-tool bruker et
189 100-årsperspektiv ved beregning av karbonbalansen (Batalla et al., 2015). Modellen ble brukt
190 i beregninger for dansk og svensk storfekjøttproduksjon av Petersen et al (2013) og Batalla et
191 al. (2015) for saueproduksjon i Spania.

192

193 2.1.3.3 Carbon Emission and Sequestration by Agricultural land use (CESAR)

194 I CESAR-modellen blir karbonet fordelt i fire «pools: levende biomasse, høstet tørrstoff,
195 avlingsrester i jorda og humus. De to siste «pools» skilles på bakgrunn av alder, hvor materiale
196 yngre enn ett år er avlingsrester, mens materiale eldre enn ett år er humus. Nedbrytning av
197 humus påvirkes av temperatur vanninnhold i jord i modellen. Parametere som trengs i modellen
198 inkluderer jordsmonn (karboninnhold og vannbindingsevne) og klimavariabler (temperatur,
199 nedbør og evapotranspirasjon). I tillegg kan modellen estimere effekt av å bruke husdyrgjødsel,
200 redusert jordbearbeiding, arealbruksendringer og økt konsentrasjon av CO₂ og temperaturer
201 sammenliknet med et «business as usual» (Vleeshouwers og Verhagen, 2002). Resultater fra
202 beregninger i CESAR-modellen for europeisk grasmark ble brukt av Batalla et al. (2015) for
203 saueproduksjon i Spania.

204

205 2.2 Inkludering av jordkarbonbalanse i gårdsmodeller

206 Resultater fra modeller som inkluderer karbonbalanse i jord vil oppsummeres her, uavhengig
207 av hvilken metode som er brukt i beregningene. Det er dermed ikke begrenset til beregninger
208 gjort med jordkarbonmodellene som omtales over, men inkluderer også resultater fra studier
209 som har brukt egne forutsetninger basert på konkrete jordmålinger eller litteraturverdier. Som
210 det vil komme frem under, er det stor variasjon i hvordan jordkarbon er inkludert i
211 beregningene, både metode og tidsperspektivet. De fleste modeller forutsetter at
212 jordkarbonbalansen vil gå mot en likevekt i et langtidsperspektiv. En vil dermed ha større utslag
213 i beregningene ved inkludering av jordkarbon om en vurderer karbonbalansen i et kort
214 tidsperspektiv (få år) enn i et langtidsperspektiv. Det er dermed veldig vanskelig å
215 sammenlikne resultatene mellom studier som tidligere nevnt (Batalla et al., 2015), men
216 karbonbalansen er åpenbart en viktig faktor når man skal vurdere den totale netto
217 klimapåvirkningen fra ulike drøvtyggerproduksjoner.

218 Samsonstuen et al. (2017) viste betydelig forskjell i karbonlagring for to ulike lokaliteter i Norge
219 beregnet med ICBM-modellen. I ene lokaliteten var det betydelig karbonlagring, mens den
220 andre lokaliteten var nær likevekt (Samsonstuen, 2017). Dette demonstrerer at karbonbalansen
221 kan variere mellom gårdsbruk og regioner grunnet ulike naturgitte jordsmonns- og værforhold.

222

223 2.2.1 Melkeproduksjon

224 HolosNor-modellen beregner som nevnt karbonbalansen i jord med ICBM-modellen
225 (versjonen med to-compartments). Bonesmo et al. (2013) beregnet klimagassutslipp for 30

226 norske kombibruk spredt over hele Norge. Gjennomsnittlig netto utslippsintensitet, samt
 227 endring i karbonlagring for de ulike produktene (melk og slakt av ku og kvige og okse), samt
 228 minimum og maksimumsverdier er vist i Tabell 1. Gjennomsnittlig var det en liten lagring av
 229 karbon i jorda, men dette varierte avhengig av forhold på det enkelte gårdsbruk. Andelen
 230 gårdsbruk med hhv. lagring eller tap av karbon er ikke kjent. Generelt hadde ikke
 231 karbonbalansen store utslag på de gjennomsnittlige utslippsintensitetene. Dette er fordi
 232 karbonlagring etter 100 år ble vurdert i dette studiet og man er dermed nær en likevekt
 233 (Bonesmo et al., 2013).

234

235 **Tabell 1:** Gjennomsnittlig, minimum og maksimumsverdier for utslippsintensiteter, kg CO₂-ekvivalenter
 236 per kg fett- og proteinkorrigert melk samt slakt fra kvige og ku og okse.

	Utslippsintensitet, kg CO ₂ -ekvivalenter per kg					
	Fett og proteinkorrigert melk		Ku og kvigeslakt		Okseslakt	
	Snitt	Variasjon [min; maks]	Snitt	Variasjon [min, maks]	Snitt	Variasjon [min, maks]
Total	1,02	[0,82; 1,36]	21,67	[12; 37,46]	17,25	[11,75; 22,90]
Endring av jordkarbon	-0,03	[-0,14; 0,10]	-0,82	[-4,79; 2,08]	-0,51	[-1,64; 1,45]

237

238 Liknende resultater fant O'Brien et al (2015) i en analyse av 221 irske beitebaserte melkebruk.
 239 Det var forutsatt en karbonlagring på 1,36 tonn per ha i permanente irske beiter, basert på en
 240 litteraturstudie av Soussana et al. (2010). Inkludering av karbonbalansen i jord reduserte
 241 utslippsintensiteten per kg fett og proteinkorrigert melk med 12%.

242

243 O'Brien et al. (2014) sammenliknet klimagassutslipp fra irske, amerikanske og britiske
 244 produksjonssystemer (Tabell 2). Det irske systemet var et beitebasert system med lav
 245 melkeytelse per ku mens det britiske og amerikanske var basert på full inneføring hele året med
 246 bruk av fullfôr og høy melkeytelse per ku. For å sammenlikne produksjonssystemene ble det
 247 brukt et gjennomsnittlig estimat for karbonlagring i grassmark for de tre landene fra en
 248 litteraturgjennomgang på 1,19 tonn CO₂/ha. Når endring i jordkarbon ikke blir tatt hensyn var
 249 det små forskjeller mellom de ulike produksjonssystemene, men det beitebaserte Irske systemet
 250 hadde den laveste utslippsintensiteten da endring i jordkarbon ble inkludert. Forfatterne
 251 poengterer imidlertid at estimatene for endringen i jordkarbon i grassmark er usikre.

252

253 **Tabell 2:** *Utslippsintensiteter for irske, amerikanske og britiske produksjonssystemer, med og uten*
 254 *inkludering av jordkarbon.*

Produksjonssystem	Utslippsintensitet, kg CO ₂ -ekv per kg energikorrigert melk		
	Irsk	Britisk	Amerikansk
Uten jordkarbon	0,91	0,90	0,90
Med jordkarbon	0,84	0,88	0,90
Endring av jordkarbon	-0,08	0,01	0,00

255
 256 Schils et al (2005) inkluderte endring i jordkarbon basert på jordanalyser av topplaget (ned til
 257 5 cm) utført i en fire-årsperiode for to grassbaserte-systemer på samme gård i Nederland (gress
 258 og gress/kløver). Det ble ikke brukt kunstgjødsel i gress/kløver-systemet. Karbonlagringen ble
 259 estimert til hhv. 6,5 og 5 tonn CO₂-ekvivalenter/ha. Da karbonlagring ble inkludert ble
 260 totalutslippene redusert med 37% i gjennomsnittsnitt, mens gress/kløver-systemet hadde lavere
 261 utslippsintensitet per kg melk (0,63 vs. 0,70 kg CO₂-ekvivalenter) Forfatterne påpeker
 262 imidlertid at beregninger som kun er basert på karbonmålinger i topplaget vil overestimere
 263 CO₂-utvekslingen med atmosfæren. I tillegg er tidsperspektivet kort, som vil gi større utslag
 264 fra år til år enn ved et lengre tidsperspektiv.

265
 266 Del Prado et al. (2013) påpeker at endret agronomisk praksis bestemmer om en får karbontap
 267 eller lagring, for eksempel en omlegging av permanent eng til mer kortvarig eng vil føre til
 268 karbontap og vice versa. Hvordan slike arealbruksendringer (Land Use Change) påvirker
 269 karbonbalansen må dermed også inkluderes i en helhetlig analyse av ulike husdyrproduksjoner.
 270

271 For eksempel har mais til melkeku har blitt foreslått som et tiltak for å redusere utslipp av
 272 enterisk metan fra intensiv melkeproduksjon. Vellinga og Hoving (2011) brukte ICBM-
 273 modellen for å beregne effekten av omlegging av engareal til maisproduksjon på
 274 karbonbalansen i jord og fant at karbontapet fra jord var høyere enn oppnådd reduksjonen i
 275 enterisk metan. Økt bruk av mais er dermed kun et tiltak for reduserte klimagassutslipp om det
 276 dyrkes på eksisterende dyrket areal eller ved økt avling. Den samme problemstillingen blir
 277 påpekt av Hörtenhuber et al. (2010), som sammenliknet flere ulike konvensjonelle og
 278 økologiske produksjonssystemer. De konvensjonelle systemene hadde karbontap grunnet
 279 arealbruksendring hovedsakelig fra produksjon av soya på tidligere ekstensive grasarealer.

280 Arealbruksendringen stod i snitt for 8% av de totale utslippene for de konvensjonelle
281 produksjonssystemene. Om produksjonen av soya bidrar til avskoging kunne utslippene være
282 enda høyere. De økologiske systemene hadde ingen karbontap fra arealbruksendring da det
283 ikke ble brukt soya. Liknende resultater ble funnet av Lindenthal et al. (2010). Rotz et al. (2010)
284 fant at en omlegging fra full innefôring til et system med permanent beite i USA ville redusere
285 utslippsintensiteten med mellom 10 til 22% (tilsvarende en reduksjon på mellom 0,07 og 0,15
286 kg CO₂-ekv. per kg energikorrigert melk), beregnet med COMET-VR-modellen (beregner
287 endring i karbonbalansen i jord som følge av endring i
288 produksjonspraksis/arealbruksendringer). Det påpekes at effekten vil gradvis avta i løpet av en
289 50-årsperiode. Belflower et al. (2012) brukte også COMET-VR-modellen da de sammenliknet
290 to ulike gårdsbruk i den sør-østlige delen av USA. Den ene besetning hadde intensiv
291 rotasjonsbeiting med relativt lav ytelse (5000 kg melk per ku) mens den andre besetning baserte
292 seg på intensiv innefôring med høy ytelse (10700 kg melk per ku) og høy andel innkjøpt fôr.
293 Det beitebaserte systemet hadde lagt om fra radkulturer (hvilke vekster oppgis ikke) til
294 permanent beite tre år før studiet. Uten å ta hensyn til karbonlagring hadde det beitebaserte
295 systemet høyere utslipp per kg energikorrigert melk (0,56 mot 0,58 kg CO₂), hovedsakelig
296 grunnet lavere melkeytelse, og dermed høyere andel vedlikeholdsfor per kg melk. Når
297 karbonlagring ble tatt hensyn til var imidlertid utslippsintensiteten 12% lavere (0,56 vs 0,49 kg
298 CO₂) for beitesystemet. En sammenlikning av konvensjonelle og økologisk melkekubruk (23
299 bruk totalt) i Sverige med bruk av ulike metoder for å estimere karbontap eller lagring fra
300 arealbruksendringer viste store utslag på resultatene (Flysjö et al., 2012). Avhengig av metode,
301 var fotavtrykket til de økologiske gårdsbrukene 50% høyere (forutsatt at all okkupasjon av
302 landareal fører til arealbruksendringer) eller 40% lavere (ved inkludering av
303 arealbruksendringer ved produksjon av soya) sammenliknet med det konvensjonelle systemet.
304 Studien konkluderes derfor med at utslipp assosiert med arealbruksendringer må presenteres
305 separat og at forutsetningene må komme tydelig frem.

306

307 2.2.2 Ammekuproduksjon

308 Karbonbalansen i ulike typer avlinger ble beregnet av Mogensen et al. (2015) med C-POOL i
309 et 100-årsperspektiv (Petersen et al., 2013). Resultatene viste at bygg høstet som korn og silo,
310 samt mais førte til tap av jordkarbon, mens grass, høstet til silo og beitet, førte til karbonlagring
311 (100-årsperspektiv). Videre sammenliknet de ulike produksjonssystemer (både fra kombinert
312 produksjon med ulike intensiteter samt og ammeku) for storfekjøttproduksjon i Danmark og
313 Sverige. De fant den laveste karbonlagringen for okser av melkeraser slaktet mellom 9 og 19

314 måneder (0,2-0,9 kg CO₂-ekv per kg slakt) og høyest for slakt produsert fra kastrater og
315 ammeku (mellom 2,3 og 4,8 kg CO₂-ekv. per kg slakt). Dette var relatert til fôrmidlene brukt
316 (andel kraftfôr og grovfôr). Imidlertid hadde likevel storfekjøtt fra kastrater og ammeku høyere
317 utslipp per kg slakt enn slakt produsert i kombinasjon med melk.

318

319 Veysset al al. (2014) beregnet utslippsintensiteter for 59 besetninger med Charolais.
320 Karbonbalansen ble beregnet på hver gård ved å forutsette endring i jordkarbon ved ulike
321 driftsopplegg: permanent grasareal (lagring av karbon i jord), beiter (lagring av karbon i jord),
322 kortvarig eng i rotasjon med eng i fem år eng og 2 år med åkervekster (tap av karbon) eller
323 omlegging av eng hvert 5. år (lagring av karbon i jord). Inkludering av karbonbalansen
324 reduserte utslippsintensiteten med mellom 7 og 35%.

325

326 Alemu et al. (2017) beregnet klimagassutslipp fra et typisk kanadisk produksjonssystem for
327 storfekjøttproduksjon hvor avvente kalver sendes på såkalt «backgrounding» på beite før
328 slutfôring i feedlot. I tillegg ble det inkludert 4 ulike beitestrategier (1) kontinuerlig beiting
329 med lavt beitetrykk for alle dyr, 2) kontinuerlig beting med høyt beitetrykk for alle dyr, 3) lavt
330 beitetrykk for ku med kalv, skiftebeite med moderat beitetrykk for avvente kalver i
331 «backgrounding» 4) kontinuerlig beiting med høyt beitetrykk for ku med kalv og skiftebeite
332 med moderat beitetrykk for avvente kalver i «backgrounding (Alemu et al., 2017). Endring i
333 jordkarbonbalansen ble beregnet med ICBM. Inkludering av karbonlagring reduserte
334 utslippsintensiteten per kg slakt med 12-25%, og det var ingen signifikant forskjell mellom de
335 ulike beitestrategiene. Størst karbonlagring ble beregnet for beitestrategiene med lavt
336 beitetrykk (strategi 1 og 3). Dette fordi karbonlagringen var lavere per arealenhet ved høyt
337 beitetrykk sammenliknet med lavt beitetrykk og at det trenges et mindre beiteareal ved høyt
338 beitetrykk (Alemu et al., 2017).

339

340 Pelletier et al. (2010) estimerte klimagassutslipp fra tre ulike oppfôringsstrategier for avvente
341 kalver i USA: 1) direkte til feedlots, 2) 'backgrounding' på beite før slutfôring i feedlot eller
342 3) fullstendig oppfôring på beite og høy. Tilveksten i de ulike strategiene fra hhv. 1,4, 0,9 og
343 0,6 kg per dag. I beregningene ble det enten antatt at det ikke var noen endring i karbonbalansen
344 i jord, eller karbonlagring på 0,12 tonn karbon per ha per år for perioden kalven går med kua
345 på beite og 0,4 tonn per ha og år for intensiv beting. Disse tallene var basert på Phetteplace et
346 al. (2001), men detaljer om hva som er basis for disse estimatene var ikke beskrevet. Når det
347 ble antatt en likevekt i karbonbalansen hadde slakt fra kalver som ble fôret opp direkte i feedlots

348 det lavest klimaavtrykket (15 kg CO₂-ekvivalenter per kg slakt), etterfulgt av
349 backgrounding/feedlot (ca 17 kg Co₂-ekvivalenter per kg slakt) og beite (19 kg CO₂-ekv per
350 kg slakt). Når karbonlagring i beitemark ble inkludert ble resultatet derimot motsatt med lavest
351 utslipp fra slakt fôret opp på beite (11 kg CO₂-ekv. per kg slakt).

352

353 Lupo et al. (2014) inkluderte 4 slutfôringsstrategier i sine analyser for ammekuproduksjon på
354 prærien i USA: normal praksis med vårfødte kalver som avvennes ved 6 mnd alder,
355 «backgrounding» i 110 dager på 40% kraftfôr før de slutfôres i feedlot i 110 dager med 90%
356 kraftfôr fôrresasjonen, 2) tidlig avvenning, likt som vanlig praksis men 65 dager ekstra på
357 «backgrounding», 3) hurtig «backgrounding», 90 dager, 4) «Grasfed», avvenning rett på beite
358 i 350 dager. Uten å inkludere effekt på jordkarbon hadde Grasfed-alternativet høyest
359 utslippsintensitet, grunnet høyere slaktealder og lavere slaktevekt, mens det var små forskjeller
360 mellom de tre andre alternativene. Forutsatt en karbonlagring i beiter med høyt beitetrykk på
361 0,15 tonn CO₂-eq per ha, ble utslippsfaktoren for GrassFed reduserte med 24%. For de andre
362 alternativene var reduksjonen mindre (15-17%), men utslippsfaktoren var imidlertid fortsatt
363 høyere for GrasFed (ca 24 vs. 19,5 kg CO₂-ekv. per kg slakt).

364

365 Stanley et al. (2018) sammenliknet feedlot med et beitesystem kalt adaptive multipaddock
366 grazing (AMP). Dette er et rotasjonssystem med korte intervaller og høy beitetetthet. Uten
367 karbonlagring kom feedlot-systemet mest fordelaktig ut (6,09 vs. 9,62 kg CO₂-ekv.per kg slakt),
368 mens da karbonlagring ble inkludert (estimert på bakgrunn av jordanalyser i 2012 og 2016)
369 kom AMP systemet ut med en negativ utslippsintensitet (-6,65 vs. 6,12). Forfatterne påpeker
370 selv det korte intervallet for karbonmålinger i jord og at man skal være forsiktig med å
371 ekstrapolere resultatene for en lengre tidsperiode. Det samme fokuserte Beauchemin et al.
372 (2011) som viste at utslippene fra kanadisk ammekuproduksjon blir mer enn kompensert for i
373 et korttidsperspektiv (=negativ utslippsintensitet per kg slakt) etter omlegging av dyrket mark
374 til permanent eng. Det ble forutsatt en lagring i jordkarbon på 2,38 tonn per CO₂-ekv. per ha
375 for eng yngre enn 8 år og 1,38 for eng mellom 20 og 27 år.

376

377 Mazzetto et al. (2015) sammenliknet ulike beitedrift i Brasil, fra kontinuerlig beiting på veldig
378 ekstensive beiter uten bruk av kunstgjødsel til intensive skiftebeiter med høy bruk av
379 kunstgjødsel. Mens de ekstensive beitene tapte karbon grunnet lavt avlingsnivå, lagret de
380 intensive beitene karbon. I tillegg økte bedre beiter produktiviteten, bla grunnet lavere

381 slaktealder og høyere fruktbarhet. Disse faktorene gjorde at utslippsintensiteten per kg slakt
382 varierte fra 14,4 fra ekstensiv beite til 1,8 kg CO₂-ekv. for det intensive.

383

384 Subak (1999) sammenliknet feedlot i USA med et tradisjonelt afrikansk beitesystem og fant at
385 feedlot-systemet hadde dobbelt så høyt utslipp per kg slakt når karbonbalansen i jord ble tatt
386 hensyn til (14,8 mot 8,4 kg CO₂-ekv. per kg slakt). I dette tilfellet ble det estimert tap av karbon
387 fra jord for begge systemer, fordi alternativ bruk av jorda ble tatt vurdert (såkalt opportunity
388 cost of land). Feedlot-systemet representerte et høyere potensiale for karbonlagring fordi den
389 kultivert jorden kunne alternativt bli plantet med skog.

390

391 Nguyen et al. (2010) tok også hensyn til arealbruk og arealbruksendringer (LULUCF) i sine
392 beregninger for ulike produksjonssystemer i Europe (ulike fôringsstrategier for okse av
393 melkerase og ammekuproduksjon) i og fant at å ta hensyn til dette øke utslippsintensiteten
394 betydelig og omrangerte produksjonssystemene. Uten å ta hensyn til LULUCF hadde meget
395 intensiv fôring av okse (høy andel kraftfôr og soya, 12 mnd slaktealder) av melkerase lavest
396 utslipp (16 kg CO₂-ekv per kg slakt), etterfulgt av intensiv fôring av okse med 16 mnd
397 slaktealder (17,9 kg CO₂-ekv per kg slakt) av melkerase, ekstensiv fôring av okse av melkerase
398 (19,9 kg CO₂-ekv per kg slakt) og okse produsert fra ammeku (27,3 kg CO₂-ekv. per kg slakt).
399 Tallene inkludert LULUCF ble presentert av Bellarby et al. (2013) som viste at den høyeste
400 utslippsintensiteten (30,2 kg CO₂-ekv per kg slakt) resulterte fra meget intensiv oppfôring av
401 okse, mens lavest var for ekstensiv oppfôring av okse (19,4 kg CO₂-ekv per kg slakt). Slakt fra
402 ammeku kom i en mellomstilling (25,5 kg CO₂-ekv per kg slakt).

403

404 Nguyen et al. (2013) argumenterer for at implementering av driftsopplegg som øker
405 effektiviteten vil frigi permanent gressareal som kan plantes med skog, som øker
406 karbonlagringen. Utslippsintensiteten ble redusert med 48%, grunnet frigitte arealer på grunn
407 av mer optimal bruk av beite, økt holdbarhet på kyr, redusert innkalvingsalder og erstatning av
408 soya med raps. Cederberg et al. (2011) viste at å ta hensyn til avskogede arealer benyttet til
409 storfekjøttproduksjon i Brasil øker den gjennomsnittlige utslippsfaktoren fra ca 28 kg CO₂ per
410 kg slakt når arealbruksendring ikke tas hensyn til 44 kg CO₂-ekv. (forutsatt at 6% av
411 storfekjøttet produsert i Brasil ble produsert på nylig avskogede arealer). Storfekjøtt som ble
412 produsert direkte på avskogede arealer ble beregnet til så høyt som 726 kg CO₂-ekv. per kg
413 slakt.

414

415 2.2.3 Saueproduksjon

416 Klimagassutslipp fra to hovedkategorier av sauebruk i Irland, høyland og lavland, ble beregnet
417 av O'Brien et al. (2016). Hovedforskjellen mellom disse er et mye lavere forbruk av
418 kunstgjødsel og lavere beitetetthet for besetninger i høylandet. I tillegg ble to mer intensive
419 varianter av lavlandssystemet inkludert, en med samme lammingstid som de to
420 gjennomsnittlige systemene (mars) (IMS) og et system med lamming i januar med høyere bruk
421 av kraftfôr og lavere bruk av beite (IES). IMS hadde lavest utslipp per kg levendevekt (9,7 kg
422 CO₂-ekv.) uten å ta hensyn til jordkarbonbalansen, mens høyland hadde høyest med 14,2 kg
423 CO₂-ekv. per kg levendevekt. Forutsatt en karbonlagring i grassland på 0,89 og 0,57 tonn CO₂
424 per ha, ble utslippsintensiteten til sauebruk i høyland redusert til 7,0 kg CO₂-ekv per kg
425 levendevekt og dermed lavere enn lavlandet.

426

427 Batalla et al. (2015) beregnet klimaavtrykk fra 12 sauebesetninger med melkeproduksjon i
428 Spania og brukte fire ulike modeller for å beregne karbonbalansen i jord: IPCC (2006),
429 Soussana et al (2010), Petersen et al. (2013) og CESAR modellen. Besetningene var fordelt på
430 3 ulike produksjonssystemer: 1) intensivt med høytytende rase, ingen bruk av beite og høyt
431 kraftfôrforbruk, 2) semi-intensivt med lokal rase med lavere ytelse, bruk av beite og 3)
432 ekstensivt med lokal lavtytende rase, bruk av fjellbeiter på sommeren og lavt kraftfôrforbruk.
433 Når karbonbalansen ikke ble hensyntatt var det det intensive systemet som hadde den laveste
434 utslippsintensiteten per kg melk (2,29 kg CO₂-ekv.) mens det ekstensive var høyest (3,81 per
435 kg), forskjellen var statistisk signifikant. Beregningene viste at effekten av karbonlagring var
436 avhengig av metoden brukt for å beregne karbonbalansen i jord, men uansett var det ikke lenger
437 signifikant forskjell i utslippsintensitet mellom produksjonssystem. Dette betyr at det var mye
438 høyere karbonlagring i det ekstensive beitebaserte systemet som kompenserer for den lavere
439 produktiviteten. IPCC-metodikken ga den største forskjellen mellom gårdene, mens metoden
440 til Soussana et al. (2010) og Petersen et al. (2013) ga liknende resultater. Sistnevnte ble anbefalt
441 grunnet at denne metoden tilsynelatende gir mer presise og realistiske resultater grunnet at de
442 er basert på faktiske karboninput. Tabell 3 gir resultater med og uten karbonbalanse for de 12
443 besetningene basert på metoden til Petersen et al. (2013). Som det vises var enkelte av de
444 ekstensive besetningene nesten karbonnøytrale når det tas hensyn til karbonlagring (Gård 8 og
445 9).

446

447

448 **Tabell 3:** *Utslippsintensitet (kg CO₂-ekvivalenter per kg energikorrigert melk) for 12 besetninger med*
 449 *og uten karbonlagring.*

Gård nr	Intensive			Semi-intensive			Ekstensive					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Utslippsintensitet												
Uten karbonlagring	2,61	2,23	2,02	3,01	3,19	2,87	4,03	3,60	2,96	2,76	4,24	5,17
med Karbonlagring	2,60	1,90	1,70	2,60	1,30	2,40	2,60	0,70	0,20	2,20	1,50	4,10
Karbonlagring	-0,01	-0,33	-0,32	-0,41	-1,89	-0,47	-1,43	-2,90	-2,76	-0,56	-2,74	-1,07

450

451 Meyer et al. (2016) modellerte nettoutslipp for sau med ulikt beitetrykk på ulike beiter (4
 452 jordtyper og 2 nivåer av jordkarbon) i ulike regnsoner i Australia. Tre tidsperioder ble vurdert,
 453 hver periode på 19 år: 1901-1919, 1947-1965, 1992-2010. Alle beiten lagret karbon i de to
 454 første periodene, mens enkelte beiter var nær likevekt i siste periode. I beiter i området med
 455 lite regn og lite opprinnelig karbon kombinert med lavt beitetrykk lagret beiten mer enn de
 456 totale klimagassutslippene fra beitedyra i siste periode, mens beiten med høyt opprinnelig
 457 innhold av karbon lagret tilsvarende 86% av utslippene fra husdyra. For beiten med mye regn,
 458 høyt opprinnelig karboninnhold og høyt beitetrykk tilsvarte karbonlagringen kun 2-4% av de
 459 totale utslippene, mens beiter med lavt innhold av karbon opprinnelig lagret tilsvarende 45%.

460

461 2.3 Konklusjon

462 Jordkarbon kan representere et betydelig lager av karbon og ha betydelig effekt på nettoutslipp
 463 fra husdyrproduksjonene. Inkludering av jordkarbonbalanse kan redusere utslippsintensiteter
 464 for drøvtyggerproduksjoner og favorisere beitebaserte systemer. Det finnes imidlertid per i dag
 465 ingen felles akseptert metode for hvordan karbonbalansen i jord skal inkluderes i beregninger
 466 av klimagassutslipp fra husdyrproduksjon. Resultater vil dermed være avhengig av metodikk,
 467 tidsperspektiv og øvrige forutsetninger. Det trengs mer kunnskap om karbonbalansen i jord og
 468 hvordan dette skal beregnes og inkluderes i gårdsmodeller.

469

470 2.4 Litteratur - del 2

471 Alemu, A. W., Janzen, H., Shannan, L., Hao, X., Thompson, D. J., Baron, V., Iwaasa, A.,
 472 Beauchemin, K.A. og Kröbel, R., 2017. Assessment of grazing management on farm greenhouse
 473 gas intensity of beef production systems in the Canadian Prairies using live cycle assessment.
 474 Agricultural Systems, 2017. 158, 1-13.

- 475 Andr en, O. og K tterer, T., 1997. ICBM: The introductory carbon balance model for exploration of
476 soil carbon balances. *Ecological Application*, 7 (4), 1226-1236.
- 477 Batalla, I., Knudsen, M. T., Mogensen, L., del Hierro, O., Pinto, M. og Hermansen, J. E., 2015.
478 Carbon footprint of milk from sheep farming systems in Northern Spain including soil carbon
479 sequestration in grasslands. *Journal of Cleaner Production*, 104, 121-129.
- 480 Beauchemin, K. A., Janzen, H. H., Little, S. M., McAllister, T. A., og McGinn, S. M., 2011.
481 Mitigation of greenhouse gas emissions from beef production in western Canada- Evaluation using
482 farm-based life cycle assessment. *Animal Feed Science and Technology*, 166-167, 663-677.
- 483 Belflower, J. B., Bernard, J. K., Gattie, D. K., Hancock, D. W., Risse, L. M. og Rotz, C. A., 2012. A
484 case study of the potential environmental impacts of different dairy production systems in Georgia.
485 *Agricultural Systems*, 108, 94-93.
- 486 Bellarby, J., Tirado, R., Leip, A., Weiss, F., Lesschen, J. P. og Smith, P., 2013. Livestock greenhouse
487 gas emissions and mitigation potential in Europe. *Global Change Biology*. 19, 3-18.
- 488 Bolinder, M. A., VandenBygaart, A.J., Gregorich, E. G., Angers, D. A. og Janzen, H.H., 2006.
489 Modelling soil organic carbon stock change for estimating whole-farm greenhouse gas emissions.
490 *Canadian Journal of Soil Science*, 86: 419-429.
- 491 Bonesmo, H., Beauchemin, K. A., Harstad, O. M. og Skjelv ag, A. O., 2013. Greenhouse gas emission
492 intensities of grass silage based dairy and beef production: A system analysis of Norwegian farms.
493 *Livestock Science* 152, 239-252.
- 494 Campbell, E. E. og Paustian, K., 2015. Current developments in soil organic matter modelling and the
495 expansion of model applications: a review. *Environmental Research Letters*, 10, 1-36.
- 496 Cederberg, C., Persson, U. M., Neovius, K., Molander, S. og Clift, R., 2011. Including Carbon
497 Emissions from Deforestation in the Carbon Footprint of Brazilian Beef. *Environmental Science &
498 Technology*, 45, 1773-1779.
- 499 Del Prado, A., Mas, K., Pardo, G og Gallejones, P., 2013. Modelling the interactions between C and
500 N farm balances and GHG emissions from confinement dairy farms in northern Spain. *Science of
501 the Total Environment* 465, 156-165.
- 502 Flysj o, A., Cederberg, C., Henriksson, M. og Ledgard, S. 2012. The interaction between milk and
503 beef production and emissions from land use change- critical considerations in life cycle
504 assessment and carbon footprint studies of milk. *Journal of Cleaner Production*, 28, 134-142.
- 505 H rtenhuber, S., Lindenthal, T., Amon, B., Markut, T., Kirner, L. and Zollitsch, W., 2010.
506 Greenhouse gas emissions from selected Austrian dairy production systems- model calculations

507 considering the effects of land use change. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 25 (4), 316-
508 329.

509 IPCC, 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 4. Agriculture
510 , Forestry and Other Land Use.

511 Kätterer, T. og Andren, O, 1999. Long-term agricultural field experiments in Northern Europe:
512 analysis of the influence of management on soil carbon stocks using the ICBM model. *Agriculture,*
513 *Ecosystems and Environment*, 72, 165-179.

514 Kröbel, R., Bolinder, M. A., Janzen, H. H., Little, S.M., Vandenbygaart, A. J. & Kätterer, T., 2016.
515 Canadian farm-level soil carbon change assessment by merging the greenhouse gas model Holos
516 with the Introductory Carbon Balance Model (ICBM). *Agricultural Systems*. 143, 76-85.

517 Lindenthal, T., Markut, T., Hörtenhuber, S., Theurl, M. og Rudolph, G., 2010. Greenhouse Gas
518 Emissions of Organic and Conventional Foodstuffs in Austria. *Proc. of the International*
519 *Conference on LCA in the Agri-Food*, Bari, Italia, vol 22., 319-324.

520 Lupo, C.D., Clay, D.E., Benning, L. and Stone, J. J., 2014. Life-Cycle Assessment of the Beef Cattle
521 Production System for the Northern Great Plains, USA. *Journal of Environmental Quality*, 42,
522 1386-1394.

523 Mazzetto, A. M., Feigl, B. J., Schils, R. L. M., Cerri, C.E.P. og Cerri, C.C., 2015. Improved pasture
524 and herd management to reduce greenhouse gas emissions from a Brazilian beef production
525 system. *Livestock Science*, 175, 101-112.

526 Metherell, A. K., Harding, L. A., Cole, C. V. og Parton, W. J., 1993. CENTURY Soil Organic Matter
527 Model Environment. Technical Documentation. Agroecosystem Version 4.0. Great Plains System
528 Research Unit Technical Report No. 4.

529 Meyer, R., Cullen, B. R. og Eckard, R. J, 2016. Modelling the influence of soil carbon on net
530 greenhouse gas emissions from grazed pastures. *Animal Production Science*, 56, 585-593.

531 Mogensen, L., Kristensen, T., Nielsen, N. I., Spleth, P., Henriksson, M., Swensson, C., Hessle, A. og
532 Vestergaard, M., 2015. Greenhouse gas emissions from beef production systems in Denmark and
533 Sweden. 174, 126-143.

534 Nguyen, T. L. T., Hermansen, J. E. og Mogensen, L., 2010. Environmental consequences of different
535 beef production systems in the EU. *Journal of Cleaner Production*, 18, 756-766.

536 Nguyen, T. T. H., Doreau, M., Eugene, M., Corson, M.S., Garcia-Launay, F., Chesneau, G. og van
537 der Werf, H. M. G., 2013. Effect of farming practices for greenhouse gas mitigation and

538 subsequent alternative land use on environmental impacts of beef cattle production systems.
539 *Animal*, 7 (5), 860-869.

540 O'Brien, D., Capper, J. L., Garnsworthy, P. C., Grainger, C. og Shalloo, L., 2014. A case study of the
541 carbon footprint of milk from high-performing confinement and grass-based dairy farms. *Journal*
542 *of Dairy Science*, 97, 1835-1851.

543 O'Brien, D., Hennessy, T., Moran, B. og Shalloo, L., 2015. Relating the carbon footprint of milk from
544 Irish dairy farms to economic performance. *Journal of Dairy Science*, 98, 7394-7407.

545 O'Brien, D., Bohan, A., McHugh, N. og Shalloo, L., 2016. A life cycle assessment of the effect of
546 intensification on the environmental impacts and resource use of grass-based sheep farming.
547 *Agricultural Systems*, 148, 95-104.

548 Pelletier, N., Pirog, R. og Rasmussen, R., 2010. Comparative life cycle environmental impacts of
549 three beef production strategies in the Upper Midwestern United States. *Agricultural Systems*,
550 380-389.

551 Petersen, B. M., Knudsen, M. T., Hermansen, J. E. og Halberg, N. An approach to include soil carbon
552 changes in life cycle assessments. *Journal of Cleaner Production*, 52, 217-224.

553 Phetteplace, H. W., Johnson, D.E., Seidl, A. F., 2001. Greenhouse gas emissions from simulated beef
554 and dairy livestock systems in the United States. 60, 99-102.

555 Rotz, C. A., Montes, F. and Chianese, D. S., 2010. The carbon footprint of dairy production systems
556 through partial life cycle assessment. *Journal of Dairy Science*, 93, 1266-1282.

557 Samsonstuen, S., 2019. Soil organic carbon and models for estimating soil carbon balance in whole-
558 farm modelling of greenhouse gas emissions from livestock production. *Spesialpensum NMBU*.

559 Samsonstuen, S., 2017. Greenhouse gas emissions from suckler cow production- the new whole farm-
560 system model "HolosNorBeef". Presentasjon på seminaret "Options to reduce greenhouse gases
561 from livestock production", 07.02.2018.

562 Schils, R. L. M., Verhagen, A., Aarts, H. F.M. og Sebek, L. B. J., 2005. A farm level approach to
563 define successful mitigation strategies for GHG emissions from ruminant livestock systems.
564 *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 71, 163-175.

565 Skjelvåg, A. O., Arnoldussen, A. H., Klakegg, O. og Tveito, O. E., 2012. Farm specific natural
566 resource bare data for estimating greenhouse gas emissions. *Acta Agriculturae Scandinavica*
567 *Section A*, 62 (4), 310-317.

568 Soussana, J. F., Allard, V., Pilegaard, K., Ambus, P., Amman, C., Campbell, C., Ceschia, E., Clifton-
569 Brown, J., Czobel, S., Domingues, R., Flechard, C., Fuhrer, J., Hensen, A., Horvath, L., Jones, M.,

570 Kasper, G., Martin, C., Nagy, Z., Neftel, A., Raschi, A., Baronti, S., Rees, R. M., Skiba, U.,
571 Stefani, P., Manca, G., Sutton, M., Tuba, Z. og Valentini, R., 2007. Full accounting of the
572 greenhouse gas (CO₂, N₂O, CH₄) budget of nine European grassland sites. *Agriculture,*
573 *Ecosystems and Environment* 121, 121-134.

574 Soussana, J. F., Tallec, T. og Blanfort, V., 2010. Mitigating the greenhouse gas balance of ruminant
575 production systems through carbon sequestration in grasslands. *Animal*, 4 (3), 334-350.

576 Stanley, P. L., Rowntree, J. E., Beede, D. K., DeLonge, M. S. og Hamm, M. W., 2018. Impacts of soil
577 carbon sequestration on life cycle greenhouse gas emissions in Midwestern USA beef finishing
578 systems. *Agricultural Systems*, 162, 249-258.

579 Subak, S., 1999. Global environmental costs of beef production. *Ecological economics*, 30, 79-91.

580 Vellinga, T.V. og Hoving, I. E., 2011. Maize silage for dairy cows: mitigation of methane emissions
581 can be offset by land use change. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. 89, 413-426.

582 Vleeshouwers, L. M. og Verhagen, A., 2002. Carbon emission and sequestration by agricultural land
583 use: a model study for Europe. *Global Change Biology*, 8, 519-530.

584 Taghizadeh-Toosi, A., Christensen, B. T., Hutchings, N. J., Vejlin, J., Kätterer, T., Glendining, M. og
585 Olesen, J. E., 2014. C-TOOL: A simple model for simulating whole-profile carbon storage in
586 temperate agricultural soils. *Ecological Modelling*, 292, 11-25.

587 Veysset, P., Lherm, M., Bebin, D., Roulenc, M., Benoit., 2014. Variability in greenhouse gas
588 emissions, fossil energy consumption and farm economics in suckler beef production in 59 French
589 farms. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 188, 180-191.

590

DEL 3:

Hva er et bærekraftig kosthold?

Av: Laila Aass

3. Hva er et bærekraftig kosthold?

3.1. Innledning

Det er et økende negativt fokus og press mot norsk husdyrproduksjon fra politikere, media, forvaltning og ulike interesseorganisasjoner. Fokuset begrunnes med tre hovedargumenter; klima/miljø, helse og dyrevelferd. Tre hovedtemaer som hver for seg har vært frontet over lengre tid, men som nå brukes som argumentasjon mot matproduksjon basert på husdyr fra alle aktører, uavhengig av opprinnelig ståsted/interesseområde.

Det politiske og sosiale presset mot husdyrholdet forsterkes av globale kampanjer og mediafokus på industrielt husdyrhold utenlands, som ukritisk overføres til norske (og nordiske) produksjonsforhold. Norsk husdyrproduksjon taper derfor for tiden status som følge av unyansert mediedekning (særlig den internettbaserte), og lider samtidig under betydelig kunnskapsmangel i befolkningen. Særlig bekymringsfullt er dette i forhold til barn og ungdomsgruppene, som lettest lar seg påvirke av selverklærte «allvitere» på sosiale medier.

Fra å være en selvfølgelig, viktig og naturlig del av norsk matproduksjon og kosthold, stilles det nå spørsmålsteget både ved bærekraft- og helseaspekter ved husdyrprodukter som det er delvis dårlig eller manglende faglig dekning for. Plantebaserte dietter (vegetariske og veganske) og laboratoriekjøtt forherliges mens åpenbare betenkeligheter rundt næringsstoffmangel i kostholdet eller bærekraft rundt produksjon av disse alternativene bagatelliseres/ignoreres. Enkle problemstillinger fokuseres uten at aktørene makter å se kompleksiteten som ligger i de regionale forskjellene i naturgrunnlaget for matproduksjon, arealbruk og ressursbruk opp mot global matsikkerhet. Flere rapporter de siste årene illustrerer denne mangelen av hva bærekraftbegrepet faktisk inneholder i praksis (f.eks. Karlsson m.fl., 2017; Garnett et al., 2017).

Karlsson m.fl. (2017) skrev på oppdrag fra Nordisk Ministerråd rapporten «Future Nordic Diets». Rapporten ser arealgrunnlaget i de nordiske land under ett og vurderer to scenarier for endringer i humane «nordiske» dietter som innebærer sterk reduksjon i husdyrprodukter. Betydelige forskjeller i naturgrunnlaget for matproduksjon mellom Norge og øvrige nordiske land gjør at felles konklusjoner for en «nordisk» diett ikke uten videre kan aksepteres slik de er presentert i denne rapporten (omtalt i mer detalj i Kap. 3.3.9).

Garnett et al. (2017) er hovedforfatter bak rapporten «Grazed and Confused» som fikk internasjonal oppmerksomhet da den ble utgitt. Rapporten er utgitt av Food Climate Research

Network, Oxford Martin Programme on the Future of Food Environmental Change Institute, University of Oxford. Medforfattere her er bl.a. Elin Röö (SLU), som også er andreforfatter på rapporten «Future Nordic Diets». Rapporten fokuserer i hovedsak klimaendringer, og definerer drøvtyggere som en betydelig årsak til globale klimagassutslipp. Følgende sitat er hentet fra rapportens oppsummering: «En uunngåelig konklusjon i denne rapporten er at beitende husdyr (drøvtyggere) har en svært begrenset plass i et bærekraftig matsystem».

Så til sist de to publikasjonene som sammen utgjør «EAT-Lancet rapporten»:

1. «Options for keeping the food system within environmental limits» (Springmann m.fl., 2018). Førsteforfatteren tilhører den samme institusjonen som Tara Garnett (Oxford Martin Programme on the Future of Food Environmental Change Institute”, Oxford Martin School, University of Oxford). Denne artikkelen i Nature inneholder de fleste miljømessige beregningene som inngår i selve “EAT-rapporten” som ble lansert i Oslo januar 2019.

2. EAT-Lancet rapporten “Food in the Anthropocene: the EAT-Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems” (Willett et al., 2019). De viktigste forfatterne i tillegg til de to frontfigurene Walter Willett og Johan Rockström er Brent Loken, Marco Springmann og Tara Garnett. De to sistnevnte har også deltatt under de offentlige arrangementene knyttet til lanseringen av rapporten. Flere av de mest sentrale publikasjonene de siste årene har med andre ord sitt utspring i det samme vitenskapelige nettverket/institusjonene.

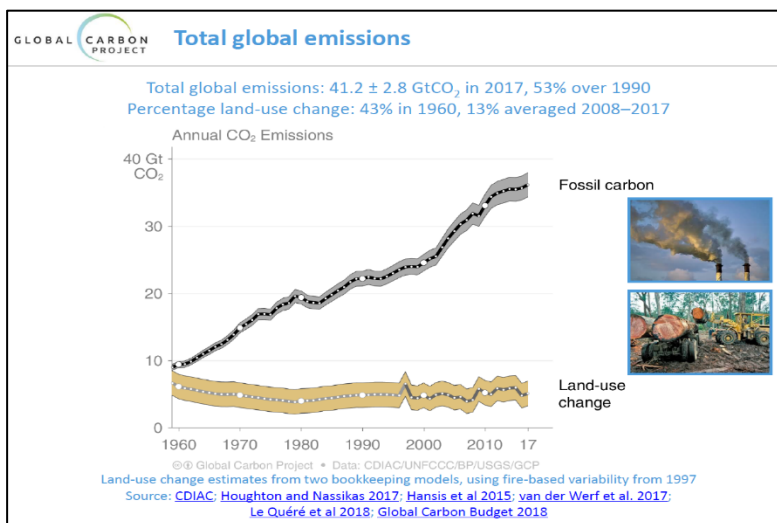
Innledende beregninger av effektene av «The Global Reference Diet» med oppgitte rammer for «lokale tilpasninger» viser at 50 til 70 % av norske jordbruksarealer går ut av drift dersom disse alternative diettene skulle bli en realitet i stor skala i Norge (Aass, 2019; se mer Kap. 3.3.9 og Vedlegg til Del 4). Del 4 i denne rapporten tar for seg flere av delene i EAT-Lancet rapporten i sin helhet.

EAT-bevegelsens målrettede strategier for å påvirke politikere, næringsliv og befolkning i retning av et plantebasert kosthold med basis i overnevnte rapport er beskrevet i det offisielle prosjektsamarbeidet mellom Folkehelseinstituttet (v/direktør Camilla Stoltenberg) og EAT (v/Gunhild Stordalen) fra 2019, for mer detaljer se Del 4 (Kap. 4.1.4).

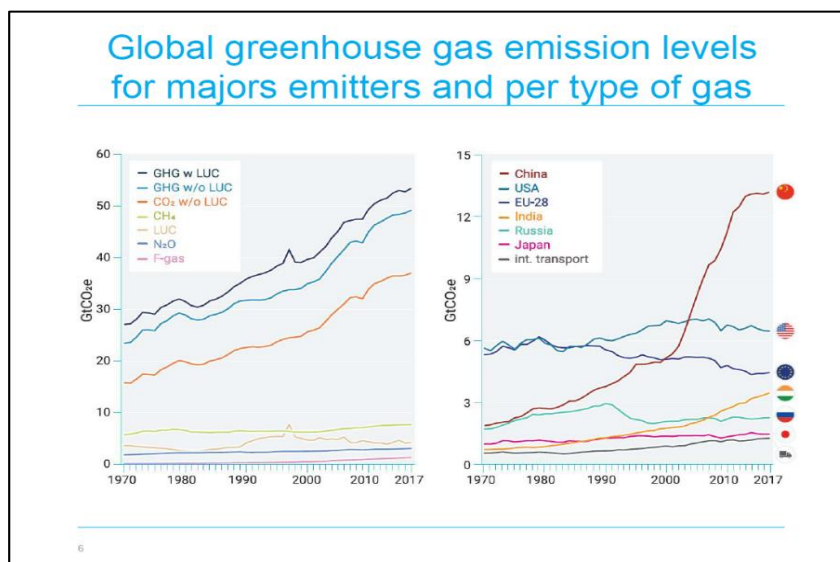
Oppsummert her; det er med andre ord et stort behov for å framskaffe mer kunnskap om hva som kan dokumenteres å være en bærekraftig human diett i Norge, med utgangspunkt i at norske jordbruksarealer skal være hovedgrunnlag for framtidig matproduksjon til innenlandsk befolkning.

3.2. Det globale bakteppet

I følge “The Global Carbon Project”, som i oktober 2018 offentliggjorde sine oppdaterte beregninger, fortsetter de fossile utslippene av klimagasser å øke (fra 32 Gt i 2010 til 36 Gt CO₂ i 2017) (Le Quéré et al., 2018). Utslipp av fossilt CO₂ utgjorde 67 % av de totale globale utslippene i 2017, mens utslipp av «biologisk» karbon fra LUC (Land Use Change) utgjorde ca. 5 Gt CO₂, totalt 41 Gt CO₂ (Figur 1). De totale klimagassutslippene økte til et foreløpig toppnivå i 2017 på 53,5 Gt CO₂-ekv. (Fig. 2), som i tillegg til CO₂ (Figur 1) også inkluderer metan (CH₄), lystgass (N₂O) og fluorgasser (FN, 2018).



Figur 1. Globale utslipp av CO₂ fra fossile og biologiske kilder i 2017.



Figur 2. Totale globale klimagassutslipp i 2017, fordelt på ulike klimagasser (FN, 2018).

I samsvar med dette forsterket den siste rapporten fra IPCC (IPCC, 2018) behovet for å iverksette tiltak snarest for å oppnå målet om å holde global temperaturøkning under 1.5 – 2 °C. Ifølge IPCC er de største politiske hindringene for å få til dette fattigdom, sosiale ulikheter og høy global befolkningsvekst. Utfordringene forsterkes av at temperaturøkningen legger press på global matsikkerhet og matproduksjon, som ifølge siste oppdaterte prognoser fra FAO må øke med 50 % sammenliknet med 2012 nivå (FAO, 2017).

3.2.1 Matforsyning og matsikkerhet

Forsvarets forskningsinstitutt (Botnan, 2016) vurderer at den globale matforsyningen er under sterkt press som følge av flere ulike utviklingstrekk globalt. For det første framheves klimaendringene og effekten på global matproduksjon. For det andre framheves den raske befolkningsveksten, særlig i Afrika, som spesielt problematisk. Et tredje problemområde er framtidsutsiktene for de internasjonale fri-handelsavtalene. Erfaringene har gjentatte ganger vist at produksjonsland iverksetter eksportrestriksjoner for å unngå politisk uro ved avlingssvikt i nasjonal matproduksjon. Dette vil påvirke globale matpriser i det internasjonale matmarkedet. For rike land som Norge er dette håndterbart så lenge markedet fungerer, men dette kan undergraves av subsidier, hamstring og spekulasjoner. Det kan derfor ikke utelukkes at vi kan oppleve knapphet på viktige importvarer i perioder.

Et fjerde aspekt er følgene av økt politisk spenning. Dette gjelder spesielt forholdet mellom Russland og NATO-landene. Etter den russiske annekteringen av Krim, ansees «hybrid krigføring» å kunne bli en reell trussel. Dette innebærer at en nasjon kan benytte alle tilgjengelige midler for å legge andre nasjoner under press, ikke bare militært. Ettersom den globale matproduksjonen er sentralisert med kun et fåtall land som forsyner det internasjonale matmarkedet, kan forsøk på å bruke mat som et våpen i hybrid krigføring bli et reelt framtidsscenario. Et dystert bakteppe når framtidens norske matpolitikk skal utformes.

Tigchelaar et al. (2018) studerte framtidig global produksjon av og tilgang på mais, som i dag er konsentrert i et fåtall produksjonsland som også dominerer verdenshandelen. Disse estimerte at en global temperaturøkning på 2°C vil føre til et fall på 43 % i nåværende total verdenshandel av mais fra de fire dominerende eksportlandene. Med en 4°C temperaturøkning vil nedgangen i avlinger være større enn maisvolumet som i dag selges på verdensmarkedet.

3.3 Bærekraftig kosthold

Kostholdsråd i industrialiserte land har tradisjonelt fokusert på ernæring og helse relatert til å dekke næringsbehovet og redusere omfanget av kostholdsrelaterte sykdommer som hjerte/kar sykdommer, diabetes og kreft. I de seinere år har fokus i økende grad i tillegg vært rettet mot de miljømessige effektene av matproduksjon, forbruk og matsvinn (Hendrie et al., 2016). Oppmerksomheten er særlig relatert til klimaendringer og befolkningsvekst i tillegg til endringer i globalt kosthold som krever en mer ressursbelastende matproduksjon. Dette særlig som følge av økonomisk vekst i utviklingsland, der forbruket av kjøtt øker sterkt. I stor grad gjelder økningen kraftfôrbasert kjøttproduksjon som krever stor input av råvarer som soya og korn. Begrepet «Det internasjonale matsystemet» er nå mye benyttet som beskrivelse av den globale matproduksjonen og matmarkedet, som blir ansett som en trussel mot det som kalles klodens miljømessige tålegrenser («planetary boundaries»). Det refereres her særlig til en publikasjon publisert av Rockström et al. (2009) som danner det miljømessige grunnlaget for konklusjonene i «EAT-Lancet rapporten» om behovet for en «global diett» som holder seg innenfor disse tålegrensene. Som et resultat forsøker helsemyndigheter i en rekke land nå å inkludere prinsipper for bærekraft i de nasjonale kostholdsrådene (Ridoutt et al., 2017a). Dette er imidlertid ikke uten videre enkelt dersom man skal basere seg på den nåværende kunnskapsplattformen for hva som er bærekraftige matvarer eller en bærekraftig matproduksjon.

FNs matvareorganisasjon FAO (FAO, 2010) har definert bærekraftig kosthold («sustainable diets») som

“those with low environmental impacts which contribute to food and nutrition security and to healthy life for present and future generations. Sustainable diets are protective and respectful of biodiversity and ecosystems, culturally acceptable, accessible, economically fair and affordable; nutritionally adequate, safe and healthy; while optimizing natural and human resources”.

Dette er en komplisert definisjon med mange forhold som skal tilfredsstilles for at man skal kunne kalle hver enkelt matvare eller et samlet kosthold som bærekraftig. Dermed blir det vanskelig å omsette dette til praktiske råd. Dersom man leter etter svar i forskningen, ser man at den kompliserte definisjonen har gitt klare begrensninger i mange vitenskapelige studier til nå. Dette fordi det har manglet klare mål på hva som f.eks. er bærekraftig biodiversitet, kulturelt akseptabelt eller økonomisk rettferdig. I tillegg har det manglet vedtatte, vitenskapelig

aksepterte retningslinjer for hvordan man skal måle de miljømessige effektene av de ulike komponentene som inngår i definisjonen (Jones et al., 2016). Også Nasjonalt råd for ernæring (2017) konkluderte i sin rapport om bærekraftige kostråd at gjennomgangen ble mangelfull som følge av et ubalansert fokus på klimagassutslipp i litteraturen.

3.3.1 Beregninger av bærekraftig kosthold

LCA analyser (Life Cycle Assessment) er den mest brukte metodikken for å tallfeste miljømessige effekter av ulike produkter, inkludert matvarer (se Del 1). Selv om det er utviklet ISO standarder for LCA analyser, benyttes det fortsatt fastsatte faktorer (måltall; «input factors») for ulike miljøeffekter som ikke nødvendigvis er representative for matproduksjonen i alle regioner eller land. Derfor er det fortsatt behov for å forbedre denne metodikken for å få mer korrekte resultater. Det gjelder både modellene i selv og måltallene man legger inn i modellene (Ridoutt et al., 2017b).

FNs 17 bærekraftsmål inneholder 169 konkretiserte fokusområder for gjennomføring av målene. Med andre ord, en bærekraftig utvikling omfatter langt mer enn klimagassutslipp. I en omfattende undersøkelse sammenliknet Ridoutt et al. (2017a) bærekraftmålene med 93 vitenskapelige studier av humant kosthold. Av 14 av fokusområdene som var særlig relatert til kosthold, fant de at studiene i hovedsak fokuserte på klimagassutslipp (74 % av studiene). Dette var fulgt av arealbruk (inkludert og/eller avskoging, omdisponering/forørkning og tap av biodiversitet), som samlet var inkludert i 41 % av studiene, fulgt av vannforbruk knyttet til produksjon av matvaren (27 % av studiene). Andre relevante miljøindikatorer, som utarming av naturressurser, tap av jord-karbon, sprøytemiddelbruk og øko-toksisitet, marin forsøpling og utarming av fiskeressurser var sjelden eller ikke vurdert. Bruk av sprøytemidler reiser spørsmål rundt overføring av reststoffer mellom jord og grunnvann, reststoffer i mat og til sist også human helse (Fantke & Jolliet et al., 2016; Margni et al., 2002). I den samme studien (Ridoutt et al., 2017a) fant forskerne også at mange av kostholdsalternativene som ble hevdet å være bærekraftige hadde klare ernæringsmessige mangler.

Disse resultatene er også støttet av andre forskere (Jones et al., 2016), som foretok en litteraturgjennomgang av 113 liknende studier. De fant det samme ensidige fokuset på klimagassutslipp, og konkluderte med at mange miljømessige komponenter som kjennetegner en bærekraftig diett var utelatt i LCA litteraturen. Ridoutt et al. (2017a) konkluderte med at dette er et umodent forskningsområde. Dette kommer til syne i den vitenskapelige litteraturen,

der fokus på viktige miljøområder mangler, i tillegg til svakheter knyttet til mangel på sikre måltall for ulike miljøpåvirkninger (f.eks. miljøbelastning av sprøytemiddelrester i grunnvann) og/eller bruken av slike måltall. Med bakgrunn i dette hevdet de at det på nåværende tidspunkt ikke er mulig å definere eller gi konkrete anbefalinger om hva som er bærekraftige kosthold.

3.3.2 Konsekvenser av mangelfull forskning

Til tross for at forskningen er mangelfull, blir resultatene fra vitenskapelige studier brukt ukritisk. Dominerende nå er at det settes likhetstegn mellom klimagassutslipp og bærekraft, noe som gjør drøvtyggere velegnet som hovedmål for endringer i matvaner. Melk- og storfekjøttproduksjon blir spesielt fokusert, basert på forskningsresultater som viser stor global miljøpåvirkning og negative helseeffekter (f.eks. Garnett, 2013; Springmann et al., 2016).

I følge FNs klimapanel IPCC, bidrar matproduksjonen globalt med 10-12 % av de globale klimagassutslippene. Husdyrsektoren er beregnet å utgjøre omtrent halvparten, 5-6 % (Tubiello et al., 2014). I tillegg kommer skog/andre arealbruksendringer (FOLU: **F**orest/**O**ther **L**and **U**se) som utgjør samme andel (10-12 %; Smith et al., 2014). FOLU omfatter all menneskelig aktivitet, inkludert endret arealbruk og avskoging til industriformål, bioenergi, bebyggelse og framvekst av byer etc., og ikke bare arealbruk til matproduksjon.

Til tross for disse offisielle beregningene fra IPCC er det likevel en klar tendens til å overdrive den miljømessige belastningen fra husdyr, med en åpenbart feilaktig bruk av vitenskapelige kilder, sammenliknet med opplysninger fra de aktuelle IPCC publikasjonene, som bør betraktes som «offisielle». Dette gjelder både for nivå av klimagassutslipp og tall for AFOLU (Agriculture, Forest/Other Land Use). Videre ser man det samme når det henvises til effekter som overforbruk av vann, forurensning, biodiversitet osv., mens liknende effekter av planteproduksjon og plantebasert kosthold blir tonet betydelig ned eller ignorert (f.eks. Garnett, 2009; Karlsson et al., 2017).

I tillegg blir potensialet for reduksjon av klimagasser gjennom husdyravl, forbedret helse og management av husdyr, husdyrgjødsel og andre input faktorer i produksjonen (Gerber et al., 2013) undervurdert (f.eks. Rööf et al., 2015; Willett et al., 2019) eller hevdet å være urealistiske (Poore & Nemecek, 2018). Flere biologiske eller fysiske faktorer som kan ha betydelige positive effekter i miljøregnskapet blir åpenbart undervurdert/ignorert i disse artiklene. Dette er tilfelle når det gjelder naturlig nedbør (kalles “green water” i litteraturen) som er beregnet til å dekke 60-70 % av vanntilførselen til matproduksjonen globalt (Rost et al., 2008), C-

binding i beitemark (Meyer et al., 2016), albedo effekter av åpent beitelandskap (Rydsaa et al., 2017) samt økt biodiversitet på arealer som blir beitet (Fjellstad et al., 2010). I tillegg forholder man seg heller ikke til det faktum at metan er en kortlivet klimagass i atmosfæren, der nye beregningsmetoder for «globalt oppvarmingspotensial» (GWP*) av metan (Allen et al., 2018) kan ha stor betydning for framtidige beregninger av klimagassutslipp fra husdyr.

I litteraturen som fokuserer store reduksjoner i husdyrproduksjonene for å redde planeten er det oppsiktsvekkende nok enda en dimensjon som er utelatt; den betydelig høyere effekten av fossile utslipp på global temperaturstigning sammenliknet med utslipp fra matproduksjonen (Le Quéré et al., 2018), og sårbarheten som dette medfører for global matsikkerhet (Porter et al., 2014).

3.3.3 Matsikkerhet og fullverdig ernæring

FAOs definisjon på en bærekraftig matproduksjon skiller seg fra definisjonen på bærekraftige dietter med å være mer konkret;

“...a food system that delivers food security and nutrition for all in such a way that the economic, social and environmental bases to generate food security and nutrition for future generations are not compromised” (FAO, 2018).

Definisjonen fokuserer altså på de to hovedelementene matsikkerhet og ernæring. Matsikkerhet er en grunnleggende forutsetning for sammensetningen av ethvert kosthold. Dette omfatter mulighetene man har for matproduksjon, som igjen er avhengig av tilgang på jordbruksarealer, jordsmonn og jordtyper, klimatiske forhold (temperatur og nedbør), plante- og husdyr genetiske ressurser (plantearter og husdyrraser), et driftsapparat (bygninger, maskiner, energi osv.) og opprettholdelse/oppdatering av kunnskap om agronomi i samfunnet generelt og hos bønder spesielt.

3.3.4 Husdyras betydning for matsikkerhet

Gerber et al (2015) konstaterte at husdyras bidrag til global matsikkerhet går langt utenfor produksjonen av kjøtt, melk og egg fordi de, sammenliknet med planteproduksjon, fungerer som buffere mot matkriser. Storfe spiller en dominant rolle for matsikkerheten i så måte; som en hovedkilde til inntekter i beitebaserte systemer (særlig i utviklingsland), mens de i «vestlige» produksjonsformer omdanner grovfôr og biprodukter fra matindustrien til

næringsrik mat til folk. Husdyrraser og plantegenetiske ressurser er viktige i forhold til biodiversitet knyttet til matproduksjon og ulike produksjonsformer. De bidrar til robusthet i forhold til kriser og gir muligheter for tilpasninger av produksjonssystemer, f.eks. i forhold til effekter av klimaendringer (FAO, 2019).

3.3.5 Ernæring

Husdyr gir også betydelige bidrag til matsikkerhet gjennom å gi tilgang på mat med ernæringsmessig innhold av høyt biotilgjengelige, essensielle makro- og mikronæringsstoffer. Dette gjelder både livsviktige (essensielle) aminosyrer, kobber, jern, jod, zink, selen, mangan, kalium og mange komplekse B-vitaminer (niacin, riboflavin, thiamin). I tillegg bidrar kjøtt med det livsviktige B12 vitaminet som er avgjørende for nervesystemet, fordøyelsen, det generelle energinivået og kognitive (mentale) funksjoner (Binnie et al., 2014; De Smet and Vossen, 2016).

Magert kjøtt er også en kilde til mono- og polyumettede fettsyrer som oljesyre, omega-6 linolsyre og omega-3 alfa-linolensyre (anti-inflammatorisk, dvs. betennelsesdempende funksjon), og sammen med melk også en kilde til konjugert linolensyre (CLA) gjennom biosyntese i vomma hos drøvtyggere. Nyere studier har ikke vist klare sammenhenger mellom mettet fett og hjerte/kar sykdommer (e.g. MacNeill and Van Elswyk, 2012; Lundsgaard et al, 2019). Som kjent for de fleste konkluderte en ekspertkomité nedsatt av IARC (the International Agency for Research on Cancer) med at bearbejdede kjøttprodukter (f.eks. saltet og røkt kjøtt) var kreftfremkallende, og rødt kjøtt «trolig kreftfremkallende» for mennesker (Bouvard et al., 2015). Selv om en seinere litteraturgjennomgang støttet disse konklusjonene (Domingo and Nadal, 2017), ble det også understreket at det fortsatt er stor kunnskapsmangel rundt dette helse spørsmålet. De Smet and Vossen (2016) konkluderte med at det var behov for mer forskning, særlig når det gjelder kunnskap knyttet til samspill mellom inntak av kjøtt og andre matvarer i kostholdet.

3.3.6 Husdyra- konkurrenter i menneskets matfat?

Fôr/mat - diskusjonen (feed/food) er et annet tema som ofte gjenfinnes i klimadebatten. Det argumenteres ofte med at husdyr eter store mengder kraftfôr, og har dårlig utnyttelse av fôret (f.eks. Smil, 2014). Dette gjelder særlig drøvtyggere, som det påpekes at bruker store mengder fôr per kg kjøtt. Mye av denne argumentasjonen bygger enten på kunnskapsmangel eller et

bevisst ønske som å stille husdyrproduksjon i et dårlig lys, ved å unnlate å påpeke betydningen av drøvtyggenes evne til å utnytte gras som fôrressurs.

Diversiteten i husdyrfôring rundt om i verden, samt de store forskjellene som eksisterer i produksjonseffektivitet, blir derfor ofte underkommunisert. Forskere ved FNs matvareorganisasjon FAO publiserte i 2017 en omfattende studie som viste oppsiktsvekkende resultater når det gjaldt temaet om husdyr som konkurrenter i menneskets matfat (Mottet et al., 2017). Studien ble gjennomført med en modell, «GLEAM», utviklet ved FAO (Gerber et al., 2013) og som benytter FAOs store databaser på husdyr- og planteproduksjon samlet fra hele kloden som grunnlag for beregningene.

Studien viste at «store mengder kraftfôr» kun gjaldt «feedlots», dvs. en produksjonsform der man fôrer storfe med store mengder kraftfôr i den siste tiden før slakting. Dette utgjorde kun 13 % av verdens storfekjøttproduksjon. Beregningene viste for øvrig at 86 % av fôret som blir benyttet til husdyr globalt er fôr som ikke kan benyttes til menneskemat. I gjennomsnitt benyttet drøvtyggerproduksjonene 2.8 kg «human-edible» fôr (som kunne vært benyttet til menneskemat) per kg beinfritt kjøtt, mens tilsvarende tall for enmaga dyr som svin og fjørfe var 3.2 kg fôr per kg kjøtt. Forfatterne konkluderte at debatten om husdyr ikke tar hensyn til den store variasjonen i produksjonene verden over, eller de ulike produktene og funksjonene dyrene bidrar med, bl.a. i matsikkerhetssammenheng.

Landbruksproduksjonen i Østerrike har mange fellesnevner med Norge som følge av likhetstrekkene i naturgrunlaget. I en studie (Ertl et al., 2015) med samme problemstilling som overnevnte FAO rapport, sammenliknet forskerne melkeproduksjonen på gårder i lavlandet med gårder i de alpine fjellstrøkene. Mens sistnevnte melkeproduksjon i stor grad var basert på grovfôr og beite, benyttet gårdene i lavlandet større mengder kraftfôr og lavere grovfôrandel. Sammenlikningen ble basert på et mål, «heFCE- human-edible feed conversion efficiency» som enkelt beskrevet ble beregnet som spiselig mengde melk/kjøtt produsert dividert på spiselig (for folk) mengde fôr som ble brukt til dyra i produksjonen. Med andre ord, forholdet mellom utbytte i form av mat produsert til folk i forhold til fôr brukt til dyra som kunne vært brukt som mat til folk direkte.

Målet ble beregnet som mengde energi (MJ) og kg protein som mat til folk i utbytte av energi og protein i fôret som ble brukt til dyra. Dersom dette forholdstallet var større enn 1 (heFCE>1) ville dette bety at man fikk mer mat igjen til folk i forhold til det som ble gitt til dyra, altså et positivt bidrag. Resultatene viste at en fôrresasjon til melkekyr basert på mye kraftfôr gav et

forholdstall lavere enn 1 ($heFCE < 1$), mens forholdstallet økte og ble over 2 ($heFCE > 2$) med økende grovfôrandel i fôrrasjonen. Det ble konkludert med at en melkeproduksjon basert på mye grovfôr gav et stort netto utbytte til matproduksjonen, mens nettoutbyttet avtok og ble negativt jo større kraftfôrandelen ble i fôrrasjonen.

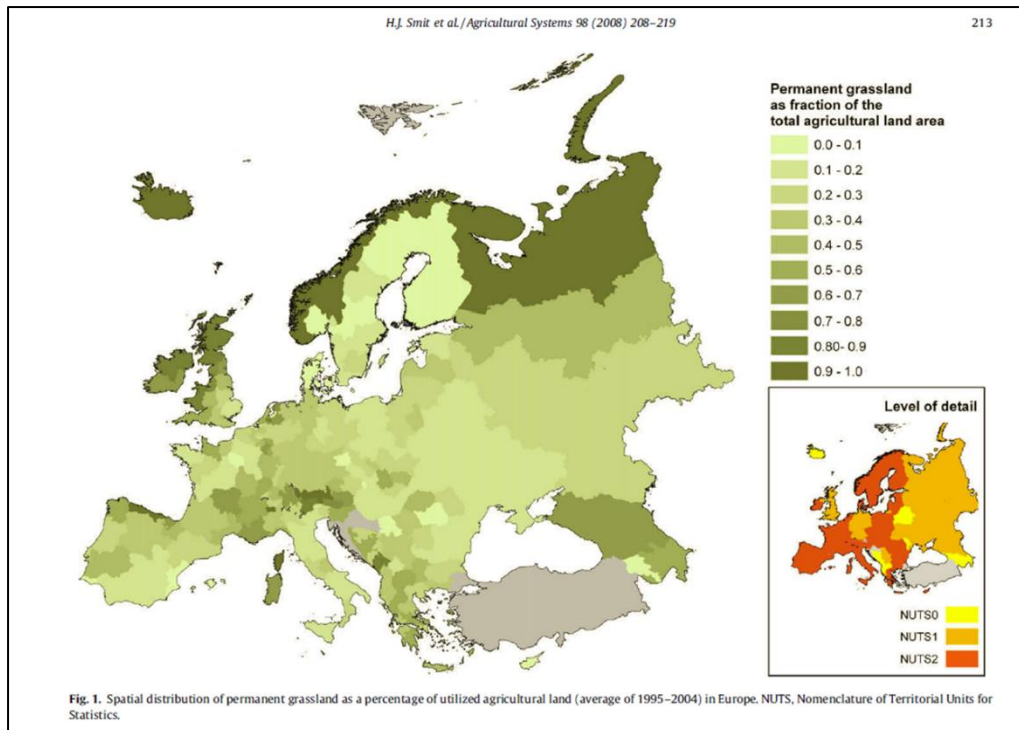
3.3.7 Betydningen av det naturgitte produksjonsgrunnlaget

De internasjonale vitenskapelige artiklene (ofte litteraturstudier; «review-artikler») som omhandler matproduksjonens innvirkning på miljø og klima baserer ofte sine konklusjoner på generelle betraktninger uten å hensynta den store variasjonen som eksisterer i naturgrunnlaget for produksjonene verden over. Veldig ofte baseres også konklusjonene på en global tilnærming til løsninger. Matproduksjonens innvirkning på miljøet varierer i praksis betydelig mellom regioner og også mellom nasjonalstater (Tubiello et al., 2014). Dette som følge av forskjellene i produksjonssystemer og management, som igjen bestemmes av type planteavlinger, plante- og husdyrgenetiske ressurser, dyrehelse, produksjonseffektivitet hos husdyr og i plantedyrking. I tillegg er det stor variasjon i hvilke typer landarealer som benyttes; f.eks. etablerte jordbruksarealer kontra nyetablering i tidligere regnskogområder. Alt dette har enorm betydning både for nivået av klimagassutslipp fra matvarer (særlig per kg husdyrprodukt), i tillegg til grad av konsekvenser for miljøet og bruk av naturressurser (Gerber et al., 2013). Med andre ord, en «one size fits all» strategi er verken nyttig eller fornuftig for å utvikle den globale matproduksjonen i en mer bærekraftig retning.

3.3.8 Det naturgitte produksjonsgrunnlaget i Europa

Gress- og beitemark dekker mer enn 1/3 av jordbruksarealene i Europa. I tillegg til å ha stor betydning for biodiversiteten, bidrar de også i stor grad til å ivareta regionens kulturelle arv og til rekreasjon (Smit et al., 2008). Disse forskerne utførte en omfattende studie av utnyttelse av jordbruksareal i Europa, og stadfestet at de områdene som var dominert av produktiv grovfôrproduksjon i stor grad var ensbetydende med melkeproduksjon. Sammenliknet med de globale gjennomsnittene er klimagassutslippene per kg melk og kjøtt produsert i Europa blant de laveste, noe som i stor grad har sammenheng med den tradisjonelle melk/kjøtt produksjonen basert på kombinasjonsfe (Gerber et al., 2013). Husdyra er lokalisert i de fleste regionene på kontinentet, med stor variasjon i produksjonssystemer, tilpasset lokale forhold som økonomi, geografi og sosiale forhold (ATF, 2017).

Kartene i artikkelen til Smit et al (2008) som viser fordelingen av varig gras/beitemark som andel av totalt jordbruksland i Europa bekrefter denne store variasjonen i regionale og nasjonale ressurser for matproduksjon.



Figur 3. Permanente grasarealer i prosent av totalt jordbruksareal, Europa. (Smit et al., 2008)

3.3.9 Det naturgitte produksjonsgrunnlaget i Norden

Også for de nordiske land er det gjort forsøk på å utvikle felles bærekraftige dietter som skal gjelde generelt for Danmark, Finland, Norge og Sverige (Karlsson et al., 2017). Denne studien foreligger i rapportform («Future Nordic Diets») og ble finansiert av Nordisk Ministerråd.

Forfatterne undersøkte her to scenarier som omfattet en 90 % eller en 80 % reduksjon i forbruk av kjøtt per person i forhold til dagens forbruksnivå. Dette kjøttet skulle erstattes av økologiske matplanter. Forskerne konkluderte med at med forutsetningene lagt inn i disse scenariene ville det være mulig å produsere nok næringsrik mat for inntil 31 millioner innbyggere i de nordiske landene i 2030. Denne konklusjonen kan diskuteres når man ser nærmere på rapporten. Resultatene viser at de «nye» nordiske diettene var mangelfulle både mhp essensielle vitaminer og mikromineraler, og nivået på import av mat var forutsatt uforandret. For Norges vedkommende innebar 90%-scenariet en betydelig reduksjon i både kombinert melk/kjøtt- og saueproduksjon. For Norges del ble det for øvrig konkludert med at det ikke var mulig å forsyne

befolkningen med nok mat i 2030 fra norske jordbruksarealer i noen av de to scenariene. En nærmere gjennomgang av denne rapporten viser også at en del av forutsetningene (datagrunnlaget) som er lagt inn i beregningene for Norges del ikke var korrekte/gjenkjennelige verken for matvareforbruk eller avlingsnivåer etc. Dette, i tillegg til øvrige resultater nevnt over, gjør denne rapporten helt ubrukelig som rettesnor for utviklingen av en bærekraftig matproduksjon i Norge (etter denne forfatterens vurdering).

Et klart liknende forslag til bærekraftig kosthold ble lansert i rapporten “Food in the Anthropocene: the Eat-Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems” (Willett et al., 2019), altså den såkalte «EAT-rapporten». Tre alternative hovedtyper av «The Global Reference Diet» for lokale tilpasninger som samtidig var innenfor «planetens tålegrenser» (Rockström et al., 2009) ble her presentert. Med utgangspunkt i de tre alternative «diettene» er det gjort beregninger av konsekvenser for matproduksjonen i Norge dersom disse kostholdsendringene skulle bli realitet fram mot 2050 (Aass, 2019). Resultatene er nærmere beskrevet i Del 4 (Vedlegg).

Kort gjengitt her vil konsekvensene være en betydelig reduksjon i norske husdyrpopulasjoner i 2050. Gjenværende blir 35 % melkekyr, 20 % svin, 5 % sau, 0 % ammekyr og 40 % høner. Kun kyllingproduksjonen opprettholdes på dagens nivå eller økes. Dette kombinert med at 50-70 % av norske jordbruksarealer går ut av drift. Til gjengjeld må vi importere matvarer som proteinvekster, nøtter og oljer tilsvarende inntil 6 mill. daa i utlandet (fullstendig vegandiett). Tallene viser med all tydelighet de store konsekvensene et slikt scenario vil ha for sårbarhet og nasjonal matsikkerhet, og likeledes total mangel på bærekraft i det «nye» kostholdet. «The Global Reference Diet» er pr. i dag også klart avvikende fra myndighetenes offisielle kostholdsråd gitt av Helsedirektoratet.

3.3.10 Det naturgitte produksjonsgrunnlaget i Norge

Selv innen en (på flere måter) homogen region som Skandinavia vil ulike naturgitte muligheter og begrensninger for matproduksjon innebære at tiltak for økt bærekraft må være forskjellige. Norge har betydelig mindre jordbruksareal (10 mill. daa) enn de andre nordiske landene (Sverige, 31 mill. daa; Danmark, 29 mill. daa; Finland, 23 mill. daa; Åby et al., 2014). Våre spesielle topografiske og klimatiske forhold er selvsagt årsak til at kornarealene kun utgjør 1/3 av arealene, og at dyrkbart og varig grasareal/beiter utgjør 2/3. Så har vår topografi og geografiske beliggenhet gitt oss utmarksareal i størrelsesorden 14 ganger det dyrkbare, 140

mill. daa. beiter av god kvalitet i skog og fjell. Årlig beiter drøyt 2 mill. sau og ca. 300 00 storfe i disse områdene (Landbruksdirektoratet, 2017). Omtrent 50 % av dette arealet er fortsatt uutnyttet, og tilsvarer fôrmengder til betydelig flere sau og storfe enn i dag (Rekdal, 2014). Dette innebærer selvsagt at de naturgitte forholdene for matproduksjon i Norge er nært knyttet opp mot drøvtyggere. Utnyttelse av arealene til beitende husdyr er derfor av avgjørende betydning for å opprettholde eller øke nasjonal selvforsyningsgrad.

Nåværende norsk selvforsyningsgrad er ca. 40 % i gjennomsnitt over år. Nivået er nært knyttet til avlinger i kornproduksjonen. Tørkeperioden sommeren 2018 var katastrofepreget, med 50 % reduksjon i kornavlingene. Selvforsyningsgraden ble redusert til 30-35 % (Norske Felleskjøp, 2018). Importen av fôrkorn til husdyr ble mer enn doblet, mens importen av mathvete økte med 92 % (Landbruksdirektoratet, 2018). Mens selvforsyningsgraden for korn er ca 75 % i et normalår, er den kun 6 % for proteinplanter. Dette innebærer et høyt importbehov for protein til husdyrfôr, som særlig involverer enmaga dyr som fjørfe og gris. Hvilket også er en illustrasjon på den underliggende konflikten når det gjelder «korn til fôr» versus «korn til mat».

Den alvorlige avlingssvikten i 2018 demonstrerte med all tydelighet sårbarheten med tanke på nasjonal matsikkerhet, særlig for matplanter. Det viste seg at drøvtyggerne klarte seg rimelig bra og bidro som buffere med hensyn på matsikkerhet. Flere gårdbrukere utnyttet utmarksbeiter for første gang denne sommeren, og det ble benyttet store mengder halm som følge av mangelen på gras. Tørkesommerens konsekvenser setter diettene som er foreslått i EAT-Lancet rapporten (Willett et al., 2019), og særlig «Vegan-dietten», i perspektiv med tanke på sikker og stabil matforsyning.

3.3.11 Biodiversitet

Beiting og høsting av fôr til husdyr var en sentral del av matproduksjonen historisk sett og har formet både landskapet og de nåværende vegetasjonstypene slik vi kjenner dem i dag. Habitatene som ble formet av beiting og høsting av høy til vinterfôr er blant de mest artsrike naturområdene i Skandinavia (Eriksson et al., 2001). Kombinasjonen av intensivering og brakklegging av marginale jordbruksområder har medført at landbruksrelaterte «hot-spots» (dvs. områder med særlig høy artsrikdom) nå bare omfatter svært små arealer i Norge. Uansett, beiting gir fortsatt signifikante bidrag til nasjonal biodiversitet. De store utmarksarealene, dvs. heilandskap, skog og fjell kan ikke brukes til human matproduksjon, men kan utgjøre svært

gode beiter for husdyr. Beiting bidrar til høy biodiversitet i disse økosystemene. En videreføring av beitetradisjonene, med et tilpasset beitetrykk er helt essensielt for å opprettholde denne biodiversiteten (Austrheim & Eriksson 2001; Fjellstad et al. 2010). Bruk av denne type arealer til beiting er i god overensstemmelse med internasjonale avtaler slik som Konvensjonen om biologisk mangfold (FN, 1992) og den Europeiske Landskapskonvensjonen (Europarådet, 2000).

Betydningen av å opprettholde beitingen i utmark vil ha klimaeffekter som strekker seg langt utenfor klimagassutslippene fra dyrene i seg selv. Nye studier tyder på at beiting i utmark gir signifikant økning i karbon-binding i dypere jordlag (Sørensen et al., 2018). Kanskje enda mer betydningsfullt er at arealer som blir holdt åpne av beiting har høyere albedo enn skogsvegetasjon, særlig med snødekke. Studier kan tyde på at albedoeffekter kan gi betydelige bidrag i å motvirke global temperaturøkning (de Wit et al., 2013; Bryn et al. 2013, Rydsaa et al. 2017).

3.4 Oppsummering

Stortinget har vedtatt å øke norsk matproduksjon basert på norske ressurser (Meld. St. 11. 2016-2017). Bak dette vedtaket ligger en økende bekymring rundt norsk selvforsyningsgrad av mat i lys av de globale utfordringene knyttet til klimaendringer, og sårbarheten med hensyn på nasjonal matsikkerhet som følge av disse.

Samtidig ser vi nå et økende antall studier som konkluderer med at husdyrproduksjon, og særlig melk og kjøtt fra drøvtyggere, er hovedkilder til negative miljøeffekter. I denne serien av ulike studier har EAT-Lancet rapporten (Willett et al., 2019) bidratt med mer drivstoff til debatten, både internasjonalt og i Norge, om hvilken diett som kan betraktes som «bærekraftig». En betydelig utfordring med studier som denne er det ensidige globale perspektivet og en «one size fits all» tilnærming til løsninger. Som vist for Norge vil en slik tilnærming være meningsløs, og innebære en stor nedskalering av norsk matproduksjon. Det samme gjelder oppfatningen om ETT globalt matsystem, når vi i virkeligheten har en hel rekke mindre matsystemer, oftest nært tilknyttet nasjonalstater. Internasjonal handel med mat involverer kun noen få store eksportland, det meste av verdens matproduksjon konsumeres i produksjonslandet (USDA, 2019).

Manglene i det forskningsbaserte kunnskapsgrunnlaget gjør den nåværende debatten om bærekraftig matproduksjon og kosthold ensidig og lite konstruktiv, og er dårlig egnet for å

informere både politiske beslutningstakere og befolkningen generelt. Det er derfor behov for mer kunnskap for å øke den generelle forståelsen av konsekvensene som kan følge av global befolkningsvekst, klimaendringer og ustabile matvarepriser på matsikkerhet og selvforsyningsgrad. Klimatilpasning av norsk matproduksjon må settes på dagsorden, inkludert en grundig gjennomgang av nåværende produksjon og behov/muligheter for tilpasning til de økende globale utfordringene.

Takk til Jan Erik Botnan, Forsvarets Forskningsinstitutt og Wendy Fjellstad, Divisjon for kart og statistikk, Nibio, for faglige bidrag til teksten i hhv. Kap. 3.2.1 (global matsikkerhet) og Kap. 3.3.11 (biodiversitet).

3.5 Litteratur – del 3

Aass, L., 2019. Use of Norwegian production resources- in the perspective of the EAT-Lancet report. Speech. The International Dairy Federation meeting, Oslo, 07.02.19. Rapport under arbeid.

Allen, M. m.fl., 2018. A solution to the misrepresentations of CO₂-equivalent emissions of short-lived climate pollutants under ambitious mitigation. *Npj Climate and Atmospheric Science* (2018)1:16; doi:10.1038/s41612-018-0026-8

Animalia, 2018. Kjøttets tilstand. Report, 132 pp. Available at: <https://www.animalia.no/no/animalia/aktuelt/kjottets-tilstand-2018/>. In Norwegian. Accessed 10.01.19.

ATF, 2017. Why is European animal production important today? Facts and figures. www.animaltaskforce.eu

Austrheim G., Eriksson O. 2001. Plant species diversity and grazing in the Scandinavian mountains - patterns and processes at different spatial scales. *Ecography* 24(6), p. 683-695.

Binnie, M.A., et al., 2014. Red meats: Time for a paradigm shift in dietary advice. *Meat Sci.* 98:445-451

Botnan, J.E., 2015. Matsikkerhet i et klimaperspektiv. Forsvarets Forskningsinstitutt. FFI-rapport 2015/02223. 22 s.

Bouvard V, Loomis D, Guyton KZ, Grosse Y, El Ghissassi F, Benbrahim-Tallaa L, et al. Carcinogenicity of consumption of red and processed meat *The Lancet Oncology*, Published online 26 October 2015; [http://dx.doi.org/10.1016/S1470-2045\(15\)00444-1](http://dx.doi.org/10.1016/S1470-2045(15)00444-1)

Bryn A., Dourojeanni P., Hemsing L.Ø., O'Donnell S. 2013. A high-resolution GIS null model of potential forest expansion following land use changes in Norway. *Scandinavian Journal of Forest Research* 28(1), p. 81-98.

De Smet, S. & E. Vossen, 2016. Meat: The balance between nutrition and health. A review. *Meat Sci.* 120:145-156

de Wit, H.A., Bryn, A., Hofgaard, A., Karstensen, J., Kvalevåg, M.M. & Peters, G.P. 2013. Climate warming feedback from mountain birch forest expansion: reduced albedo dominates carbon uptake. *Global Change Biology* Dec. 16.

Domingo, L.J. & M. Nadal, 2017. Carcinogenicity of consumption of red meat and processed meat: A review of scientific news since the IARC decision. *Food and Chemical Toxicology* 105:256-261

Eriksson O., Cousins S.A.O., Bruun H.H. 2002. Land-use history and fragmentation of traditionally managed grasslands in Scandinavia. *Journal of Vegetation Science* 13(5), p. 743-748.

Ertl, P, et al. 2015. The net contribution of dairy production to human food supply: The case of Austrian farms. *Agric. Sys.* 137: 119-125, 2015.

EUROSTAT, 2016. Available at:

http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?lang=en&dataset=env_air_gge

FAO, Food and Agriculture Organisation of the United Nations. 2010. Biodiversity and sustainable diets united against hunger. *Sustainable Diets and BioDiversity: Directions and Solutions for Policy, Research and Action*. Proceedings of the International Scientific Symposium, Rome, Italy. November 2010.

FAO. 2017. The future of food and agriculture - Trends and challenges. Available at: <http://www.fao.org/3/a-i6583e.pdf>.

FAO, 2018. Sustainable food systems. Concept and framework. Available at: <http://www.fao.org/3/ca2079en/CA2079EN.pdf>

FAO, 2019. The State of the World's Biodiversity for Food and Agriculture, J. Bélanger & D. Pilling (eds.). FAO Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture Assessments. Rome. 572 pp. (<http://www.fao.org/3/CA3129EN/CA3129EN.pdf>). Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

Fantke, P. & O. Jolliet, 2016. Life cycle human health impacts of 875 pesticides. *Int J Life Cycle assess* 21:722-733

Fjellstad, W., Norderhaug, A. & Ødegaard, F. 2010. Agricultural habitats. In: Environmental conditions and impacts for Red List species. (J.A. Kålås, S. Henriksen, S. Skjelseth & Å. Viken, Eds). Trondheim, Norway: Norwegian Biodiversity Information Centre.

FN, 2018. UN Emission Gap Report 2018. IPCC Side Event, COP 24, 5 December 2018. <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/12/UNEP-1.pdf>

Garnett, T., 2009. Livestock-related greenhouse gas emissions: impacts and options for policy makers. *Env Sci & Pol* 12:491-503

Garnett, T. 2013. Food Sustainability: problems, perspectives and solutions. *Proceedings of the Nutrition Society*. 72: 29-39, 2013.

Garnett, T., m. fl., 2017. *Grazed and confused*. Food Climate Research Network, Oxford Martin Programme on the Future of Food Environmental Change Institute, University of Oxford. Rapport, 127 s.

Gerber, P.J., et al. 2013. *Tackling climate change through livestock: a global assessment of emissions and mitigation opportunities*. 2013, FAO, Rome.

Gerber, P.J., et al. 2015. Environmental impacts of beef production: review of challenges and perspectives for durability. *Meat Sci*. 2015, 109: 2-12.

Hendrie, G.A, et al. 2016. Overconsumption of Energy and Excessive Discretionary Food Intake Inflates Dietary Greenhouse Gas Emissions in Australia. *Nutrients*. 8, 690, 2016.

IPCC. 2018. Summary for Policymakers. *Global Warming of 1.5 0C*. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5 0C above pre-industrial levels. World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland, 2018.

IPCC, 2014. Summary for Policymakers. Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 2014.

Jones, AD., et al. 2016. A Systematic Review of the Measurement of Sustainable Diets. *Adv Nutr* 7: 641-664. 2016.r

Kadandale, S., Marten, R. and Smith, R. 2019. The palm oil industry and noncommunicable diseases. *Bull World Health Organ* 97:118-128. 2019.

Karlsson, J., Rööf, E., m.fl., 2017. Future Nordic Diets. Exploring ways for sustainably feeding the Nordics. Rapport, 95 s. ISBN 978-92-893-5256-7

Landbruksdirektoratet, 2018. <https://www.landbruksdirektoratet.no/no/produksjon-og-marked/korn-og-kraftfor/marked-og-pris/rekordlaage-kornavlingar-gir-stort-behov-for-aa-importere>. Accessed 20.02.19. In Norwegian.

Lundsgaard, A-M., et al, 2019. Mechanisms Preserving Insulin Action during High Dietary Fat Intake. *Cell Metabolism* 29: 50-63

McNeill, S. & M.E. Van Elswyk, 2012. Red meat in global nutrition. *Meat Sci.* 92:166-173

Margni, M., D. Rossier, P. Crettaz & O Jolliet, 2002. Life cycle impact assessment of pesticides on human health and ecosystems. *Agric Ecosys Environ* 93: 379-392

Meyer, R., B.R.Cullen & R.J. Eckard, 2016. Modelling the influence of soil carbon on net greenhouse gas emissions from grazed pastures. *Animal Prod. Sci.* 56: 585-593

Ministry of Agriculture and Food, 2017. Meld. St. 11. 2016-2017. White paper. Endring og utvikling. En fremtidsrettet jordbruksproduksjon. 162 pp. In Norwegian.

Mottet, A., et al. 2017. Livestock: On our plates or eating at our table? new analysis of the feed/food debate. *Global Food security.* 14: 1-8, 2017.

Nasjonalt råd for ernæring, 2017. Bærekraftig kosthold – vurdering av de norske kostrådene i et bærekraftperspektiv. Utgitt 11/2017. IS-2678. Available at: <https://helsedirektoratet.no/publikasjoner/berekraftig-kosthold-vurdering-av-de-norske-kostradene-i-et-berekraftperspektiv>. In Norwegian.

NFK, 2018. Beredskapen bør styrkes. <https://www.fk.no/nyheter-fra-norske-felleskjoep/beredskapen-boer-styrkes>.

- Norwegian Agriculture Agency, 2017. <https://www.landbruksdirektoratet.no/no/statistikk/beite>. Accessed 15.03.19. In Norwegian.
- Norwegian Health Authority, 2019. Helsedirektoratets offisielle kostholdsråd. Available at: <https://helsedirektoratet.no/folkehelse/kosthold-og-ertering/kostrad-fra-helsedirektoratet>. In Norwegian. Accessed 01.04.19
- Norwegian Health Authority and Norwegian Food Safety Authority, 2019. Kostholdsplanleggeren. Available at: <https://www.kostholdsplanleggeren.no/>. In Norwegian. Accessed 01.04.19
- Poore, J. & Nemecek, T., 2018. Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. *Science* 360:987-992
- Porter, J.R., L. Xie, A.J. Challinor, K. Cochrane, S.M. Howden, M.M. Iqbal, D.B. Lobell, and M.I. Travasso, 2014: Food security and food production systems. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 485-533.
- Quéré, Le. et al., 2018. Global Carbon Budget. *Earth System Science Data*. 10: 2141-2194
- Rekdal, Y, 2014. Utmarksbeiteressurser i Norge. Ch. 4.3. Report 6, Agri Analyse et al. 95 s.
- Ridoutt, B, Hendrie, G.A and Noakes, M., 2017a. Dietary Strategies to Reduce Environmental Impact: A Critical Review of the Evidence Base. *Adv Nutr*. 8:933-946, 2017.
- Ridoutt, B., Noakes, M. and Hendrie, G.A., 2017b. Dietary strategies to reduce environmental impact must be nutritionally complete. Letter to the Editor. *J. Clean. Prod.* 152; 26-27, 2017.
- Rockström, J. et al., 2009. Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity. *Ecol Soc*: 2009; 14: 32.
- Rost, S., et al., 2008. Agricultural green and blue water consumption and its influence on the global water system. *Water Res. Research*, 44:W09405

- Röös, E., et al., 2015. Evaluating the sustainability of diets-combining environmental and nutritional aspects. *Env Sci & Pol* 47:157-166
- Röös, E., et al., 2018. The role of dairy and plant based dairy alternatives in sustainable diets. *SLU Future Food Reports 3*. Swedish University of Agricultural Sciences. ISBN:978-91-576-9604-5
- Rydsaa, J.H., F. Stordal, A. Bryn & L.M. Tallaksen, 2017. Effects of shrub and tree cover increase on the near-surface atmosphere in northern Fennoscandia. *Biogeosciences*, 14:4209-4227
- Smil, V., 2014. Eating meat: Constants and changes. *Global Food Security* 3:67-71
- Smit, H.J. et al, 2008. Spatial distribution of grassland productivity and land use in Europe. *Agric. Syst.* 98:208-219
- Smith, P., et al. 2014. Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU). 2014, In: *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Springmann, M. et al., 2016. Global and regional health effects of future food production under climate change: a modelling study. *Lancet* 2016: 387: 1937-46.
- Springmann, M. et al., 2018. Options for keeping the food system within environmental limits. *Springer Nature*, Vol 562: s 519-542. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0594-0>
- Statistics Norway, 2019. <https://www.ssb.no/statbank/table/05982/>. Accessed 20.03.19. In Norwegian.
- Sørensen M.V. et al., 2018. Draining the Pool? Carbon Storage and Fluxes in Three Alpine Plant Communities. *Ecosystems* 21(2), p. 316-330.
- The Lancet Commission. 2019. The Global Syndemic of Obesity, Undernutrition and Climate Change. A Policy Brief. The Lancet. 2019, Full report available at: <https://www.thelancet.com/commissions/global-syndemic>.
- Tigchelaar, M., D.S. Battisti, R.L.Naylor & D.K. Ray, 2018. Future warming increases probability of globally synchronized maize production shocks. *PNAS*, 115, no.26: 6644-6649

Tubiello, F.N., et al. 2014. Agriculture, Forestry and Other Land Use Emissions by Sources and Removals by Sinks. ESS Working paper No.2. 2014, FAO, Rome.

United Nations. Transforming our world: the 2030 agenda for sustainable development. Vol. Cited 2019 March 20, Available from: <https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld>.

USDA, 2019. <https://www.indexmundi.com/agriculture/>

Willett et al., 2019. Food in the Anthropocene: the EAT-Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. Lancet 393:447-492

Åby, B.A., J. Kantanen, L. Aass & T. Meuwissen, 2014. Current status of livestock production in the Nordic countries and future challenges with a changing climate and human population growth. Acta Agric. Scand. Sec. A.

DEL 4:

Gjennomgang av EAT-Lancet rapporten

Av: Laila Aass

Innholdsfortegnelse

4.1 Executive Summary	65
4.1.1 Bakgrunn.....	65
4.1.2 Rapportens faglige grunnlag for gjennomføring av «The Great Food Transformation»	65
4.1.3 Politiske målsettinger og virkemidler for gjennomføring av «The Great Food Transformation»	67
4.1.4 Forfatterens kommentarer til kapitlet.....	69
4.2 Introduction.....	73
4.2.1 Food, planet and health (side 449)	73
4.2.2 Integrated agenda for food systems (side 450)	74
4.2.3 Safe operating space for food systems (side 451).....	75
4.2.4 Scope and limitations (omfang og begrensninger; side 452)	77
4.2.5 Treatment of uncertainty	78
4.2.6 Forfatterens kommentarer til kapitlet.....	79
4.3 Healthy diets (Section 1).....	84
4.3.1 What is a healthy diet?.....	84
4.3.2 Uncertainty in estimates of a healthy diet	85
4.3.3 Status and knowledge (side 454)	86
4.3.4 Dietary components (side 454)	86
4.3.5 Special considerations (side 459).....	86
4.3.6 Summary of evidence describing healthy diets (side 459).....	86
4.3.7 Analyses of total diets: nutrient adequacy and mortality	87
4.3.8 Forfatterens kommentarer til kapitlet.....	89
4.4 Sustainable food production (Section 2).....	94
4.4.1 Earth system perspective on sustainable food production (side 460)	94
4.4.2 Uncertainty in estimates of sustainable food production (side 462)	96
4.4.2.1 Climate change (side 462).....	96
4.4.2.2 Freshwater use (side 464)	98
4.4.2.3 Nitrogen and phosphorus flow (side 465).....	99
4.4.2.4 Biodiversity loss (side 467).....	101
4.4.2.5 Land-system change (side 468).....	102
4.4.3 Forfatterens kommentarer til kapitlet.....	104
4.5 Achieving healthy diets from sustainable food systems (Section 3).....	110
4.5.1 Introduction (side 470).....	110
4.5.2 Environmental effects of foods (side 470).....	110

4.5.3 Environmental effects of overall dietary patterns (side 470)	111
4.5.4 Scenarios for achieving healthy diets from sustainable food systems	112
4.5.5 Forfatterens kommentarer til kapitlet.....	120
4.6 Framework for a Great Food Transformation (Section 4)	128
4.7 Oppsummering av EAT-Lancet rapporten (Section 1 – Section 3)	129
VEDLEGG: Konsekvenser av EAT-scenarier for norsk matproduksjon	133

4.1 Executive Summary

*Dette er et overordnet sammendrag; EAT-Lancet rapporten side 447-449. Dette kapitlet er en oversettelse av Executive Summary bortsett fra inndelingen i kapitler og uthevelser i **bold** som er gjort av forfatter av denne rapporten (som også har lagt inn egne kommentarer i parentes/kursiv enkelte steder).*

4.1.1 Bakgrunn

Innledningsvis påpekes det at de globale matsystemene har potensial til å bidra både til human helse og til miljømessig bærekraft, men at de nå utgjør en trussel mot både helse og miljø. Dette forklares med de store globale forskjellene som består i at mer enn 820 mill. mennesker lider av underernæring, samtidig som atskillig flere spiser lav-kvalitets mat som gir mangel på mikronæringsstoffer og samtidig bidrar til kostholdsrelaterte lidelser som hjerte/kar sykdommer, slag og diabetes. Det påpekes at dette utgjør en større trussel mot folks helse og dødelighet enn usikker sex, alkohol, narkotika og tobakk samlet (*blir nærmere omtalt i Kap. 4.2*). Derfor; ettersom mange miljømessige tålegrenser er overskredet som følge av global matproduksjon, **er det påtrengende nødvendig med en rask global endring av matsystemet** (*«a global transformation of the food system is urgently needed»*).

Rapporten er utformet av 19 medlemmer i «The Commission» (*heretter kalt Kommissjonen*), samt 18 medforfattere fra 16 land som ifølge forfatterne dekker human helse, landbruk, politikk og miljø/bærekraft. Sammen har disse frambrakt globale, vitenskapsbaserte mål for hva som er et sunt (helsefremmende) kosthold fra en bærekraftig matproduksjon. De definerer en «sikker miljømessig ramme» for matproduksjon som bidrar til å identifisere hvilke(t) kosthold som sikrer at man oppfyller FNs bærekraftsmål (SDGs) og Paris-avtalen.

4.1.2 Rapportens faglige grunnlag for gjennomføring av «The Great Food Transformation»

Kommissjonen kvantifiserer og foreslår en universell helsebringende referanse-diett, «The Reference Diet» (*heretter kalt Referansedietten*). Denne benyttes som basis for å estimere de helsemessige- og miljømessige endringene ved å innføre denne som erstatning for de ulike nåværende (vanlige) kosthold globalt, hvorav mange inneholder mengder av helseskadelig mat. Referansedietten er basert på en omfattende litteraturgjennomgang av mat, kostholdmønster og helseeffekter. Referansedietten består i hovedsak av grønnsaker, frukt, fullkorn, belgvekster, nøtter og umetta oljer, et lavt til moderat inntak av sjømat og fjørfe, og utelukker eller

inkluderer kun et svært lavt inntak av rødt kjøtt, prosessert kjøtt, tilsatt sukker, hvitt mel og stivelsesrike grønnsaker. Det globale gjennomsnittsinntaket av sunne matvarer er betraktelig lavere enn i Referansedietten, mens overforbruk av usunne matvarer er økende. Gjennom ulike tilnærminger er det påvist (*i denne rapporten*), med høy grad av sikkerhet, at en global endring mot Referansediettens sammensetning vil bidra til betydelige helsefordeler, inkludert en stor reduksjon i total dødelighet.

Gjennom å integrere, med kvantifisering av helsebringende dietter, globale vitenskapsbaserte mål for bærekraftige matsystemer, vil Kommisjonen bidra til å fastsette vitenskapelig baserte globale tålegrenser for matproduksjon som reduserer de skadelige miljøeffektene som følge av produksjonen. Rapporten setter opp vitenskapelige mål for sikre miljømessige rammer (*tålegrenser-planetary boundaries*) for seks nøkkelområder for globale «system-prosesser».

De skriver videre at **sterke bevis indikerer («Strong evidence indicates») at matproduksjon er blant de største driverne til globale miljøendringer gjennom klimaendringer (økt temperaturstigning), tap av biodiversitet, vannforbruk, miljøeffekter av Nitrogen og Fosfor (heretter kalt hhv. N og P) kretsløpet og arealbruksendringer (og kjemisk forurensning, som ikke er vurdert av denne kommisjonen).** (*NB! Merk innholdet i denne siste parenteser*).

Kommisjonen konkluderer med at kvantitative, vitenskapelig baserte mål utgjør universelle og skalerbare rammer for planetens matsystem. Imidlertid medgir Kommisjonen at konfidensintervallet er bredt, dvs. at usikkerheten om rammene er stor på grunn av den store kompleksiteten i Klodens dynamiske systemer.

Kosthold er uløselig knyttet til miljø og bærekraft. De vitenskapelige målene for sunne dietter (*sunt kosthold*) og bærekraftige matsystemer er (*i denne rapporten*) integrert i et felles rammeverk innen sikre miljømessige tålegrenser for matproduksjon («the safe operating space for food systems»), slik at «vinn-vinn» dietter (= sunne og bærekraftige) kan identifiseres. **Kommisjonen mener dette rammeverket er universelt for alle matkulturer og produksjonssystemer i verden, med store muligheter for lokale tilpasninger.**

Ved å sette disse rammene inn i analyser for framskrivninger av endringene globalt ser det ut for at matsystemene kan bidra med helsestøtt kosthold (altså Referansedietten) til ca. 10

milliarder mennesker i 2050 og fortsatt holde seg innenfor sikre bærekraftige miljømessige rammer («safe operating space»). Imidlertid vil selv en liten økning i rødt kjøtt eller meieriprodukter gjøre dette målet vanskelig eller uopnåelig. Men innenfor de sikre rammene kan referansedietten tilpasses til matkulturer og mattradisjoner i alle regioner globalt.

4.1.3 Politiske målsettinger og virkemidler for gjennomføring av «The Great Food Transformation»

Kommisjonen konkluderer (side 448) at globale matsystemer kan bidra med «vinn-vinn» dietter til alle i 2050 og videre. Men for å oppnå dette må det gjøres raske tilpasninger, mange endringer og globalt samarbeid og forpliktelser av hittil ukjent omfang: intet mindre enn a «Great Food Transformation».

Transformasjonen må inkludere mange interessegrupper, fra hver enkelt forbruker til politiske beslutningstakere og alle aktører i verdikjedene for matproduksjon. Alle må arbeide mot samme felles globale mål som er sunne og bærekraftige dietter for alle.

Men så er det slik at menneskeheten aldri har hatt en målsetting om å endre det globale matsystemet i det omfang som Kommisjonen ser for seg: En slik målsetting er ukjent politisk territorium og problemene som tas opp i denne kommisjonen er ikke enkle å løse. Man kan trekke viktig lærdom fra andre eksempler på sosiale responser på globale endringer. For det første kan man ikke forvente at en enkelt aktør skal katalysere (*initiere/starte/igangsette*) system endringer. For det andre er økt vitenskapelig kunnskapsgrunnlag avgjørende. **For det**

However, humanity has never aimed to change the global food system on the scale envisioned in this Commission; this objective is uncharted policy territory and the problems outlined in this Commission are not easily fixed. Three lessons can be learned from other examples of societal responses to global changes. First, no single actor or breakthrough is likely to catalyze systems change. Second, science and evidence-gathering are essential for change. Third, a full range of policy levers, from soft to hard, will be needed. Together, these lessons guide the thinking that will be necessary to transform the global food system. In addition, we outline five specific and implementable strategies, which are supported by a strong evidence base. Our modelling and

tredje må det iverksettes en hel rekke politiske tiltak (direkte oversatt fra originaltekst «policy levers» = politiske brekkstenger») som spenner fra milde til harde tiltak. (Originaltekst på dette tredje momentet: «Third, a full range of policy levers, from soft to hard, will be needed») (Figur 1).

Figur 1: Utklipp fra originaltekst i rapporten.

Sammen viser disse tre «lærdommer» en guide til hvilken tenkning som blir nødvendig for å transformere det globale matsystemet. I tillegg fremsetter Kommisjonen fem konkrete og implementerbare strategier, som er støttet av et sterkt kunnskapsgrunnlag. Disse strategiene er (*direkte oversatt*):

(1) Søk internasjonal og nasjonal forpliktelse til å gjøre endringer mot «sunne» dietter. Kommisjonens forslag i rapporten kan bidra som guide for de nødvendige endringer, som består i et økt inntak av plantebasert mat og en betydelig reduksjon i forbruk av animalske matvarer.

(2) Re-orientere prioriteringer i jordbruket fra volumbasert produksjon til å produsere helsebringende mat. Produksjonen bør fokusere på et bredt spekter av næringsrik mat fra en produksjon som sikrer biodiversiteten heller enn økt volum av noen få vekster som for det meste er brukt som husdyrfôr.

(3) En bærekraftig intensivering av matproduksjonen for å øke utbyttet av høy-kvalitets mat. Nåværende globale matsystem er ikke bærekraftig og det er behov for en jordbruksrevolusjon basert på bærekraftig intensivering, drevet av bærekraft- og systeminnovasjon. En slik endring vil medføre reduksjon i «yield gaps» (*dvs. differansen mellom oppnådd og oppnåelig avling pr arealenhet*) på åkerland, radikalt økt effektivitet i bruk av kunstgjødsel og vann, resirkulering av fosfor, redistribusjon av nitrogen og fosfor forbruk globalt, implementere tiltak for å redusere klimagassutslipp, inkludert endringer i matplante- og fôr dyrking, og fremme biodiversiteten knyttet til jordbruksproduksjon.

(4) Sterk og samordnet styring av landarealer og havområder. Slik styring innebærer implementering av en 0-ekspansjonspolitik for nytt jordbruksland inn i naturlige økosystemer og artsrike skoger, politiske tiltak for å reetablere/gjenplante degraderte land- og skogområder, etablere internasjonale systemer for styring av arealbruk, og adoptere en «Half Earth» strategi for ivaretagelse av biodiversitet som sikrer en robust og produktiv matproduksjon. Sikring av havområder og bærekraftig fangst og forvaltning av fiskeressursene. Global akvakultur må ha en bærekraftig ekspansjon, med tanke på næringens effekter på både land- og hav-økosystemer.

(5) Minst en 50 % reduksjon i matkasting og svinn, i tråd med FNs bærekraftsmål. Dette er et essensielt tiltak for å holde det globale matsystemet innenfor klodens tålegrenser. Virkemidler er teknologi og politiske tiltak.

4.1.4 Forfatterens kommentarer til kapitlet

Ettersom dette er et sammendrag blir detaljene i temaene tatt opp i hvert enkelt av de kommende kapitlene og dermed ikke diskutert her. Sammendraget inneholder imidlertid en del formuleringer det er interessant å kommentere. Disse er uthevet i bold og gjengitt igjen her.

Det første spissformulerte utsagnet: Derfor er **«det påtrengende nødvendig med en rask global endring av matsystemet»:**

En viktig del av EAT-Lancet rapporten er presentasjonen av de globale tålegrensene for matproduksjon, eksemplifisert med 6 ulike «systemer» som det hevdes at er overskredet eller i ferd med å overskrides. Det er verdt å merke seg at det gjennom hele rapporten understrekes at betydningen av «raske endringer» av den globale matproduksjonen er stor. Det haster. En slags krisemaksimering. Bakgrunnen for dette er påstanden om at matproduksjonen er en av de viktigste årsakene til temperaturøkning og klimaendringer. Dette er ikke riktig, se under.

Lesere av EAT-Lancet rapporten med god kjennskap til agronomi bør holde dette opp mot de faktiske resultatene fra analysene som er gjennomført, usikkerhetene knyttet til fastsettelse av globale tålegrenser og alle de viktige faktorene og momentene (også agronomiske) som det har vært bekvemt å utelate fordi de kompliserer «det store bildet». For de samme leserne bør det være åpenbart at de enorme endringene som foreslås for praktisk matproduksjon ikke kan gjennomføres raskt, selv om de for Kommisjonen skulle være ønskelige. Det samme vil sikkert gjelde mange fagfolk innenfor temaer som internasjonal politikk, økonomi, forsvar etc. Det er derfor god grunn til å stille spørsmålstegn ved denne retorikken.

Rapportens faglige grunnlag for å hevde at Referansedietten er løsningen på de globale problemene er kort sagt at husdyrprodukter er svært negativt både for helse og miljø, mens frukt, grønnsaker, belgvekster og nøtter er utelukkende positivt for både helse og miljø. Dette gjentas ofte gjennom hele rapporten. Derfor hevder de også at **sterke bevis indikerer («Strong evidence indicates») at matproduksjon er blant de største driverne til globale miljøendringer.**

Dette er en særdeles tvilsom påstand som står i sterk kontrast til tall publisert både i IPCCs 5te hovedrapport Working group III, Kapitlet Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU) (Smith et al., 2014) og i den siste rapporten til «The Global Carbon Budget» fra oktober 2018 (Le Quéré et al., 2018). Fossil forbrenning av olje, gass og kull er og blir den største årsaken til global oppvarming. Dette dokumenteres i detalj i forbindelse med det aktuelle kapitlet senere i denne rapporten.

Om selve Referansedietten: **Kommisjonen mener dette rammeverket er universelt for alle matkulturer og produksjonssystemer i verden, med store muligheter for lokale tilpasninger.** Kommisjonen tar ikke hensyn til at denne dietten med tilhørende variasjonsmuligheter krever sterk økning i matvarer som ikke kan produseres hvor som helst på Kloden. Derfor vil en slik global omlegging av kostholdet kreve stor sentralisering av matproduksjonen, særlig når det gjelder matvaregrupper som belgvekster og nøtter. For Norge (og en del andre land) er dette særlig synlig, med våre klare klimatiske og topografiske begrensninger når det gjelder matproduksjon.

Om gjennomføringen av «den store mattransformasjonen» (som hører til Section 4 side 476-485): **Transformasjonen må inkludere mange interessegrupper, fra hver enkelt forbruker til politiske beslutningstakere og alle aktører i verdikjedene for matproduksjon.**

De politiske målsettingene i EAT-Lancet rapporten har gått «under radaren» for mange, også i pressen, fordi fokuset i media har vært på innhold og mengder av mat i selve Referansedietten og hvorvidt det er mulig å gjennomføre et slikt kosthold i praksis. Denne delen av rapporten (Section 4; Framework for a Great Food Transformation») burde få atskillig mer oppmerksomhet. Dette fordi den i detalj foreslår dyptgripende tiltak for å få folk til å endre kosthold, basert på et helt sett med tiltak, som spenner fra kampanjer rettet mot barn/ungdom, media baserte tiltak og inkludert lobbyvirksomhet mot politikere og næringsliv/samfunnstopper. Slik sterk og målrettet virksomhet rettet mot alle deler av samfunnet, nasjonalt og globalt, skal endre oppfatninger og prioriteringer hos politiske beslutningstakere og ende opp med politiske vedtak som de fleste i vårt samfunn pr. nå, vil oppfatte som sterkt autoritære. Det foreslås helt åpent tiltak fra «milde til harde» for å få befolkningen til å endre kosthold, som også inkluderer lovverket. Slike virkemidler vil for de fleste som lever i fungerende demokratiske land oppfattes som autoritære og helt uakseptable.

For det tredje må det iverksettes en hel rekke politiske tiltak (direkte oversatt fra originaltekst «policy levers» = politiske brekkstenger») som spenner fra milde til harde tiltak.

Folkehelseinstituttet (FHI) og EAT har inngått et formelt samarbeid som nå omfatter et prosjekt, «Matdugnaden». Opprinnelig her prosjektet «Kostholdsfloken», bevilget gjennom offentlige midler fra Direktoratet for forvaltning og IKT (som hører inn under Kommunal og moderniseringsdepartementet) med varighet 1 år og en ramme på 2 mill., med opsjon på ytterligere 2 mill. Prosjektet ble lyst ut med søknadsfrist i februar 2019. Oppdraget ble tildelt et konsulentfirma, Comte Bureau AS, og prosjektavtalen inngått 09.04.19. Viktige dokumenter i beskrivelsen av oppdraget relatert til EAT-Lancet rapporten er:

(1) PDF-dokumentet (en PP-presentasjon): **FHI_EAT_til Dialogmøtet 12 desember**

(2) Word dokumentet: **Bilag til avtale om oppdrag Kostholdsfloken**

Dokument (2) er en detaljert beskrivelse av hva FHI ønsker å gjennomføre av endringer i det norske samfunnet, i samarbeid med EAT. Koblingen mot strategiene i EAT-Lancet rapporten er tydelig. Begge dokumenter kan lastes ned fra <https://www.mercell.com/nb-no/anbud/97706941/prekvalifisering--kostholdsfloken-kosthold-for-sunn-og-baerekraftig-folkehelse-anbud.aspx>

Dokumentene bekrefter at Folkehelseinstituttet uten videre diskusjoner har definert kostholdet som foreslås i EAT-Lancet rapporten som det eneste riktige for den norske befolkningen, uten å involvere andre viktige aktører i det norske samfunnet som har roller i norsk matproduksjon, inkludert Helsedirektoratet og flere departementer (helse, landbruk, næring/fiskeri, klima/miljø, finans).

I dokument (1) står det bl.a. at «**mat er verdens største miljøproblem**». I Kap. 1.2 i dokument (2) står det at prosjektet Kostholdsfloken skal «**utforske hvordan et land som Norge kan få den gjennomsnittlige innbygger til å endre kostholdet fra å være kilde til de store helse- og miljøproblemene, til å gjøre riktig kosthold til en del av løsningen**».

Det er grunnlag for å stille spørsmålene:

Hvem har definert at den gjennomsnittlige innbygger i Norge har et kosthold som er «kilde til de store helse- og miljøproblemene?» Hvilken faglig begrunnelse støtter man seg på? Og hvor

observeres de store miljøproblemene ved norsk kosthold? Er Helsedirektoratets offentlige kostholdsråd miljø-problematiske? Hva er «riktig kosthold»? Og hvem definerer hva som er «riktig kosthold»? EAT-Lancet kommisjonen?

I Kap. 2.1 i dokument (2) står det følgende under «Miljø- og klimaavtrykk»: **«Mat er driver av vårt tids største klima- og miljøutfordringer. Globalt slipper matsektoren ut mest klimagasser, står for mest hogst av regnskog og fører til størst tap av biologisk mangfold»**. Det er bemerkelsesverdig at en offentlig institusjon som FHI kan sette sin signatur under så tendensiøse, unyanserte og direkte feilaktige utsagn.

Under «EAT-Lancet-rapporten», samme kapittel: **«påpeker viktigheten av å vesentlig redusere konsumet av animalsk protein for egen helse og eget klima- og miljøavtrykk. Dette kan virke dramatisk og vil av mange oppfattes som negativt for norske fiskeri- og landbruksinteresser. Samtidig er rapporten veldig tydelig på at verdiene er et rammeverk, og det er lagt inn slingringsmonn...»**. Det oppfordres til å lese kommentarene (til forfatteren av denne rapporten) i slutten av hvert kapittel som grunnlag for å vurdere om det er relevant å trekke disse konklusjonene basert på den vitenskapelige dokumentasjonen i EAT-Lancet rapporten.

Generelt inneholder dokumentet **Bilag til avtale om oppdrag Kostholdsfloken (2)** mye informasjon om de felles strategiene FHI og EAT har for det norske samfunnet, som er sterkt sammenfallende med det som foreslås i EAT-Lancet rapporten omtalt over. Se hele Kap. 2 og også spesielt Kap. 3.2 i (2).

Oppsummert om Section 4 « Framework for a Great Food Transformation» i EAT-Lancet rapporten: Det har dessverre ikke vært tid innenfor dette oppdraget til å gå i dybden på dette kapitlet. Section 4 er en lang og omfattende del av rapporten som i detalj omhandler strategier og verktøy for å endre befolkningens kosthold i den retning EAT-Kommisjonen ønsker. I Tabell 7 side 484 i rapporten skisserer de «nye institusjoner» som skal følge opp «The Great Food Transformation», bl.a. med «A standing Panel of Experts on healthy diets from sustainable food systems». Hvem er tiltenkt å besette dette panelet? Alle aktører i norsk matproduksjon, inkludert forvaltning og politiske beslutningstakere, bør sette seg grundig inn i dette kapitlet.

4.2 Introduction

*Dette kapitlet er en komprimert oversettelse av «Introduction», bortsett fra inndelingen i kapitler og uthevelser i **bold** som er gjort av forfatter av denne rapporten (som også har lagt inn egne kommentarer i parentes/kursiv enkelte steder. Referanser henviser til Eat-Lancet rapportens referanseliste, se denne for detaljer).*

4.2.1 Food, planet and health (side 449)

De siste 50 år har global matproduksjon og kostholdsmønster vært i sterk endring. Økte avlinger og forbedrede produksjonsmetoder har bidratt til reduksjon i sult og økt levealder, lavere barnedødelighet og redusert fattigdom. Men, disse helsefordelene blir nå motarbeidet av globale endringer i retning helseskadelig, kaloririkt kosthold, høy-prosessert mat og mat fra animalske kilder. Dette er trender drevet av rask urbanisering, økte inntekter og manglende tilgang på næringsrik mat (ref. 3,4). Endringene har bidratt til utvikling i overvekt og kostholdsrelaterte sykdommer» som hjerte/karsykdommer, kreft og diabetes, og i tillegg miljømessige skadevirkninger (ref. 5,6). Mat i «The Anthropocene» er en av de største utfordringene for helse og miljø i det 21 århundre.

Til tross for felles internasjonale tiltak, lider fortsatt mange mennesker av underernæring og sult (820 mill. mennesker; ref. 7) parallelt med overvektproblematikken omtalt over. Både barnedødelighet og underernærte barn (hhv. 51 og 151 millioner; ref. 8), mangel på mikronæringsstoffer (2 milliarder; ref. 9) og overvekt (anslag 2.1 milliarder mennesker; ref. 10) og diabetes (doblet siste 30 år; ref.11, 12) er alvorlige globale helseproblemer.

Usunt kosthold utgjør en større trussel mot folks helse og dødelighet enn usikker sex, alkohol, narkotika og tobakk samlet (ref. 4). Matproduksjonen er den største årsaken til globale miljøendringer (**ingen ref.**) Jordbruk beslaglegger («occupies») 40 % av klodens landareal (ref. 13), opptil 30 % av klimagassutslipp (GHG) (ref. 14), og 70 % av ferskvannsressursene (ref. 2, 15). Omlegging av naturlige økosystemer til åkerland er den største årsaken til at arter er truet av utryddelse (ref. 16). Overforbruk av Nitrogen og Fosfor (heretter kalt N og P) er årsak til eutrofiering og døde områder i innsjøer og kystområder (ref. 17). Når det gjelder matproduksjon fra havet er ca. 60 % av verdens fiskeressurser helt utfisket («fully fished»), mer enn 30 % er overfisket, og fangst fra marine fiskerier har gått ned siden 1996 (ref. 18). I tillegg kan den raskt voksende akvakulturnæringen ha negative effekter på kystområder, ferskvann og landområder som er direkte koblet mot næringen eller

fôrproduksjon (ref. 19). Perspektivet at det skal skaffes mat til 10 milliarder mennesker som er sunn og bærekraftig, samtidig som det er et stadig økende belastninger på miljøet langt over klodens tålegrenser, innebærer at det haster med å endre matproduksjonen.

4.2.2 Integrated agenda for food systems (side 450)

Kosthold er et hoved bindeledd mellom helse og miljømessig bærekraft (ref. 5, 6). Det defineres tap-tap kosthold («*lose-lose diets*») kosthold som er usunne og ikke miljømessig bærekraftige (ref. 20). Denne type kosthold er ofte karakterisert som kaloririke, tilsatt sukker, mettet fett, prosessert mat og rødt kjøtt (*definisjon på rødt kjøtt mangler*). Miljøskader av «tap-tap» kostholdet kan i seg selv gi dårligere helse. Negative effekter er prematur død på grunn av luftforurensning fra brennende biomasse forårsaket av jordbruk og oppdyrking av nytt jordbruksland (ref. 21) samt redusert matsikkerhet som følge av reduserte avlinger på grunn av endrede klimatiske forhold (ref. 22), manglende næringsinnhold i noen vekster pga. økende CO₂ i atmosfæren (ref. 23) og problemer med underernæring som forsterkes av ekstreme værhendelser, som tørke (ref. 7).

Det globale matsystemet må transformeres for å redusere dets effekt på human helse og miljøets stabilitet. Man må begynne med å reversere nåværende trender. Men, disse endringene kan ikke oppnås uten av folk endrer sitt syn på hvordan de oppfatter og engasjerer seg i matsystemer. Denne endringen i tenkning må gjenkjenne floken mellom human helse og bærekraft, og integrere disse separate bekymringene («*concerns*») inn i en felles global agenda for å oppnå sunne dietter fra bærekraftige matsystemer. Oppmerksomheten rundt dette begynte på 80-tallet (ref. 26), mens konseptet om sunn og bærekraftig mat, som er fokuset til denne Kommisjonen, har vokst fram i seinere år.

To sentrale globale agendaer fokuserer på human helse og miljømessig bærekraft. Dette er FNs bærekraftsmål (SDGs) som er satt opp med hovedmål å få slutt på fattigdom, ivareta planeten, framgang for alle, samt å utrydde sult og feilernæring. Dette ambisiøse og omfattende internasjonale politiske rammeverket inkluderer helse og miljø-bærekraft i de fleste målene. Paris-avtalen har hovedfokus på klimaendringer, men påpeker også effektene av klimaendringer på human helse. Men, man oppnår ikke Paris-avtalens mål kun ved å gjøre det globale energisystemet fossilfritt. For å oppnå avtalens mål er det også nødvendig å endre matsystemer slik at de kan bidra til negative utslipp (dvs. fungere som C-bindere i stedet for å være en hovedkilde til CO₂-utslipp, samt å ivareta det karbon-bindende potensialet i naturlige

økosystemer. En revolusjonær endring i matsystemer for å sikre human helse og miljømessig bærekraft er essensielt for Paris-avtalen. Gitt den urimelige/uforholdsmessige («*disproportionate*») effekten av matsystemer på human helse og miljømessig bærekraft, gir disse globale agendaene (*altså FNs SDGs og Paris-avtalen*) en uovertruffen mulighet til å katalysere endringer i tenkning som er nødvendige for å transformere det globale matsystemet.

4.2.3 Safe operating space for food systems (side 451)

En integrert agenda (*som beskrevet over*) er ikke nok for å oppfylle FNs SDGs og Paris-avtalen. Klare, vitenskapsbaserte mål som definerer sunne dietter og bærekraftig matproduksjon er nødvendige for å rettlede politikere, industri og alle aktører i matsystemet. IPCC har satt vitenskapelig baserte rammer for klima basert på forhandlinger og politisk konsensus basert på den nyeste, oppdaterte forskningen. Noe tilsvarende mangler for det globale matsystemet. Denne mangelen på klare mål er en barriere for politiske beslutningstakere og industri som ser etter rettleiding for å oppnå sine mat-relaterte SDGs og forpliktelsene under Paris-avtalen.

Vi (*Kommisjonen*) foreslår et konsept for en integrert agenda for human helse og miljømessig bærekraft relatert til det globale matsystemet som har klare vitenskapelige mål. Dette gjøres ved å bruke konseptet «a safe operating space for food systems». Konseptet «planetariske tålegrenser for menneskerheten» (ref. 29) (*denne ref. er Rockström et al., 2009*) er definert som «det sikre området/de sikre grensene for human aktivitet med tanke på Klodens systemer og er assosiert med planetens biofysiske subsystemer eller prosesser». Disse grensene brukes i EAT-Lancet rapporten som en rettleiding for å foreslå et sikkert handlingsrom for matsystemer som somfatter human helse og miljømessig bærekraft. Dette handlingsrommet er definert med vitenskapelig baserte mål som setter en øvre og nedre spennvidde («range») for inntak av ulike matgrupper (f.eks. 100-300 gr/dag med frukt) for å sikre human helse (Tabell 1; Referansedietten) og planetens tålegrenser for matproduksjon slik at Klodens naturlige systemer holdes stabile. Grensene (rammeverket) omfatter seks (6) ulike systemer; Klimaendringer, N-kretsløpet, P-kretsløpet, vannforbruk, biodiversitet og arealbruk (Tabell 2; The Planetary Boundaries). Det er satt helt konkrete, tallfestede grenser for alle seks systemer. Disse grensene identifiserer det sikre handlingsrommet hvor matsystemer kan operere i fellesskap for å sikre at et bredt spekter av universelle helse- og bærekraftsmål blir oppnådd.

	Macronutrient intake (possible range), g/day	Caloric intake, kcal/day
Whole grains*		
Rice, wheat, corn, and other†	232 (total grains 0–60% of energy)	811
Tubers or starchy vegetables		
Potatoes and cassava	50 (0–100)	39
Vegetables		
All vegetables	300 (200–600)	–
Dark green vegetables	100	23
Red and orange vegetables	100	30
Other vegetables	100	25
Fruits		
All fruit	200 (100–300)	126
Dairy foods		
Whole milk or derivative equivalents (eg, cheese)	250 (0–500)	153
Protein sources‡		
Beef and lamb	7 (0–14)	15
Pork	7 (0–14)	15
Chicken and other poultry	29 (0–58)	62
Eggs	13 (0–25)	19
Fish§	28 (0–100)	40
Legumes		
Dry beans, lentils, and peas*	50 (0–100)	172
Soy foods	25 (0–50)	112
Peanuts	25 (0–75)	142
Tree nuts	25	149
Added fats		
Palm oil	6.8 (0–6.8)	60
Unsaturated oils¶	40 (20–80)	354
Dairy fats (included in milk)	0	0
Lard or tallow	5 (0–5)	36
Added sugars		
All sweeteners	31 (0–31)	120

For an individual, an optimal energy intake to maintain a healthy weight will depend on body size and level of physical activity. Processing of foods such as partial hydrogenation of oils, refining of grains, and addition of salt and preservatives can substantially affect health but is not addressed in this table. *Wheat, rice, dry beans, and lentils are dry, raw. †Mix and amount of grains can vary to maintain isocaloric intake. ‡Beef and lamb are exchangeable with pork and vice versa. Chicken and other poultry is exchangeable with eggs, fish, or plant protein sources. Legumes, peanuts, tree nuts, seeds, and soy are interchangeable. §Seafood consist of fish and shellfish (eg, mussels and shrimps) and originate from both capture and from farming. Although seafood is a highly diverse group that contains both animals and plants, the focus of this report is solely on animals. ¶Unsaturated oils are 20% each of olive, soybean, rapeseed, sunflower, and peanut oil. ||Some lard or tallow are optional in instances when pigs or cattle are consumed.

Table 1: Healthy reference diet, with possible ranges, for an intake of 2500 kcal/day

Tabell 1 i EAT-Lancet rapporten (side 451), her delt i to av plasshensyn.

	Control variable	Boundary (uncertainty range)
Climate change	Greenhouse-gas (CH ₄ and N ₂ O) emissions	5 Gt of carbon dioxide equivalent per year (4.7–5.4)
Nitrogen cycling	Nitrogen application	90 Tg of nitrogen per year (65–90; 90–130†)
Phosphorus cycling	Phosphorus application	8 Tg of phosphorus per year (6–12; 8–16†)
Freshwater use	Consumptive water use	2500 km ³ per year (1000–4000)
Biodiversity loss	Extinction rate	Ten extinctions per million species-years (1–80)
Land-system change	Cropland use	13 million km ² (11–15)

*Lower boundary range if improved production practices and redistribution are not adopted. †Upper boundary range if improved production practices and redistribution are adopted and 50% of applied phosphorus is recycled.

Table 2: Scientific targets for six key Earth system processes and the control variables used to quantify the boundaries

Tabell 2 i EAT-Lancet rapporten: «De planetariske tålegrensene for menneskeheten».

Tålegrensene som dette, som definerer et sikkert handlingsrom for matsystemer, er vanskelig å sette i komplekse systemer (*det menes at Kloden har mange andre naturlige (biologiske/fysiske) systemer i tillegg, som ikke har med de menneskeskaptede matsystemene å gjøre direkte*), og må foredles over tid. Klodens systemer og menneskelig biologi er komplekse og adaptive systemer, med interaksjoner og tilbakekoblinger. Alle vitenskapelige mål for tålegrensene for sunne dietter og bærekraftig matproduksjon er derfor preget av usikkerhet.

Med forbehold og et risiko-perspektiv, blir grensene i Tabell 2 satt ved en nedre grense tilsvarende den vitenskapelig baserte usikkerheten, og deretter settes et handlingsrom med høy sannsynlighet, som matsystemet kan operere innenfor (ref. 30). Rammene satt i Tabell 2 kan bli sett på som rettledning for beslutningstakere på hva som kan betraktes som akseptable nivåer av risiko for å fremme helse og en bærekraftig matproduksjon. Å operere utenfor disse

grensene (f.eks. høyt tap av biodiversitet eller matvaregruppe (for lite grønnsaker) øker risikoen for å skade klodens stabilitet eller folks helse. Når man ser dette samlet som en integrert helse og bærekraftighets-agenda, vil «vinn-vinn-dietter» (ref. 20) som faller innenfor handlingsrommet, bidra til å oppfylle de globale helse- og bærekraftsmålene.

4.2.4 Scope and limitations (omfang og begrensninger; side 452)

Å sette slike konkrete mål som presentert i Tabell 1 og Tabell 2 kan være vanskelig. Derfor fokuserer denne Kommisjonen på to endepunkter for det globale matsystemet; endelig matforbruk og endelig produksjon (bærekraftig matproduksjon). Kommisjonen bruker begrepet «matsystem» gjennom hele arbeidet, men erkjenner at matsystemet ikke bare er påvirket av forbruk og produksjon men inngår i et hele sammen med miljø, befolkning, innsatsfaktorer(input), prosesser, infrastruktur og institusjoner (ref. 31).

Sitat-direkte oversatt: *Ved å referere til «matsystem» gjennom hele rapporten er vår intensjon er å understreke at «The Great Food Transformation» bare kan oppnås ved at alle aktører i alle deler av matsystemet jobber sammen mot denne transformasjonen. Videre erkjenner vi at matsystemer også påvirker samfunn, kultur, økonomi og dyrevelferd. Men, gitt bredden og dybden i emnene som diskuteres i denne rapporten, er det mange viktige emner som ikke kunne bli diskutert. Disse, og andre emner bør vurderes for å oppnå sunne dietter fra bærekraftige matsystemer.*

Kommisjonen setter ikke opp juridiske grenser på vegne av land, sektorer eller industri, det har den heller ikke noe mandat til. Kommisjonen er et uavhengig vitenskapelig organ som bruker nyeste, oppdaterte, vitenskapsbaserte kunnskap til å evaluere matsystemet og sette globale vitenskapelige mål for sunne dietter og bærekraftig matproduksjon. Målene er et første forsøk på å gi rettleiding for å transformere matsystemet. I fravær av et internasjonalt organ som FNs klimapanel IPCC, dvs. et «matsystem-IPCC», er målet at vitenskapen skal fortsette å utvikle/raffinere definisjonene på human helse og bærekraftig matproduksjon, mens industri og politikere begynner å overføre disse definisjonene til gjennomføring av vitenskapsbaserte mål for ulike sektorer, regioner og land.

Rammeverket som er satt for planetens tålegrenser (Tabell 2) utvider definisjonen på bærekraftig matproduksjon ved å inkludere de globale effektene av matproduksjonens påvirkning på miljøet, der man kobler det lokale mot det globale. Men, dette rammeverket bidrar ikke med en plan for å oversette globale mål til nasjonale eller subnasjonale styringsorganer, industri eller andre lokale aktører. Denne tilnærmingen har til hensikt å

informere nasjonale, sektorvise og sosiopolitiske mål og prioriteringer, som framhever den globale miljømessige konteksten der hvor disse ulike aktivitetsområdene skal tilpasses. Denne tilnærmingen er et første skritt for å koble et planetarisk perspektiv med kontekst-spesifikke nivåer av tiltak (*stedvis teknisk/teoretisk tunge formuleringer i rapporten, som f.eks. her*).

Kommisjonen foreslår ingen enkle, globale løsninger på problemene. Å oppnå de fastsatte tålegrensene (Tabell 2) krever mange varierte løsninger og innovasjoner. Når det gjelder matproduksjon unngår vi å sammenlikne spesielle matsystemer (som f.eks. økologisk kontra konvensjonelt) fordi mange sammenlikninger eksisterer (ref. 32), og debatter rundt spesifikke produksjonssystemer og dietter kan bli altfor hevdvunnet og tilsløre diversiteten i sammenhenger og mulige løsninger. Vi gir rettleiding om sunne dietter, men bidrar med tilstrekkelig spennvidde som inkluderer mange globale diettmønstre (e.g vegetariske og pescatariske). Dette sikres ved at forslagene består av brede matvaregrupper og spennvidde for inntak som tillater ulike kostholdspreferanser. Garanterte løsninger eksisterer ikke, og kan heller ikke benyttes av «brukere» av denne rapporten for å adoptere et holistisk konsept for et sikkert handlingsrom for matsystemer som vil bli nødvendig.

Rapporten behandler ikke ulike scenarier for befolkningsvekst. Global befolkningsvekst er den store driveren for økt matvarebehov. Det er essensielt å redusere befolkningsveksten (*her nevnes diverse tiltak, se originalrapporten*) for å oppnå sunne og bærekraftige dietter for verdens befolkning. Kommisjonen har brukt «The Shared Socioeconomic Pathway 2» (SSP2) for en moderat populasjonsvekst (9,2 milliarder i 2050) og trender i rapporten. Rapporten bruker året 2050 som «year-cutoff», men temaene som omhandles strekker seg lenger enn dette. Sunne dietter for flere enn 10 milliarder er neppe mulig å oppnå.

4.2.5 Treatment of uncertainty

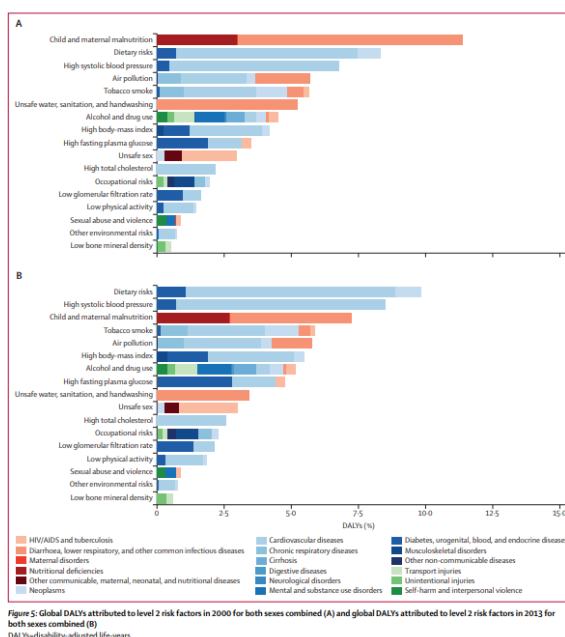
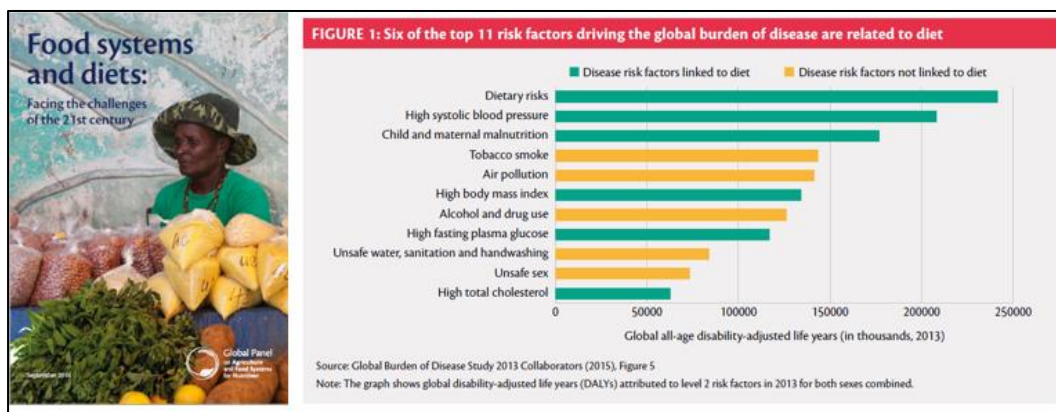
Det er få avgjørelser omkring kosthold, helse, og miljømessig bærekraft som kan bli tatt med basis i fullstendig sikkerhet fordi bevisene (*dvs: vitenskapelig dokumentasjon*) er ufullstendige, uperfekte og i kontinuerlig endring. Kommisjonen har forsøkt å basere estimer på den best tilgjengelige vitenskap, og vi erkjenner at usikkerhet eksisterer. Derfor, når det er mulig, erkjenner vi (*Kommisjonen*) denne usikkerheten og vår tiltro på validiteten på resultatene våre, og diskuterer dette kvantitativt med basis i type, kvantitet, kvalitet og konsistens på «bevisene». Vi har et høyt nivå av vitenskapelig sikkerhet når det gjelder den generelle retningen og

omfanget på sammenhengene, selv om betydelig usikkerhet eksisterer rundt detaljert tallfesting. Modellering og sensitivitetsanalyse kan benyttes for å undersøke konsekvenser av denne usikkerheten.

4.2.6 Forfatterens kommentarer til kapitlet

Ettersom dette er et introduksjonskapittel vil alle problemstillinger som nevnes her tas opp mer eller mindre i detalj i de følgende kapitlene. I noen tilfeller henviser jeg derfor til diskusjonen i etterfølgende kapitler.

Den første påstanden om at kostholdet «**utgjør en større trussel mot folks helse og dødelighet enn usikker sex, alkohol, narkotika og tobakk samlet**» er en kommentar knyttet til en figur (Figur 1) i EAT-Lancet rapportens ref. nr. 4, rapporten «Food systems and diets». Denne (sistnevnte) rapporten er ikke en original kilde, fordi denne rapporten henviser til en annen figur (Figur 5) i en tredje publikasjon: Global Burden of Disease Study 2013 Collaborators (2015; GBD, The Lancet 386, 2287-2323).



Figurer, over: Referanse nr. 4 i EAT-Lancet rapporten, med tabellen det henvises til.

Til venstre: Den originale Figur 5 med et større detaljnivå. Analyse for år 2000 øverst, 2013 nederst (GBD 2013 Collaborators. The Lancet 386, 2287-2323; 2015).

Denne publikasjonen studerer ulike typer faktorer som påvirker helse basert på data fra 188 land fra perioden 1990-2013. Helse­risiko studeres helt ned på nasjonalt nivå (Norge er inkludert i studien). EAT-Lancet rapportens hovedfokus er å koble kjøttforbruk mot folkehelse (i tillegg til miljø), og det er lett å oppfatte utsagnet «**utgjør en større trussel mot folks helse og dødelighet enn usikker sex, alkohol, narkotika og tobakk samlet**» som om dette har med animalske matvarer å gjøre. En sammenlikning av den originale Figur 5 for 2013 med kopien øverst viser at denne ikke inneholder alle studerte faktorer. Videre er framstillingen ensidig fordi originalpublikasjonen (altså GBD 2013) demonstrerer store regionale forskjeller i hvilke faktorer som utgjør størst helse­risiko i befolkningene. I Sub-Saharan Africa (Figure 6; GBD, 2013) er de største helse­risiko knyttet til child and maternal malnutrition (16 %), unsafe sex (10 %), unsafe water, sanitation and handwashing (7,5 %), air pollution (5 %) and alcohol and drug use (3 %). Dette må derfor betraktes som tendensiøst at EAT-Lancet rapporten (i det uthevede sitatet) generaliserer slike spesielle regionale forhold i ikke-kostholdsrelaterte sykdommer i en sammenlikning med helse knyttet til globalt kosthold (Dietary Risks).

Ved å gå nærmere i detaljene knyttet til «Dietary Risks» (Tabell 3; GBD, The Lancet 386, 2287-2323) rangeres kosthold fra høyest til lavest risiko; (1) lite frukt, (2) for mye salt, (3) lite hele korn, (4) lite grønnsaker, (5) lite nøtter og frø, (6) lite omega-3 fettsyrer fra sjømat, (7) lite fiber, (8) mye prosessert kjøtt, (9) lite flerumettede fettsyrer, (10) mye transfettsyrer, (11) mye sukkerholdig drikke, (12) mye rødt kjøtt, (13) lite kalsium, (14) for lite melkeprodukter. Den samme tabellen viser at mens (1) og (2) hver bidro til ca. 3.4-3.7 millioner dødsfall globalt i 2013, bidro mye rødt kjøtt (12) til 0,1 millioner dødsfall. Den generelle argumentasjonen i EAT-Lancet rapporten rundt kjøtt og helse framstår derfor som bemerkelsesverdig. Se for øvrig mer omtale om resultater fra en nyere (2017), tilsvarende GBD-studie i Kap. 4.3.8.

EAT-Lancet kommisjonen omtaler selv sin rapport som strengt vitenskapelig, med 19 medlemmer og 18 medforfattere. Generelt er dette imidlertid ett av flere eksempler på lite vitenskapelig bruk av referanser. Når referansen er så nært knyttet opp mot hovedtemaet i rapporten, kosthold og helse, er det ikke vitenskapelig akseptabelt å bruke andre- og tredje­hånds kilder.

På side 449 gjentar Kommisjonen en oppsiktsvekkende påstand uten referanser: «**Matproduksjonen er den største årsaken til globale miljøendringer**». Dette er som sagt tidligere ikke i overensstemmelse med IPCCs 5te hovedrapport Working group III, Kap. 11: Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU) (Smith et al., 2014). Den største årsaken

til globale miljøendringer er ifølge IPCC rapporten befolkningsvekst og økonomisk vekst, som også er driverne til forbruk av fossil energi til industri og transport.

Det er derfor interessant at EAT-Lancet rapporten i stedet bruker en annen og eldre kilde (ref. 14, 2012) som hevder at utslippene fra jordbruket er 30 %. I overnevnte IPCC rapport (Kap. 11.2.2. side 822) står at jordbruket er ansvarlig for 10-12 % av de totale utslippene globalt. I den samme rapporten (Summary for Policy makers) oppgis de fossile utslippene fra fossil forbrenning og industrielle prosesser å utgjøre 65 % (32 Gt/år) av de totale utslippene i 2010. Den siste rapporten fra panelet «Global Carbon Budget» (Le Quéré et al., 2018; åpent tilgjengelig i tidsskriftet «Earth System Science data») viser at utslippene fra de globale fossile utslippene i 2017 hadde økt til 36 Gt/år, med prognose for 2018 på 37 Gt.

Videre kan man lese at jordbruk beslaglegger («occupies») 40 % av klodens landareal (ref. 13), forbruker 70 % av ferskvannsressursene (ref. 2), og er den største årsaken til tap av biodiversitet på grunn av omlegging av naturlige økosystemer til åkerland (ref. 16) (*ferskvannsressurser er seinere i EAT-Lancet rapporten definert som vann fra innsjøer, vassdrag og grunnvann, som utgjør 16 % av vannforbruket til global matproduksjon, 84 % er naturlig nedbør, se mer i Kap. 4.4.2.2*). Jordbruket framstilles altså utelukkende som negativt. Merk at dette umulig kan være spesifikt knyttet opp mot husdyr, men også all produksjon av matplanter. Underforstått kan det likevel oppfattes slik når man leser rapporten, fordi husdyrproduksjon hele tiden problematiseres, mens negative miljøeffekter av planteproduksjon underkommuniseres. Disse miljøfaktorene, samt miljøeffektene av mineralgjødsling på vassdrag, innsjøer og kystområder tas opp i mer detalj i kommentarene til et seinere kapittel (Kap. 4.4.3).

Fisk som næringsrik og viktig matressurs er lite hensyntatt eller diskutert i EAT-Lancet rapporten. Fisk som framtidig ressurs omtales av Kommisjonen i Panel 6 side 476, der man konkluderer med stor usikkerhet i forhold til framtidig omfang av fisk både fra havet og fra oppdrettsnæring som noen betydelig global matkilde i 2050. For øvrig er det kun sporadisk omtale av fisk som matressurs. I rapporten side 449 hevder de imidlertid at ca. 60 % av verdens fiskeressurser er helt utfisket («*fully fished*»), mer enn 30 % er overfisket, og at fangst fra marine fiskerier har gått ned siden 1996. I følge data fra FAO er dette ikke korrekt, fangsten fra havet har stagnert siden 1990 og deretter ligget på et stabilt nivå (SNL, 2019). Man har i dag, i regi av FN og FAO, et omfattende globalt rammeverk for fiskeriforvaltning. Dette har gitt åpenbare resultater i land med en moderne fiskeriforvaltning. Utfordringen er fortsatt

gjennomføring av dette globale regelverket på nasjonalt og regionalt nivå. Land som har gjennomført de internasjonale reglene og etablert forvaltningsregimer har vanligvis også fiskerier i god forfatning. Det er derfor ingen grunn til å uten videre akseptere at fisk fra havet er uaktuelt som matressurs i framtida.

Under kapitlet «Integrated agenda for food systems» kan man igjen lese om den store betydningen av å endre kostholdet for å redde miljøet, og at folk må engasjere seg i matsystemer for å utvikle sunne, bærekraftige dietter. Med bakgrunn i det som nettopp er diskutert om klimaendringenes hovedårsaker, er det underlig at engasjement i forhold til mat skal være det mest sentrale klimatiltaket for folk flest og over hele kloden. Dette tyder på at rapporten i første rekke retter seg mot kostholdsendringer i høy-inntektsland. En befolkning vil, i kombinasjon med økonomisk vekst ha et økende materielt forbruk og økt transport/reising i tillegg til mat. Mens inntak av mat for de fleste vil begrense seg selv, vil økning i andre typer forbruk ha større elasticitet og dermed være minst like viktig å fokusere på. Forskere ved hhv. NTNU og Cicero (Hertwich & Peters, 2009) viste i sin artikkel «Carbon Footprint of Nations: A Global Trade-Linked Analysis» at karbonfotavtrykk pr. person fra forbruk av mat viste svakere sammenheng med økonomisk velstand enn det personlige fotavtrykket fra reiser, klær og industriprodukter (materielt forbruk) osv., som økte lineært med økonomisk velstand.

Rapporten «Measuring Fashion» (Quantis, 2018), analyserte, på oppdrag fra sentrale internasjonale aktører global klimabelastning fra tekstil- og skotøyindustrien. USA, med sitt høyeste forbruk av tekstilfibre (37.6 kg/person) gir et klimafotavtrykk på 1450 kg CO₂-ekv pr. person per år, mens tilsvarende i Europa er 31.2 kg tekstilfibre og 1210 kg CO₂-ekv pr person iflg. rapporten. Med forutsetning om at Norge har et liknende forbruk som i øvrige Europa (det kan være høyere), betyr det at utslippene fra klær/skotøy (dvs. klimafotavtrykket) fra hver enkelt person er høyere enn utslippene fra forbruket pr. person av all husdyr- og planteproduksjon samlet fra norsk jordbruk. Det ble beregnet at tekstil- og fottøyindustrien samlet stod for 8.1 % av de totale globale utslippene, 3.99 Gt CO₂-ekv. pr år (til sammenlikning global matproduksjon: 10-12 % av totale utslipp, se Kap. 4.2.6).

Det er derfor grunn til å stille spørsmåltegn ved hvorfor Kommisjonen ikke engang nevner verken fossile utslipp eller materielt forbruk som andre viktige og betydningsfulle drivere for klima og miljøødeleggelser. I stedet forsterker de altså argumentasjonen om endringer av globalt kosthold som den viktigste forutsetningen for i det hele tatt å kunne oppfylle Paris-

avtalen og FNs bærekraftsmål. «**En revolusjonær endring i matsystemer for å sikre human helse og miljømessig bærekraft er essensielt for Paris-avtalen**».

De planetariske tålegrensene er kun overfladisk omtalt i Kap. 4.2 i EAT-Lancet rapporten, og vil derfor bli diskutert nærmere i Kap. 4.4.

I kapitlene 4.2.4. Scope and limitations (*Omfang og begrensninger*) og 4.2.5. Treatment of uncertainty (side 453) legger Kommisjonen fram sine forbehold og begrensninger til egne analyser og resultater. Sitatet (fra side 452)

«Videre erkjenner vi at matsystemer også påvirker samfunn, kultur, økonomi og dyrevelferd. Men, gitt bredden og dybden i emnene som diskuteres i denne rapporten, er det mange viktige emner som ikke kunne bli diskutert. Disse, og andre emner bør vurderes for å oppnå sunne dietter fra bærekraftige matsystemer»

inneholder nettopp en del av betenkelighetene flere aktører har framsatt i forhold til EAT-Lancet rapporten. Disse forbeholdene står i sterk kontrast til den resolute ordlyden i andre deler av rapporten når matsystemets rolle i det globale bildet omtales, samt i presentasjonene som ble holdt under lanseringene av EAT-rapporten rundt om i verden.

EAT-Lancet rapporten som avhengig forskning:

Kommisjonen hevder at de er et **uavhengig** vitenskapelig organ som bruker nyeste oppdaterte vitenskapsbaserte kunnskap til å evaluere matsystemet og sette globale vitenskapelige mål for sunne dietter og bærekraftig matproduksjon. Kommisjonen kan med all rimelighet ikke sies å være fullstendig uavhengig når alle forfattere i rapporten ble lønnet av EAT og «The Wellcome Trust» (rapporten side 485). Videre her står også at EAT takkes for kontinuerlig støtte under skrivingen av manuskriptet. Settes dette i sammenheng med ordlyd i samarbeidsdokumentet mellom FHI og EAT (Bilag til avtale om oppdrag Kostholdsfløken) Kap 2.4: «Styringsgruppen er ansvarlig for å påse at leveransene (*i prosjektet*) passer inn i FHIs og EATs langsiktige strategier» er det grunnlag for å stille spørsmål ved om EAT har en klar strategi på å overstyre forskning som utføres på oppdrag fra organisasjonen.

For øvrig består Kommisjonens forbehold også i å unngå tematikk som kompliserer det relativt enkle bildet de har skapt av årsakene til de globale miljøproblemene. Dette gjelder f.eks. når bruk av plantevernmidler ikke er inkludert i rapporten, til tross for at sprøyting mot skadedyr og sykdommer benyttes i omfattende omfang til alle de plantebaserte matvarene som er inkludert i Referansedietten. Bruk av plantevernmidler har ført/fører til betydelige negative

effekter på bl.a. biodiversitet (Aass, 2019). Man ønsker av samme grunn heller ikke å diskutere økologisk jordbruk i forhold til konvensjonell matproduksjon. Dette gir grunnlag for å spørre om dette kan skyldes at økologisk jordbruk kun kan benytte gjødsel fra husdyr. Grunnleggende viktige agronomiske spørsmål unngås. Det argumenteres heller med noen uklare formuleringer om at mange sammenlikninger eksisterer, og at slike diskusjoner (økologisk vs konvensjonelt) blir for «hevdvunnet og tilslører diversiteten i mulige løsninger» (*slike formuleringer kan for øvrig også gjenfinnes i FHI/EAT dokumentet nevnt over, i Kap. 3.2 «Det store bildet»*).

Kommisjonens avsluttende oppsummering om den generelle usikkerheten som er formidlet i disse delkapitlene («garanterte løsninger eksisterer ikke, og kan heller ikke benyttes av «brukere» av denne rapporten for å adoptere et holistisk konsept for et sikkert handlingsrom for matsystemer som vil bli nødvendig») er noe uklar, men kan oppfattes som en generell ansvarsfraskrivelse fra Kommisjonens side.

4.3 Healthy diets (Section 1)

*Dette er et nokså omfattende kapitel i EAT-Lancet rapporten, og blir ikke referert i sin helhet. Tematikk rundt grunnleggende ernæringsfag er utelatt her. Diskusjonsmomenter omkring kjøtt og helse er prioritert. Som for øvrige kapitler er dette en komprimert oversettelse. (Referansene henviser til rapportens referanseliste, se denne for detaljer. Uthevelser i **bold** er gjort av forfatter Del 4, som også har lagt inn egne kommentarer i parentes/kursiv enkelte steder).*

4.3.1 What is a healthy diet?

Fastsettelse av helsebringende kosthold er viktig av flere årsaker (nasjonale kostholdsråd, kliniske sammenhenger etc.) Det er imidlertid vanskelig å definere en global sunn diett, pga. ulike ernæringsbehov blant individer som følge av alder, kjønn, helsestatus og fysisk aktivitetsnivå, samt behovene for sårbare populasjoner (e.g. barn og gravide). Et sunt kosthold skal tilfredsstillende Verdens Helseorganisasjon WHO sin definisjon på god helse (fullstendig fysisk, psykisk og sosialt velbefinnende, og ikke bare fravær av sykdom).

I rapporten fokuseres på kosthold for generelt friske personer, fra 2 år og eldre. Barn 0-2 år har spesielle krav til ernæring som følge av rask vekst og utvikling, men deres kosthold har minimale effekter på matsystemene fordi denne aldersgruppen utgjør en liten andel av en stabil populasjon og har lave absolutte matkrav. Fordi mat fra dyr kan ha viktige effekter på helse og miljømessig bærekraft vil disse matvarene også bli fokusert. Konklusjonene i dette kapitlet er kun basert på helse. Vi fokuserer ikke på mikrobiell matsikkerhet. Kommisjonen definerer en sunn diett ved å benytte matvaregrupper og tar samtidig med ernæringsmessig innhold fordi

dette mest direkte kobler matproduksjon og helse, og fordi de fleste kostholdsråd fokuserer på matvaregrupper (og ikke enkeltmatvarer). Ettersom fokus på matvaregrupper ikke får hensyntatt tilsatt fett, sukker, salt og andre tilsetningsstoffer, vil dette også bli vurdert.

Kommisjonens definisjon på en sunn diett (et sunt kosthold) baseres på vitenskapelige studier (kontrollerte kostholdsstudier, observasjonsstudier og randomiserte forsøk). Når tilgjengelig gjengis systematiske reviewer, meta-analyser og sammenslåtte (pooled) analyser av grunndata (EAT-Lancet, Appendix side 4-12). Omfattende reviewer av betydningen av riktig kosthold er publisert andre steder (ref. 33, ref. 34).

Det sunne kostholdet Kommisjonen foreslår består av et handlingsrom (intervall) for inntak av ulike matvaregrupper. Dette åpner for en fleksibel, global tilpasning (Tabell 1) med mat og mengder skreddersydd for preferanser og kulturer for ulike populasjoner (*Panel 2, side 454*).

4.3.2 Uncertainty in estimates of a healthy diet

Vi (Kommisjonen) har en høy grad av sikkerhet, basert på mange reproduserbare «linjer» av dokumentasjon, på at Referansedietten vi har definert vil tilfredsstillende de ernæringsmessige behovene til barn eldre enn 2 år og voksne. Samtidig vil et slikt kosthold redusere forekomst av ikke-kommuniserbare sykdommer (*en samlebetegnelse på kroniske sykdommer, sykdommer av langvarighet og med generelt sen progresjon, fire hovedtyper; hjerte/kar sykdommer, kreft, kroniske respirasjonssykdommer og diabetes*) og generell dødelighet. (https://www.who.int/features/factfiles/noncommunicable_diseases/en/).

Å fastsette optimale mengder av spesielle matvaregrupper er ofte vanskelig fordi de avhenger av inntak av andre matvarer. Noen sammenhenger mellom inntak og helserisiko er lineære, og gjør det vanskelig å sette spesielle mål for optimalt inntak. Videre må alle matvaregrupper passe sammen slik at man holder seg innenfor et absolutt, begrenset energi inntak. For å gjøre beregninger mulige for totalt ernæringsmessig inntak, samt å kunne beregne miljøeffekter av dette, bidrar Kommisjonen med et tall for hver matvaregruppe i den sunne Referansedietten. Vi angir også et usikkerhetsområde med å presentere en nedre og øvre grense som ser ut til å være gjeldende for optimal helse og innenfor de mengdene som er vanlige for i allefall noen populasjoner globalt, basert på erfaringer rundt helsestatus fra disse populasjonene over lang tid (*feks. «Middelhavsdietten», omtalt i Panel 2*). Det er utført sensitivitetsanalyser med ulike

inntak av noen viktige matvaregrupper. Ved bruk av ulike tilnærminger estimerer vi effekten av Referansedietten på prematur dødelighet. Kommisjonen antar at videre forskning vil bidra med økt presisjon i å fastsette grenser for optimalt inntak av spesielle matvaregrupper og helseeffekter av generelle dietter.

Videre kapitler i Section 1 som ikke omtales her:

4.3.3 Status and knowledge (side 454)

Energy and energy balance

4.3.4 Dietary components (side 454)

Major protein sources

Major carbohydrate sources (grains and tubers)

Fruit and vegetables

Added fat: total and specific fatty acids and sources of fats

Sugar and other sweeteners

4.3.5 Special considerations (side 459)

Young children and adolescents

Pregnancy and lactation

4.3.6 Summary of evidence describing healthy diets (side 459)

Dokumentasjon fra kontrollerte kostholdsstudier med intermediaære risk-faktorer som resultatmål fra studiene, lang-tids observasjonsstudier som relaterer individuelt kosthold og overordnede kostholdsmønstre til utvikling av sykdom og livskvalitet (ref.127-129) og randomiserte kliniske studier bekrefter konklusjonen: Med en høy grad av sikkerhet vil kostholdsmønstre med følgende karakteristika fremme lav risiko av kroniske sykdommer og generelt velvære:

- 1) Proteinkilder i hovedsak fra planter, inkludert soya og andre belgvekster, nøtter, fisk eller alternative omega-3 fettsyrer flere ganger per uke, alternativt begrenset inntak av fjørfe og egg, og lavt, eller ikke noe inntak av rødt kjøtt, særlig prosessert kjøtt
- 2) Fett i hovedsak fra umettede plantebaserte kilder, lave inntak av mettet fett og unngå hydrogenerte oljer (*trans-fettsyrer*)
- 3) Karbohydrater i hovedsak fra helkorn, lavt inntak av raffinert mel og mindre enn 5 % av energiinntaket fra sukker
- 4) Minst fem porsjoner frukt og grønnsaker per dag, poteter ikke inkludert

5) Alternative, begrensede mengder meieriprodukter.

Disse komponentene av en sunn diett er mulige å tilfredsstille fra et stort spekter av matvarer, produksjonsformer for mat, kulturelle tradisjoner og individuelle preferanser for matvarer.

Komponentene 1) til 5) kan bli kombinert i ulike typer dietter; omnivore (*alt-eter*), vegetarisk og vegansk kosthold. Observasjoner av fordeler i mange populasjoner fra deres generelle kostholdsmønstre, slik som Middelhavsdietten og sunne plantebaserte dietter viser at sunne kostholdsmønstre kan oppnås hos nåværende folkegrupper i mange land. Referansedietten (Tabell 1) er et utgangspunkt for videre analyser som skal evaluere potensialet for å skaffe mat til verdens befolkning og samtidig holde seg innenfor de globale tålegrensene for matproduksjon (Panel 2).

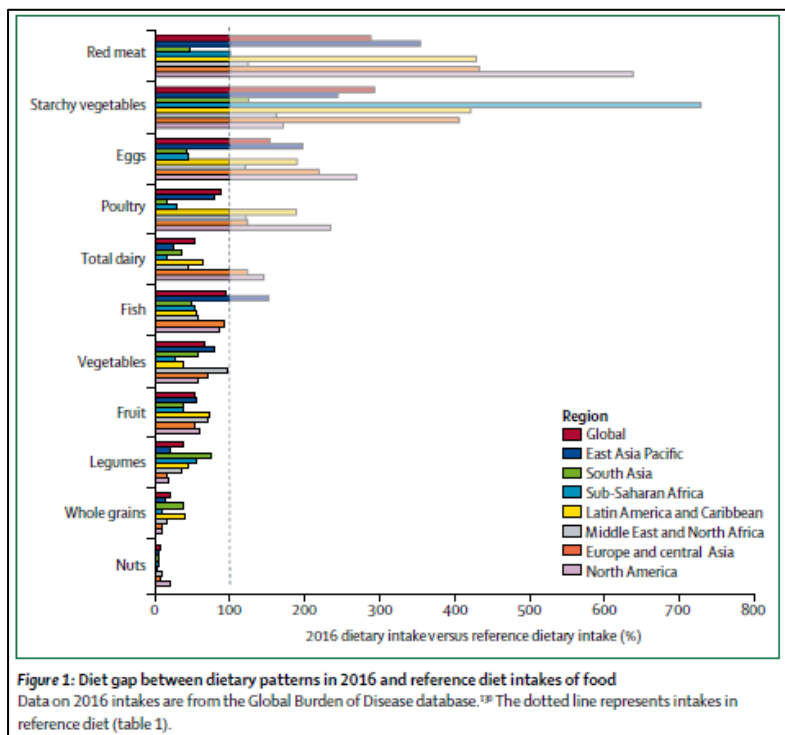
4.3.7 Analyses of total diets: nutrient adequacy and mortality

Beregning av ernæringsmessig kvalitet på Referansedietten ble utført med to alternative analyser: 1) fastsettelse av næringsinnhold og 2) prediksjon av dødsfallsrate. For 1) ble først innholdet av næringsstoffer analysert, primært ved bruk av data fra USA (EAT-Lancet, Appendix side 13) (*som er feil, det er Appendix side 40*). Det ble også gjort sammenstillinger av data fra nasjonal-spesifikke sammensetninger av kosthold og dietter (Figur 1) for å evaluere effekten av å endre kostholdet over på Referansedietten. I denne analysen førte kostholdsendringer til Referansedietten til forbedringer i inntak av de fleste næringsstoffer. Inntak av sunne fettsyrer (mono- og flerumettede fettsyrer) økte, mens inntak av usunne (mettede) fettsyrer ble redusert. Inntaket av de fleste mikronæringsstoffene økte, inkludert flere essensielle (jern, sink, folat og vitamin A, samt kalsium) **i lav-inntektsland**. Det eneste unntaket var innholdet av vitamin B12, som er lavt i plantebaserte dietter. Tilskudd eller berikelse av B12 (og trolig også riboflavin) kan være nødvendig i visse tilfeller.

Effekter av kosthold ble analysert med tre ulike tilnærminger (Tabell 3, side 460). Den første var en global komparativ risk analyse som kombinerte matproduksjon og kostholdsstatistikk (ref. 131).

Risikofaktorene inkluderte et høyt inntak av rødt kjøtt (storfe, sau og svin), lavt inntak av frukt, grønnsaker, belgvekster, nøtter og fisk, og ved å være undervektig, overvektig eller fet/tykk. Sykdommene inkluderte hjerte/kar sykdommer, slag, Type 2 diabetes, spesifikke kreftformer og en samlepott på andre sykdommer. Relative risk-faktorer som kombinerer endringer i diett med endringer i sykdomsrelaterte dødsfall i et dose-respons mønster var basert på meta-

analyser av prospektive cohort studier (ref.42, 43, 66, 75, 77, 94; EAT-Lancet, Appendix side 12-13).



Vi (*Kommisjonen*) estimerte at å gå over til Referansedietten kan forhindre ca. 11.1 millioner dødsfall pr år i 2030, og redusere prematur dødelighet med 19 % (*må gjelde lav-inntektland her også?-oppgis ikke*). «The Global Burden of Disease Collaborators» beregnet med en liknende tilnærming, men med andre forutsetninger og datakilder, at en diett liknende Referansedietten ville forhindre omtrent samme antall dødsfall per år hos voksne personer. Redusert inntak av salt og økt inntak av helkorn, nøtter, grønnsaker og frukt bidro mest til redusert dødelighet (ref. 132). Den tredje tilnærmingen gav poeng til Referansedietten og andre dietter ved å bruke «the Alternative Healthy Eating Index 2010) (ref. 133, 134), som har predikert lav risiko for dødelighet og sykdom i mange populasjoner (ref 135, 136). Metoden gir lave poeng for høyt inntak av transfett og sukkertilsatte drikkevarer, og høye poeng for høyt inntak av flerumettet fett samt variablene inkludert i de andre analysene. Analysene inkluderte kjønns-spesifikke relative risiko i poengsettingen, som koblet økte poengverdier mot totale og sykdomsspesifikke dødelighetsrater, estimert fra to store cohort studier med mange gjentak (EAT-Lancet, Appendix, side 14-15).

Ved å koble dette mot data på kosthold og sykdomsfrekvens for 190 land ble det estimert at man ved å implementere Referansedietten kunne redusere antall dødsfall blant voksne med 11.6 mill. per år. Selv om metodikk, forutsetninger og input data varierte, viste resultater fra

alle tre metoder at man kan oppnå betydelige helsefordeler ved å endre det globale matinntaket mot et kosthold som er i samsvar med Referansedietten.

4.3.8 Forfatterens kommentarer til kapitlet

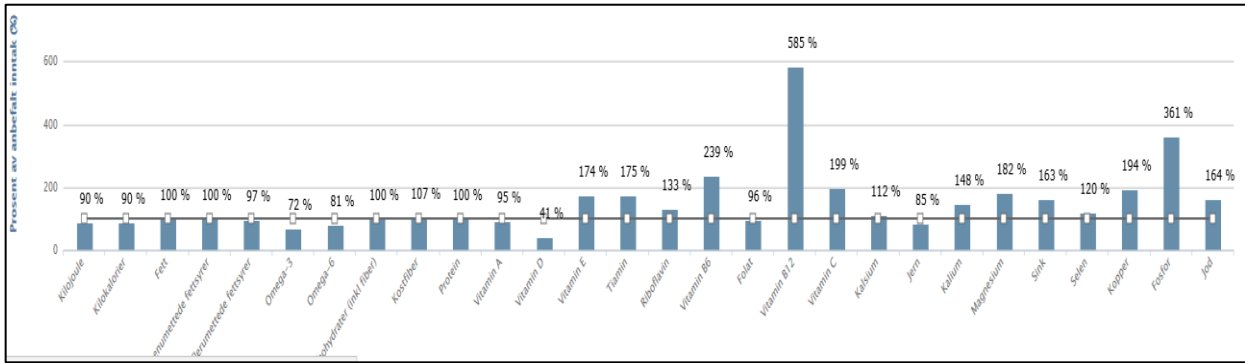
Kommentarene omfatter 4.3.6 Summary of evidence describing healthy diets (side 459) og 4.3.7 Analyses of total diets: nutrient adequacy and mortality (side 460).

I dette kapitlet henviser Kommisjonen til tre referanser (ref. 127-129) for sunne dietter hvorav alle tre handler om «Middelhavsdietten» der Walter Willett (*førsteforfatter på EAT-Lancet rapporten*) er medforfatter på en. Det nevnes også flere andre typer studier uten referanser. Det er derfor svært vanskelig å gå inn i detaljene på hva slags dokumentasjon de legger til grunn for kostholdsrådene (1-5) som er oppført under dette kapitlet.

Beregning av ernæringsmessig kvalitet på Referansedietten ble altså gjort ved å sammenlikne data fra nasjonal-spesifikke sammensetninger av kosthold og dietter for å evaluere effekten av å endre kostholdet over på Referansedietten. Kostholdsendringer til Referansedietten til forbedringer i inntak av de fleste næringsstoffer. Inntak av sunne fettsyrer (mono- og flerumettede fettsyrer) økte, mens inntak av usunne (mettede) fettsyrer ble redusert. Inntaket av de fleste mikronæringsstoffene økte, inkludert flere essensielle (jern, sink, folat og vitamin A, samt kalsium). **Dette gjaldt når man sammenliknet med et utgangspunkt med et kosthold i lav-inntektsland.** Det eneste unntaket var vitamin B12 og riboflavin, som omtales som lavt i plantebaserte dietter, og «**at tilskudd kan være nødvendig i visse tilfeller**».

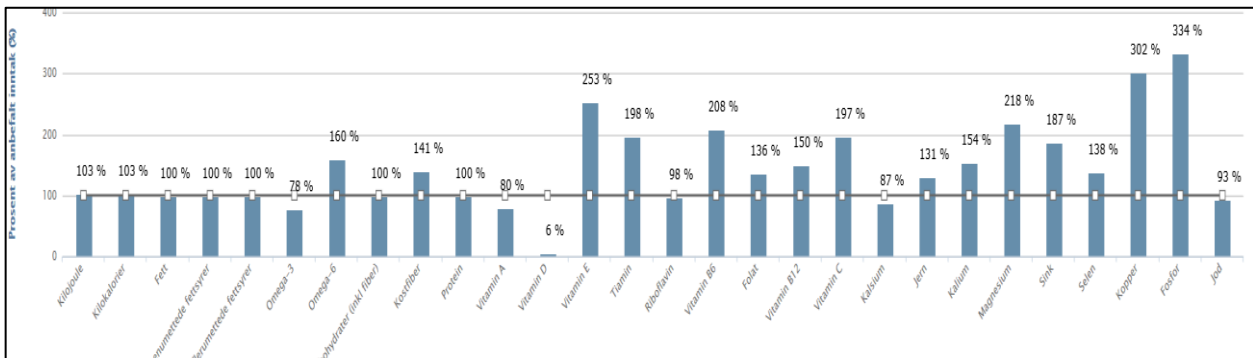
Dette må sies å være en sannhet med modifikasjoner. Plantebasert kosthold inneholder ikke B12, og tilskudd eller berikelse er helt nødvendig. Kjøp av tilskudd eller berikede matvarer er neppe økonomisk mulig for de fleste i befolkningene i lav-inntektsland. At resultater fra sammenlikningene utelukkende kobles mot et nåværende, svært mangelfullt kosthold i lav-inntektsland må også sies å være noe tendensiøst, ettersom Referansedietten da trolig vil komme bedre ut i de fleste tilfeller, enn hvis dietten blir sammenliknet med et allsidig, «vestlig» kosthold.

Ved IHA (Anna Haug, 2019; upublisert) ble det utført analyser av Referansedietten med tre ulike alternativer; gjennomsnittsdietten samt dietten tilsvarende nedre og øvre grense for kosthold innenfor de planetariske tålegrensene (Tabell 1). Analysen ble utført med «Kostholdsplanleggeren» (Helsedirektoratet/Mattilsynet) og gjaldt som næringsbehov for kvinne 18-30 år, stillesittende arbeid, aktiv.



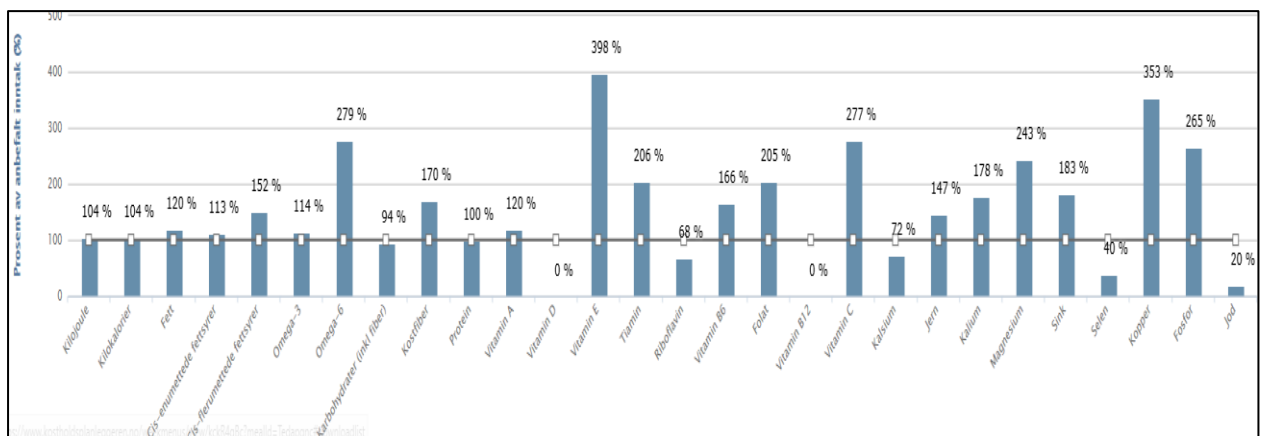
Figur: «MAX HUSDYR» dietten vurdert med «Kostholdsplanleggeren»

«MAX HUSDYR» dietten inneholdt 500 gr helmelk, 28 gr storfe/svin samlet, 58 gr kylling, 25 gr egg og 100 gr fisk (50/50 makrell og sei) per dag. Hasselnøtter (25 gr.) var eneste «høyprotein» kilde fra planteriket. For alle andre matvarer (korn, potet, grønnsaker, frukt) ble det benyttet gjennomsnittsinntaket i Tabell 1. Av oljer var 20 gr/dag av umettede planteoljer inkludert.



Figur: «AVERAGE» dietten vurdert med «Kostholdsplanleggeren»

«AVERAGE» dietten inneholdt alle matvarer i mengder som oppgitt utenfor parentesene i Tabell 1. Dette vil si de samme mengder korn, potet, grønnsaker, frukt som i max. HUSDYR, men halvert inntak av melk, kjøtt og egg og stor reduksjon i fisk. Inntak av bønner, soya og peanøtter ble samlet økt med 100 gr/dag i forhold til max.HUSDYR, og inntak av planteoljer økt (palmeolje samt 40 gr. umettede planteoljer).



Figur: «VEGAN» dietten vurdert med «Kostholdsplanleggeren»

«**VEGAN**» diett alternativet inneholdt så mye nøtter at andelen helkorn måtte halveres (126 gr/dag) for å holde seg innenfor energikravet på 2500 kcal. (Tabell 1). For øvrig inneholdt denne dietten samme mengde potet som de andre, men doblet innhold av grønnsaker (600 gr/dag) og økt frukt (300 gr/dag). Videre 200 gr/dag av bønner, soya og peanøtter og 25 gr hasselnøtter, samt palmeolje og 60 gr. umettede planteoljer.

Korte vurderinger av de tre alternativene (Haug, 2019):

MAX HUSDYR var en bra diett men inneholdt for lite Vit. D, omega-3 fettsyrer og litt for lite jern. Nok jod pga. 50 gr sei, ville hatt mangel på jod med laks. Energiinnholdet var lavere enn max kravet; 2250 kcal.

AVERAGE dietten inneholdt for lite Vit. D, for lite omega-3 fettsyrer, for lite kalsium, jern «nok» men i mer utilgjengelig form, selen tilsynelatende nok (fra linser) og nok jod pga. 50 gr sei, ville hatt mangel på jod med laks.

VEGAN dietten manglet helt Vit. D, Vit. B12, for lite riboflavin, for lite omega-3 fettsyrer, ugunstig omega-3/omega-6 forhold, for lite kalsium, jern «nok» men i mer utilgjengelig form, mangel på selen og jod.

Ut fra de tre figurene kan man se at «**MAX HUSDYR**» dietten gir et nokså balansert kosthold i forhold til næringsbehovet (den sorte, horisontale linjen) for denne kvinnen (de to høyeste stolpene er hhv. Vit B12 og fosfor). Balansen i næringsstoffinntaket avtar gradvis via «**AVERAGE**» dietten til **VEGAN** dietten. **VEGAN** dietten utmerker seg med det mest variable og ufullstendige næringsinntaket av de tre alternativene, med mangel på en rekke viktige næringsstoffer.

I referatet under Kap. 4.3.6 startet Kommisjonen innledningsvis med en omtale av litteratur som viste at kosthold med protein fra planter (soya/belgvekster, nøtter, fisk eller alternative omega-3 fettsyrer, begrensede mengder fjørfe/egg og minimalt med rødt kjøtt og særlig prosessert kjøtt, mer umettet fett fra planter, unngå trans-fett, mer helkorn, lite sukker, og begrensede mengder meieriprodukter fremmet god helse.

Analysene av risikofaktorer ved kostholdet som ble utført av Kommisjonen (Tabell 3 side 460) viste generelt at de viktigste faktorene for å redusere dødelighet var økte inntak av frukt, grønnsaker, nøtter, helkorn og belgvekster, samt redusert salt inntak. Høyt inntak av rødt kjøtt var altså med som risikofaktor, men gav ifølge EAT-forfatterne altså ikke utslag blant de viktigste faktorene, selv om spesifikke kreftformer var inkludert.

	Percentage	Number	Comments
Comparative Risk Model*	19%	11 100 000 (using Global Burden of Disease number of total deaths; 158 regions)	Changes in fruits, vegetables, nuts, and legumes were main contributors
Global Burden of Disease Model†	22.4%	10 886 000 (195 countries)	Changes in sodium, fruits, vegetables, whole grains, and nuts were main contributors
Empirical Disease Risk‡	23.6%	11 600 000 (190 countries)	Estimates based on a 10-variable index of diet quality

*Dietary factors included high consumption of red meat (including beef, lamb, and pork), low consumption of fruits, vegetables, legumes, nuts and seeds, fish, and being underweight, overweight, and obese.¹³² †The Global Burden of Disease estimates¹³² are based on an optimal diet similar to the reference diet. Dietary factors included fruits, vegetables, legumes, whole grains, nuts and seeds, milk, red meat, processed red meat, sugar-sweetened beverages, fibre, calcium, marine n-fatty acids, polyunsaturated fat, trans fatty acids, sodium. ‡The Alternative Healthy Eating Index-2010^{133,134} used in the analysis included vegetables (potatoes not included), fruits, whole grains, sugar-sweetened beverages and fruit juices, nuts and legumes, red meat, trans fatty acids, marine n-3 fatty acids, polyunsaturated fat, and sodium (alcohol not included).

Table 3: Estimated avoided premature deaths among adults by global adoption of reference diet

En ny studie som også benytter data fra «Global Burden of Disease» datamaterialet (Meier et al., 2019) har vurdert dødelighet av hjerte/kar sykdommer som følge av risikofaktorer knyttet til kosthold i 51 europeiske land for perioden 1990 til 2016. For land i Vest-Europa var rekkefølgen av de viktigste risikofaktorene fra høyest til lavest risiko: Lite helkorn, nøtter, frø og grønnsaker, høyt saltinntak, lite omega-3 fettsyrer, lite frukt, belgvekster, fiber og flerumettede fettsyrer, og deretter høyt inntak av prosessert kjøtt, transfettsyrer og sukkerholdige drikker. For Øst-Europa, Sentral-Europa og Sentral-Asia + Tyrkia varierte rekkefølgen noe, men høyt inntak av prosessert kjøtt lå i samme posisjon relativt langt nede på listen over risikofaktorer. Meieriprodukter og rent rødt kjøtt var fraværende som risikofaktorer.

Oppsummert ser man altså at flere uavhengige studier, inkludert de som er utført som en del av EAT-rapporten, finner helkorn, frukt og grønnsaker, nøtter og lavt saltinntak som de viktigste faktorene for å redusere global dødelighet som følge av kosthold.

I Trondheim ble det våren 2019 arrangert en rekke med foredrag som ble vist i NRK (<https://tv.nrk.no/serie/the-big-challenge>). Foredraget «Verdens største helseundersøkelse», ble holdt av Prof. Christopher Murray, sentral, ledende forsker og kontaktperson i «Global Burden of Disease» studiene (se også Kap 4.2.6 for omtale av 2015 utgaven av disse globale studiene).

Dette foredraget er en interessant introduksjon til disse globale helse/kostholdsundersøkelsene, som anbefales deg som leser dette. I dette foredraget refererer han til den siste studien, altså ref. 132 i EAT-Lancet rapporten (Global Burden of Disease Study 1990-2017»). Figuren under viser «klipp-og-lim» skjerm-dump bilder hentet fra dette foredraget (nrk.no/24.06.19).



Figur: Prof. Chris Murray holder foredrag i Trondheim om «Verdens største helseundersøkelse».

Presentasjonen til Murray viser at høyt inntak av rødt kjøtt ligger lang nede på listen over globale risikofaktorer for kostholdsrelaterte sykdommer, og at det er lite helkorn, mye salt, lite grønnsaker, frukt, omega-3 fettsyrer og lite fiber som er de største risikofaktorene. Han uttalte at det globalt nå var lite fokus på kjøtt som risikofaktor for helse. Oversikten viser også at «lite inntak av melk» ansees som en svak risikofaktor, altså at det er en svak risiko forbundet med **for lavt** inntak av meieriprodukter. Overvekt og fedme, som øker globalt med økende velstandsnivå i en befolkning, ble framhevet som den sentrale risk faktoren for dårlig helse. Dette tilsier at det er for høyt inntak av matvarer med høyt energiinnhold som fører til fedme. Rent kjøtt inneholder lite energi.

GBD-artikkelen (ref. 132) Murray refererte til har åpen tilgang og kan lastes ned med linken doi: 10.1016/S0140-6736(18)32225-6.

I den tilsvarende, foregående studien fra 2015 (se Kap. 4.2.6) ble 14 risikofaktorer knyttet til kosthold rangert med prosessert kjøtt som nr. 8, fulgt av mye rødt kjøtt (12) og for lite melkeprodukter (14). I den nyeste studien, som vist av Murray over, har rekkefølgen endret seg. Lite helkorn (1), (2) for mye salt, (3) lite frukt, (4) lite nøtter og frø, (5) lite grønnsaker, (6) lite omega-3 fettsyrer fra fisk, (7) lite fiber, (8) lite flerumettede fettsyrer, (9) lite belgvekster, (10) mye transfettsyrer, (11) mye sukkerholdig drikke, (12) lite kalsium, (13) mye prosessert kjøtt, (14) for lite melkeprodukter, (15) mye rødt kjøtt. Prosessert kjøtt og rødt kjøtt har altså skiftet rangering, med redusert beregnet risiko til hhv. 13 plass og 15 plass.

4.4 Sustainable food production (Section 2)

*Dette kapitlet er en komprimert oversettelse av «Section 2» bortsett fra inndelingen i kapitler, som for foregående kapitler. Referanser henviser til rapportens referanseliste, se denne for detaljer (uthevelser i **bold** er gjort av forfatteren her, som også har lagt inn egne kommentarer i parentes/kursiv enkelte steder).*

4.4.1 Earth system perspective on sustainable food production (side 460)

Kapitlet innledes med omtale av allerede igangsatte tiltak for å endre matproduksjonen i en mer bærekraftig retning, og at dette er generelt akseptert som nødvendig for å sikre levevilkår på Kloden for framtidige generasjoner (*eksempler som brukes er jordbruks- og fiskeri praksis som bruker økosystemtjenester, slik som skadedyrbekjempelse, pollinering, vanndirektiver og resirkulering av næringsstoffer*). Denne praksisen inkluderer mange tilnærminger, som f.eks. bevaringstiltak i jordbruket, bærekraftig og økologisk intensivering, agroøkologiske og varierte produksjonssystemer, presisjonslandbruk og økologisk jordbruk (ref. 138-140). De fleste av disse tiltakene fokuserer på tiltak på gårdsnivå, og mange også med et perspektiv på å ivareta landskapet. Derfor har det meste av arbeidet som definerer miljømessig bærekraftig matproduksjon blitt utført på «down at field to landscape levels». Det sies her at denne tilnærmingen er viktig fordi synlige effekter av jordbruk primært er synlig lokalt og varierer globalt, med variasjon i jordsmonn, hydroklima og agroøkologiske soner. Derfor vil metodene som er nødvendig for å minimere effektene av matproduksjon variere mellom regioner.

Kommisjonen skriver videre at i den geologiske epoken som kalles «Anthropocene» har hastighet og omfang av lokale miljøeffekter vokst eksponentielt siden 1950'tallet. (*Anthropocene: et foreslått, foreløpig ikke offisielt godkjent navn på det geologiske tidsavsnittet vi er inne i nå (Antropo=menneske). Hofstad, Knut. (2014, 15. desember). antropocen. I Store norske leksikon. Hentet 20. juni 2019 fra <https://snl.no/antropocen>. Denne etterfølger Holocene (fra ca. 11700 år f.Kr og fram til nå, som beskriver perioden der mennesket begynte å dyrke jorda og etter hvert holde husdyr).*

Mennesket har blitt dominerende drivere av endringer» og Kommisjonen skriver at **«matproduksjonen er den største kilden til miljøforringelser og har den største effekten på jordas systemer»**. Til tross for de kumulative miljøeffektene som er forårsaket av matsystemet, øker forståelsen av at man må adoptere et Klodens system tilnærming for å få til en bærekraftig matproduksjon.

Kommisjonen mener at utvikling av en bærekraftig matproduksjon ikke lenger kan defineres kun som tiltak for å redusere miljøeffekter fra lokalt jordbruk. Derfor må komplekse, systemiske interaksjoner fra lokalt til globalt nivå vurderes, og det må identifiseres globale tålegrenser som det globale jordbruket må holde seg innenfor for å sikre de biofysiske prosessene som sikrer en stabil Klode («a stable Earth system» på alle nivåer. Denne tilnærmingen utvider perspektivet på hvordan bærekraftig matproduksjon defineres. På lokalt nivå (field) kan bærekraftig matproduksjon defineres ut fra et næringsstoff perspektiv (N og P gjødsling) som et system uten avrenning av næringsstoffer.

Det skrives videre at N og P er bundet i all matproduksjon som fraktes vekk fra gården til byer og markeder, ofte langt fra der maten ble produsert. Her bidrar næringsstoffene til forurensning enten som matsvinn eller som ubehandlet avføring, eller delvis forurensning i vassdrag etter å ha gått igjennom kommunale renseanlegg. En stor andel N og P bidrar til eutrofiering av ferskvann og kystsoner, ofte langt unna gårdsbruket. Dette vil ha kumulativ effekt som følge av befolkningsveksten, og globale tiltak må iverksettes for å reversere de negative effektene av N og P. Ikke bare på det enkelte gårdsbruk, men også det N og P som overføres fra atmosfære og gruver og ut i biosfæren (*naturen/omgivelsene*).

Det er økende bevis for at matproduksjonen er den største årsaken til globale miljøendringer, og en overgang til en bærekraftig matproduksjon er nødvendig for en global bærekraftig utvikling (*igjen mangler denne kraftige påstanden referanser*). Kommisjonen skriver videre at en universell definisjon på bærekraftig matproduksjon gjerne inneholder fokus på klimagassutslipp («GHG-emissions»), bruk av arealer og vannressurser, N og P gjødsling, biodiversitet og kjemisk forurensning fra ugress- og insektsmidler (ref. 143-145). Universelle mål i definisjonen av bærekraftig matproduksjon forenkler tiltakene både lokalt og globalt. En struktur som møter disse kriteriene, dvs. med å integrere disse målene, er «the planet boundaries framework» (ref. 2, 29, 146).

Kommisjonen har valgt å bruke dette settet med «tålegrenser» som en guide for å definere de vitenskapelig baserte rammene/målene for hva som er en bærekraftig matproduksjon. De planetariske tålegrensene er også nyttige fordi de seks (6) systemene/prosessene som er kvantifisert av denne Kommisjonen kan gjenfinnes i denne strukturen (*altså «the planet boundaries framework»*). De (Kommisjonen) setter globale mål som også er i «tålegrensene» som er satt. «The planet boundaries framework» har allerede bidratt som en praktisk metode for å sette miljømessige mål i ulike land og sektorer. Men, dette settet med fastsatte

«tålegrenser» tar ikke hensyn til samspill mellom de ulike biologiske prosessene på Kloden, selv om det erkjennes at slik dynamikk er gjeldende.

De seks miljøindikatorerne som er inkludert er: 1) Klimagassutslipp (GHG-emissions), 2) tap av biodiversitet, 3) arealbruksendringer, 4) ferskvannsforbruk «(Freshwater use»; *NB: Gjelder ikke naturlig nedbør*), 5) Nitrogen og 6) Fosfor sirkulasjon/bruk. For hvert av disse foreslår Kommissjonen tålegrenser som en bærekraftig matproduksjon må holde seg innenfor for å redusere risikoen for irreversible og potensielt katastrofale endringer i Klodens system. Tålegrensene definerer øvre grense for matproduksjonen globalt.

	Control variable	Boundary (uncertainty range)
Climate change	Greenhouse-gas (CH ₄ and N ₂ O) emissions	5 Gt of carbon dioxide equivalent per year (4-7-5-4)
Nitrogen cycling	Nitrogen application	90 Tg of nitrogen per year (65-90;* 90-130†)
Phosphorus cycling	Phosphorus application	8 Tg of phosphorus per year (6-12;* 8-16†)
Freshwater use	Consumptive water use	2500 km ³ per year (1000-4000)
Biodiversity loss	Extinction rate	Ten extinctions per million species-years (1-80)
Land-system change	Cropland use	13 million km ² (11-15)

*Lower boundary range if improved production practices and redistribution are not adopted. †Upper boundary range if improved production practices and redistribution are adopted and 50% of applied phosphorus is recycled.

Table 2: Scientific targets for six key Earth system processes and the control variables used to quantify the boundaries

4.4.2 Uncertainty in estimates of sustainable food production (side 462)

Definisjonen av bærekraftig matproduksjon forutsetter at man setter tålegrenser. De grensene som presenteres av Kommissjonen er basert på vitenskapelig rasjonelle litteratur kilder, og Kommissjonens antagelser bak hver tålegrense. Det er imidlertid vanskelig å sette klare grenser med presisjon på grunn av vitenskapelig usikkerhet, naturlig variasjon og interaksjoner mellom de ulike prosessene på Kloden. Vi (*Kommissjonen*) bruker en spennvidde med innlagt usikkerhet, basert på vitenskap og vår egen bedømmelse av nivået på sikkerhet i fastsettelsen av de globale tålegrensene.

4.4.2.1 Climate change (side 462)

Overview

Matproduksjon er den viktigste kilden til metan (CH₄) og lystgass (N₂O). Rapporten benytter følgende ekvivalenter: Metan 56 kg CO₂-ekv. Lystgass: 280 kg CO₂-ekv. (**de bruker 20 års**

perspektiv på metan, mens det vanlige (og i IPCC-systemet) er 100 års perspektiv og en utslippsfaktor på 28 kg CO₂-ekv) (ref. 151).

Kapitlet «Overview» er en generell omtale av utslippskilder fra jordbruket (fra dyr, gjødsel og energiforbruk). Utslipp av CO₂ på gårdsnivå omtales (C-tap fra jord ved kultivering, brenning av planterester, jord, organisk materiale og «agricultural residues»), fra fossil energi (drivstoff, produksjon av innsatsfaktorer etc.) og fra transport av matvarer. CO₂ fra LUC (avskoging) inkluderes og omtales i sin helhet som utslipp fra jordbruket (*dette avsnittet er en kort oppsummering av teksten i rapporten, som er nokså detaljert. Det blir for omfattende å sitere alt. Beskrivelsene omfatter de samme kildene til utslipp som f.eks. i gårdsmodeller eller LCA-analyser*).

Kommisjonen erkjenner at det alltid være utslipp fra biologiske prosesser. De foreslår en konkret tålegrense av klimagassutslipp fra matproduksjon som er nødvendig, og vanskelig å sette lavere, i alle fall før 2050, hvis man skal kunne innføre «healthy diets» for den globale befolkningen og målene i Paris avtalen skal kunne oppnås.

A global carbon budget

Det globale karbon budsjettet tallfestet det maksimale CO₂ utslipp man kan ha for å unngå en økning i global temperatur over 2°C innen år 2100, max. total mengde er 1000 Gt CO₂-ekv., (*nåværende totale årlige globale utslipp er ca. 50 Gt*). To-graders målet stammer fra Paris Avtalen og er beskrevet i «RCP2.6», som er IPCCs mest siterte referansebane mot 2050 og 2100. I korthet innebærer denne at utslipp fra fossilt CO₂ må nå en topp ikke seinere enn 2020 (*prognose for 2018; fossile utslipp er 37.2 Gt CO₂*). I dette avsnittet hevder Kommisjonen at reduksjon fra matproduksjonen er **avgjørende** for å nå 2-graders målet. Biologisk metan og lystgass (*dvs. husdyr*) må reduseres og verdens systemer for matproduksjon må transformeres fra å være netto C-utslippskilder til netto C-bindere, samt at energibruk i jordbruket må bli fossilfri.

Status of emissions associated with food production (AFOLU)

Nåværende globale utslipp fra matproduksjonen er 5.0-5.8 Gt CO₂-ekv. per år (ref. 153). (*tilsv. 10-12 % av totale globale utslipp*). Dette er samlet for metan og lystgass (Agriculture). Utslipp fra FOLU (Forest, Other Land Use) er estimert til 2.2-6.6 Gt CO₂-ekv. per år (ref. 154). Brenning av biomasse 0.3 Gt og energi fra fossilt forbruk til maskiner 1,0 Gt/år (ref. 155). Totalt estimat av alt utslipp fra matproduksjon er estimert til 8,5-13.7 Gt CO₂-ekv. per år. (ref. mangler). (*Tallene som oppgis avviker fra IPCC data, se kommentarer sist i dette kapitlet*).

Kommisjonen skriver at totale utslipp fra matproduksjonen har vært stabile siden 1990 som følge av økt produktivitet. Dette har redusert utslipp pr. enhet produkt (utslippsintensiteten).

Kommisjonen erkjenner at utslipp fra matproduksjon er utslipp fra biologiske prosesser, derfor blir disse vanskelig å unngå de nærmeste 30 årene. De foreslår en grense på 5.0 Gt utslipp fra matproduksjonen i 2050. Da forutsettes det at utslipp fra «Other Land Use» og brenning av biomasse/planterester er avviklet, slik at gjenværende utslipp er fra metan og lystgass. Dette tilsvarer 50 % av alle utslipp i 2050, som er i samsvar med RCP2.6 og 2-graders målet (*Figur 2 i rapporten, side 463*). I RCP2.6 er det inkludert 4.7 Gt fra matproduksjon og 0.7 Gt fra brenning av biomasse på jorder, sum 5.4 Gt. Kommisjonen setter derfor en grense på 5.0 med variasjonsbredde 4.7-5.4 som harmoniserer med IPCC sin RCP2.6. referansebane. Dette målet oppnås med følgende forutsetninger: I 2050 er det kun CO₂ utslipp fra nydyrking/gjenopptatt dyrking av tidligere arealer, det er ikke utslipp fra arealbruksendringer (LUC=0; høyere ambisjonsnivå enn forutsatt i RCP2.6), og all bruk av fossil energi er faset helt ut i hele verdikjeden for mat. Analysene foreslår også («prognose») en overgang til ren energi i alle sektorer innen 2050 (ref. 28).

4.4.2.2 Freshwater use (side 464)

Overview and regional considerations

84 % av de globale jordbruksarealene bruker regnvann, de resterende 16 % bruker vanning (innsjøer, elver og grunnvann). 70 % av sistnevnte vannressurser («freshwater») brukes til vanning. Disse vannressursene utgjør ca. 21 % av vannforbruket i Europa og 82 % i Afrika. Forbruket av disse vannressursene har mer enn doblet seg mellom 1991 og 2000 (ref. 160). EAT-rapporten fokuserer her på mengde vann nødvendig for å opprettholde et minimums nivå av vannføring i nedbørsfelt og tilførsel til og fra elver, og for å kunne opprettholde økosystemer og fordeler man oppnår fra disse systemene. Litt seinere i teksten står det at 75-84 % av det globale vannforbruket er relatert til jordbruket (ref. 169). Forfatterne diskuterer den teoretiske muligheten av å transportere vann fra regioner med overskudd til områder med vann-intensiv matproduksjon som har problemer med vannforsyningen. Men, de konkluderer med at dette vil kreve en fullstendig åpen og uhindret global handel mellom alle land, noe som ikke er aktuelt med dagens politiske klima.

Rapporten påpeker store usikkerhet rundt sine estimer på globale tålegrenser for vannforbruk, men endte opp på 2500 km³ per år, med et stort usikkerhetsintervall (1000-4000 km³ per år).

(Dette er et omfattende delkapitel i rapporten. Denne miljøindikatoren blir ikke omtalt videre her, ettersom den kun er relevant for enkelte regioner på Kloden, og i alle fall ikke for Norge som sådan. Dette temaet blir imidlertid diskutert mer i Kap. 4.4.3).

4.4.2.3 Nitrogen and phosphorus flow (side 465)

Overview

Kapitlet innledes med en omtale av hvorfor N og P er viktige for plantevekst, og det konkluderes med at gjødsling med disse næringsstoffene derfor fortsatt vil være viktig for å fø en voksende befolkning. Videre hevdes det at produksjon, gjødselbruk og handel med gjødsel forstyrrer de globale N og P kretsløpene, som etterfølges av en omtale av disse næringsstoffenes miljøbelastninger. Kommisjonen omtaler avrenning til vassdrag, eutrofiering av ferskvann og marine økosystemer, samt økning i anaerobe forhold som fører til fiskedød og annen miljøødeleggelse (ref. 17). Kloakk problematiseres på samme måte, og tilslutt også atmosfærisk N, som spres via nedbør og fører til miljøproblemer, særlig i land med høye utslipp av NO-forbindelser.

I tillegg til eutrofiering av vann påpekes at N-bruk i jordbruket medfører eutrofiering på landområder som leder til tap av biodiversitet og endrer økosystemer (ref. 173-174), forsurening av vann og jordsmonn (175), klimagassutslipp av lystgass ref. 176), nitrat i grunnvann (helse) (ref.177), samt N-partikler i luft (ref. 178) og ozon forurensning (ref. 179) og som bidrar til reduserte avlinger (ref. 180). Det påpekes også at N-produksjon er energikrevende og forbundet med høye klimagassutslipp. Fosfor omtales som en begrenset ressurs, og at Klodens P reserver er estimert til å ta slutt innen 50-100 år (ref. 181).

Nitrogen and phosphorus for people and planet

Utfordringen er å balansere bruken av N og P slik at man kan opprettholde et stabilt miljø på Kloden (ref. 182). Estimerer viser at behovet for disse næringsstoffene i 2050, med en befolkning på 10 milliarder mennesker, og på nåværende jordbruksland, vil kreve høyere mengder N og P (ref. 183) som også går utover Klodens tålegrenser (Nitrogen: 62-82 Tg per år; Fosfor: 6.2-11.2 Tg per år). Videre omtales her de betydelige mulighetene for bedre utnyttelse av næringsstoffressursene gjennom presisjonsgjødsling, resirkulasjon av næringsstoffer (kloakk, kompost, matindustri, husdyrgjødsel) og tiltak for å hindre avrenning (ref. 184). Kommisjonen omtaler dette som en etablering av «lukkede næringsstoffkretsløp». Ved mer balansert forbruk av disse næringsstoffene globalt kan overskudd i større grad

overføres til regioner (utviklingsland) der man har store «yield gaps» i avlinger (*differansen mellom teoretisk oppnåelig og nåværende avling*) (ref. 185).

Kommisjonen skriver videre at nitrogentap til luft og vann gir økt konsentrasjon av N umiddelbart, ettersom N ikke akkumuleres i jord. For høy N gjødsling fører til tap av N som lystgass, avrenning, N fjernes i avlinger osv. Denne direkte linken mellom input og tap av N har vært basis for den «anthropogenic N-input calculation» av De Vries m.fl. (2013) (ref 183) som er «mengden N som kan tilføres gjennom N-fikserende planter og mineralgjødsel» globalt i jordbruket uten å forårsake eutrofiering. De beregnede tålegrensene settes til 50-67 % av nåværende gjødsling, som er nødvendig for at avrenningen skal holde seg under 1-2.5 mg N/liter. Total global bruk av N nå er beregnet til 130 Tg per år. Med %-andelene gitt over kan man sette en variasjonsusikkerhet på 65-90 Tg per år som bestemmer tålegrensene. Denne grensen er litt høyere enn foreslått av Steffen m.fl. (ref. 2), som kan være basert på en underestimert. Tålegrensene kan fortsatt være underestimert fordi det er betydelig underskudd i N-tilførsel i mange regioner. I disse tallene har man heller ikke inkludert økt utnyttelse av gjødselen som omtalt over (effektiviseringstiltak). Derfor **foreslås** en øvre usikkerhetsgrense på 90-130 Tg (*som er nåværende bruk*) dersom man kan redistribuere N globalt og lukke N-kretsløpet. Kommisjonen konkluderer med at 130 Tg N er den mengden som kan være nødvendig for å fø 10 milliarder mennesker.

Når det gjelder P (fosfor) var opprinnelig anslag for tålegrense på 6.2 Tg P/år (variasjonsbredde 6.2-11.2 Tg/year), foreslått av Carpenter & Bennett (2011, ref. 186) og adoptert av Steffen m.fl. (2015, ref.2), på regionalt nivå. Dette var en grense som ble satt for bruk i en for kort tidshorisont for å hindre eutrofiering i nedslagsfelt, gjaldt særlig jordbruksarealer og var koblet mot erosjon som viktigste miljøproblem. Beregningene inkluderte ikke P som forsvinner i matvarer og fôr, gjødsel og kloakk og som ender opp i ferskvannssystemer. De Vries m fl. (ref. 183) beregnet en global fosformodell som tar hensyn til noe av kritikken mot Carpenter & Bennett. (*Her følger en lengre fram og tilbake diskusjon før man tilslutt ender opp med et estimat som er likt det opprinnelige fra Carpenter & Bennett*). Argumentasjonen for dette er at P bindes til organisk materiale i jord og at avrenning kun skjer når jordsmonnet er mettet. I jord med P-mangel vil overskudds P binde seg og dermed ikke medføre eutrofiering. Sammen med gjenbruk av P gjennom å lukke P-kretsløpet vil tålegrensene for P bli utvidet, noe som vil kunne redusere «yield gap» globalt.

Kommisjonen estimerer derfor at ved å mette opp jordsmonn som har P-mangel gjennom en høy tilførsel av P (16 Tg per år) over en kortere tidsperiode foreslår de å sette en øvre grense på 8-16 Tg P per år, men likevel opprettholde en grense på 8 Tg per år, noe som kan oppnås ved å resirkulere 50 % av avfall og tilbakeføre gjenvunnet P til jordbruksarealer (ref. 187).

4.4.2.4 Biodiversity loss (side 467)

Overview

Kapitlet innledes med betydningen av biodiversitet for stabiliteten av økosystemer og produktiviteten i jordbruket. Det er generelt liten forståelse for biodiversitet og betydelig undervurdert hvor viktig denne er. Kommisjonen omtaler «den 6te masseutryddelsen» som er i gang nå i «Anthropocene» epoken (Kap.4.4.1), der man mister arter i en hastighet 100-1000 x høyere enn i Holocene epoken (fra 11700 fKr. til nå) (ref 193-195). Tap av biodiversitet beregnes ut fra rate på utryddelse av arter, lokale endringer i sammensetning og reduksjon av populasjoner, samt redusert opprettholdelse av biodiversitet. Tap av biodiversitet er en økende trussel mot Klodens system (ref 188-189) og global matsikkerhet, med betydelig potensial til å svekke vår evne til å fø 10 milliarder mennesker i 2050.

Food production as a driver of biodiversity loss

Mange menneskelige aktiviteter er årsak til tap av biodiversitet. Kommisjonen nevner tap/fragmentering av habitater, klimaendringer, kjemisk forurensning, invasive arter og jakting på ville arter. Men tap og fragmentering av habitater, spesielt for rydding av land til matproduksjon, er den største driveren til tap av biodiversitet (ref. 190, 197). Nåværende utryddelsesrate (ref. 198) og nedgang i populasjoner (ref. 194) er høyere enn i Holocene som var på 1 utryddelse pr million arter per år (**ref. mangler**). Kommisjonen framhever at det er uklart hvilken betydning dette har for matproduksjonen, men at hver art tapt er en fundamental reduksjon i robusthet i forhold til å tåle miljøendringer for matproduksjonen. Insektsbiomassen er redusert med 75 % på 30 år og fugler i jordbrukslandskapet med 30 % (**ref. mangler**).

Det er framsatt forslag om at en utryddelsesrate på en art per million arter kan være et referansepunkt i forhold til å vurdere effektene av menneskelig aktivitet (ref. 195). Det er en høy grad av usikkerhet om Klodens tåleevne. Den reelle usikkerheten forsvarer at tålegrensene blir usikre, men man bør ikke sette grenser høyere enn det man har sett historisk sett i Holocene. Tålegrensene settes dermed til 1-80 arter per million arter per år. Deretter følger en diskusjon i EAT-rapporten om hvordan man best måler tap av biodiversitet, det er flere metoder for

kvantifisering. Kommisjonen velger likevel å beholde målet om antall utryddede pr million arter pr år som mest passende for å måle tap av biodiversitet tap som følge av jordbruket.

4.4.2.5 Land-system change (side 468)

Overview

Kommisjonen innleder med at jordbruksarealet globalt har holdt seg konstant siden 1950 årene, men regionalt har endringene vært store. I Europa, Russland og Nord-Amerika har reduksjonen i jordbruksarealer vært betydelig, mens arealene har økt andre steder, og særlig på bekostning av artsrike tropiske områder. Matproduksjon er den største driveren til LUC (Land Use Change) gjennom hugging av skog og brenning av biomasse. Mellom 2000 og 2014: Brazil mistet 2.7 mill. ha skog per år, Kongo 0.57 mill. ha. per år, og Indonesia 1.3 mill. ha per år, hvorav 40 % i viktige skogområder (ref. 204). Disse endringene er en hovedårsak til tap av biologisk mangfold og GHG utslipp og er ødeleggende for Klodens system prosesser.

Omtrent 51 % av Klodens areal kan klassifiseres som intakte økosystemer med en intakt biodiversitets index > 90 (ref. 150, 205). Men, disse varierer mye mellom regioner. De mest intakte ulike typer biologiske samfunn (biomer) finnes i boreale (*skogdekte*) og tundra biomer. Av disse 51 % har ca. 15 % av arealet legal status som beskyttet, og kan bli klassifisert som naturlige habitater, dvs. tilholdssted for unike arter. Konvensjonen for biologisk mangfold (Kap. 3.3.11) har satt som mål at 17 % av jord- og ferskvannsarealene på Kloden skal få slik beskyttelse, med særlig vekt på spesielle områder med høy verdi av biodiversitet (ref. 206), samt såkalte «hotspots» (ref. 207). Resterende 36 % har ikke lovfestet beskyttelse, men har høy biodiversitet (ref. 205). De mest truede biomer er dem med høyest verdi som jordbruksareal; varig grasmark, tørre tropiske skoger og skog i tempererte områder. Kombinasjonen av intakte biomer (51 %) og høyt nivå av biodiversitet (> 90 index) kan kombineres i mål som settes for regioner, ettersom biodiversitet er spesifikt lokalt og ikke en handelsvare (*dvs. kan ikke overføres til andre områder*). Kommisjonen skriver at slike regioner må etableres jevnt globalt. Det meste av gjenværende landareal på Kloden er jordbruksland og beitearealer («rangeland» og «pastureland») som beslaglegger ca. 40 %, herav mer enn halvparten (23 %) som **beiteland som er viktig for biodiversitet og karbonbinding**. Samlet er disse landområdene verdens største økosystemer, og bidrar i tillegg til matproduksjon som habitater for biodiversitet og C-lagring. Tidligere skogområder (nå jordbruk/beitearealer) kan gjenplantes med skog, og dermed bidra til C-binding og bevaring av arter (ref. 208), men det begrenses av behovet for

jordbruksareal. Gjenplanting av beitemark for øvrig bør begrenses fordi det vil bidra til redusert biodiversitet og økte klimagassutslipp (*forklares ikke nærmere; menes trolig tap av C-binding*). De globale tålegrensene settes her (ref. 2); all ekspansjon av jordbruksland skal stoppes ved nåværende nivå av ca. 50 % intakte økosystemer. Arealer til matproduksjon skal derfor holdes ved 13 M km² (11-15 M km²).

Half Earth strategy

Det er mulig å stanse tap av biodiversitet og bevare minst 80 % av alle pre-industrielle arter ved å beskytte de 50 % gjenværende intakte økosystemene på Kloden (ref 205, 209). En strategi som overholder de regionale tålegrensene er foreslått av Steffen m.fl. (ref. 2) (Figur 3 side 469). En slik strategi vil ha mange fordeler; opprettholde biodiversitet, redusere GHG-utslipp fra «AFOLU» og stimulere til gjenplanting av skog. «Halv-klode» strategi kan ivaretas gjennom vernede områder, bærekraftig uttak av skoger, stedege arealer eller lav-intensive beitesystemer i beitemark-økosystemer. Det meste av tap av biodiversitet er forårsaket av fragmenterte habitater og intensivt jordbruk. Opprettelse av mindre verneområder (< 1 km²) i jordbruksområder kan ivareta biodiversitet som også tjener matproduksjonen. Kommisjonen hevder at LUC bidrar til større tap av biodiversitet enn klimaendringer (ref. mangler). Å sikre at arter klarer å tilpasse seg de raske endringene i klima krever vern av habitater og tilkoblingsbarhet (ref. 210).

Scientific targets and strategic directions for sustainable food production (side 469)

Tabell 2 setter de vitenskapelige målene eller rammene for matproduksjon slik de er foreslått av denne Kommisjonen. Strategiske retninger: 1) dekarbonisere verdikjeden for matproduksjon, utfasing av fossil energi i matproduksjonen + ikke over 5 Gt GHG-utslipp for øvrig (kun metan og lystgass; på nåværende nivå), 2) radikale endringer i effektivisering i bruk av N/P næringsstoffer, 3) umiddelbar stopp i tap av biodiversitet, 4) full stopp i ekspansjon av jordbruksarealer, 5) integrere 10 % økologisk konservering i eksisterende jordbrukslandskap og regenerere skogarealer (gjenplanting), 6) bevare 50 % av Klodens arealer (nåværende) for intakte økosystemer, 7) redusere matkasting/tap med 50 %, og 8) transformere til en bærekraftig intensivering av matproduksjonen, og ta i bruk bærekraftige prinsipper for jord, vann, næringsstoffer og sprøytemidler (*sistnevnte som forøvrig er «ikke-eksisterende» i denne rapporten*) og dermed revolusjonere jordbruket.

4.4.3 Forfatterens kommentarer til kapitlet

Generelle kommentarer

Ved grundig gjennomgang av EAT-Lancet rapporten ser man etter hvert at det er mange gjentakelser gjennom kapitlene, med varierende detaljeringsnivå ettersom man går fra «Executive Summary», via «Introduction» og til de enkelte kapitlene. I dette kapitlet går Kommisjonen igjennom de ulike bærekraftsmålene de har satt (*de seks miljøindikatorne som er beskrevet i Tabell 2*), først med en oversikt med global miljøstatus for hver, og deretter hvordan de har satt de «global boundaries» for hver enkelt miljøindikator. Kommentarene her vil derfor også bli litt preget av gjentakelser.

Deler av dette kapitlet er generelle betraktninger av jordbruksproduksjon og miljø, som de fleste kan være helt eller delvis enig i. Det kritikere av denne rapporten vil merke seg, er de betraktningene Kommisjonen har rundt «årsak og virkning» når det gjelder matproduksjon og miljøproblemer. Med andre ord, om matproduksjonen virkelig er ansvarlig for en så stor andel av de globale miljøproblemene som Kommisjonen vil ha det til. Også i dette kapitlet gjentas at «matproduksjonen er den største kilden til miljøforringelser og har den største effekten på jordas systemer». Referanser som kan underbygge disse påstandene mangler. I tillegg vil kritikere merke seg den noe omstendelige diskusjonen som til slutt fører fram til fastsettelse av de «globale tålegrensene». Alt i alt bærer dette preg av stor grad av usikkerhet, som kombinert med svak bruk av referanser for å fastsette tålegrensene, gir Kommisjonens vurderinger liten vitenskapelig tyngde. Når dette videre skal brukes som basis for å definere «et sunt kosthold fra bærekraftige matsystemer» (Kap. 5) bidrar dette til å forsterke de kritiske røstene som har kommet til hovedkonklusjonene i EAT-Lancet rapporten.

I dette delkapitlet sier Kommisjonen innledningsvis at metodene som er nødvendig for å minimere effektene av matproduksjon vil variere mellom regioner. Seinere i dette kapitlet er dette perspektivet nærmest fraværende, og den globale synsvinkelen blir igjen framherskende. Dette viser seg også i formuleringene fra Kommisjonen om at utvikling av en bærekraftig matproduksjon ikke lenger kan defineres kun som tiltak for å redusere miljøeffekter fra lokalt jordbruk. Man må løfte dette opp ved å «vurdere komplekse systemiske interaksjoner mellom lokalt til globalt nivå» og «identifisere globale tålegrenser som det globale jordbruket må holde seg innenfor». Dette skal «utvide perspektivet på hvordan bærekraftig matproduksjon defineres». På lokalt nivå (gårdsnivå) defineres kjennetegnet på bærekraftig matproduksjon kun som et system uten avrenning av næringstoffer (N og P).

Med dette viser Kommissjonen at deres vitenskapelige tilnærming til matproduksjon er påtagelig teoretisk, tilsynelatende med betydelig mangel på praktisk/agronomisk kunnskap. Synet på matproduksjonen er systemorientert og teknisk, uten praktisk forståelse for det store biologiske og agronomiske samspillet mellom natur, miljø, jordbruksareal, dyr og bonde som varierer fra gård til gård, mellom landsdeler og land, og mellom regioner og verdensdeler globalt. Det er på gårdsnivå produksjonen skjer, og det er på gårdsnivå tiltakene for å gjøre matproduksjonen mer bærekraftig må gjennomføres. Det globale perspektivet er en teoretisk, systembasert, analytisk tilnærming uten realistisk/praktisk forankring. Denne åpenbare svakheten med rapporten ser man også tydelig når tålegrensene for de ulike miljøindikatorene (klimagassutslipp, arealbruk, vannforbruk, N/P gjødsling og biodiversitet) blir diskutert og fastsatt.

Innledende kommentarer rundt de globale tålegrensene som er satt av Kommissjonen (Tabell 2):

Innledningsvis sier Kommissjonen at «de fastsatte tålegrenser» ikke tar hensyn til samspill mellom de ulike biologiske prosessene på Kloden, selv om det erkjennes «at slik dynamikk er gjeldende». Usikkerheten vises videre (Kap. 4.4.2) der de skriver at definisjonen av bærekraftig matproduksjon forutsetter at man setter tålegrenser. Videre at tålegrensene er basert på vitenskapelig rasjonelle litteratur kilder og Kommissjonens egne vurderinger, men at det er vanskelig å sette klare grenser med presisjon på grunn av vitenskapelig usikkerhet, naturlig variasjon og interaksjoner mellom de ulike prosessene på Kloden.

Kommentarer til miljøindikator «klimagassutslipp»:

Rapporten benytter følgende ekvivalenter: **Metan 56 kg CO₂-ekv**. Lystgass: 280 kg CO₂-ekv. Det **brukes altså en dobbelt så høy utslippsfaktor på metan** (i et 20 års perspektiv) som den vanlig benyttede (28 kg CO₂-ekv). i et 100 års perspektiv. IPCCs siste hovedrapport brukes som referanse, men det har ikke vært mulig å finne igjen argumentasjonen for et slikt uvanlig valg av utslippsfaktor for metan i denne IPCC rapporten. Valget av en så høy utslippsfaktor vil påvirke alle analyser knyttet til husdyr og metan i Kap. 5 betydelig, og selvsagt bidra til å gjøre klimaeffekten fra husdyrprodukter enda mer ekstrem enn man vanligvis ser i andre studier. Ikke bare er dette tendensiøst, det hindrer også sammenlikning av resultatene med andre studier.

I dette avsnittet hevder Kommisjonen igjen at reduksjon fra matproduksjonen er **avgjørende** for å nå 2-graders målet. Metan og lystgass må reduseres og verdens systemer for matproduksjon må transformeres fra å være netto C-utslippskilder til netto C-bindere. Dette framsettes igjen som en påstand uten referanser. Det er god grunn til å stille spørsmålet om hvordan det skal være mulig å omgjøre matproduksjonen til en netto karbon-binder når rapportens framtidige løsninger for matproduksjon baserer seg på monokulturer av matplanter og mineralgjødsel, som over tid fører til en utarming av organisk materiale (C-tap) i jorda.

Når IPCCs 5te hovedrapport er benyttet som kilde overfor, er det bemerkelsesverdig at estimatene på globale klimagassutslipp fra matproduksjon ikke også er hentet herfra. I stedet henter de beregninger for utslipp fra andre, lite betydningsfulle studier i sammenlikning, som alle gjennomgående presenterer høyere tall enn IPCC rapporten. IPCC rapportens tall for globale utslipp fra matproduksjonen er 5.0-5.8 Gt CO₂-ekv. per år, mens utslippene fra «Forest Other Land Use» (som legges sammen med A=Agriculture i klimaregnskapet, samlet i AFOLU) er oppgitt til 4.3-5.5 Gt CO₂-ekv. per år, samlet **9.3-11.3** Gt CO₂-ekv. per år. Tillegg fra fossilt CO₂ er 0.4-0.6 Gt CO₂-ekv. per år (som er tillagt transportsektoren).

EAT-Lancet rapporten oppgir høyere tall med større usikkerhet (2.2-6.6 Gt CO₂) fra FOLU og inkluderer et høyere tall for fossilt CO₂ (1,0 Gt/år) slik at samlede utslipp fra matproduksjon blir høyere (**8,5-13.7** Gt CO₂-ekv.) enn IPCC rapportens tall. Det mest kritikkverdige her er uansett at man ikke benytter sistnevnte rapport som hovedkilde.

Den generelle omtalen av utslippskilder fra jordbruket (fra dyr, gjødsel og energiforbruk) omtales som om CO₂ (ikke som metan) utgjør en stor andel av utslippene (C-tap fra jord ved kultivering, brenning av planterester, jord, organisk materiale og fra fossil energi (drivstoff, produksjon av innsatsfaktorer etc.). Også transport av matvarer framheves, selv om dette ikke kan tillegges matproduksjonen, men heller er et åpenbart resultat av betydelig økt urbanisering. Omtalen av CO₂ utslipp på gårdsnivå kan derfor oppfattes å være tendensiøs og unyansert, f.eks. ved at CO₂ fra LUC (avskoging) oppgis som utslipp fra jordbruket uten forbehold.

Avskoging har flere formål enn matproduksjon. Salg av tropisk trevirke er fortsatt (august 2019) høyt priset på verdensmarkedet, og det er ikke usannsynlig at dette er en medvirkende årsak til avskoging i tropiske områder, som deretter enkelt kan benyttes til matproduksjon. Klippene fra nettsider under bekrefter stor global handel, med høye priser på tropisk tømmer i

2019 (http://www.globalwood.org/market/timber_prices_2019/aaw20190502e.htm og https://www.ito.int/economic_market/timber_trade/). Bildet til høyre illustrerer EUs import av tropisk tømmer fra ulike land, der bl.a. Brasil er framtrædende.

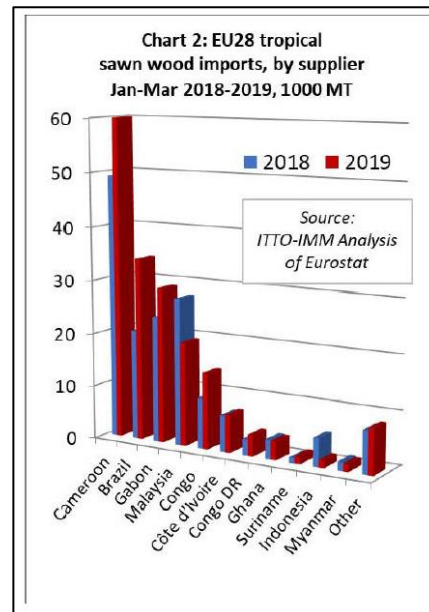
Report from Europe

EU tropical wood trade strong in the first quarter of 2019
 The EU's trade in tropical wood products was more buoyant in the first quarter this year compared to the same period in 2018.

Total imports of all wood products (classified in HS Chapter 44) from tropical countries in the first quarter of 2019 were 525,000 MT, 9% more than the same period in 2018. Import value increased 17% to €561 million.

This is surprising given that the wider economic situation in the EU is not particularly promising this year, the European Commission having recently downgraded GDP growth projections to only 1.4% for the whole of the EU in 2019 in response to signs of deteriorating economic conditions.

To some extent the rise in EU tropical wood imports so far in 2019 is only a reflection of just how poor the market was last year when imports for several commodities barely exceeded the record lows of the 2008-2009 financial crises. Nevertheless, it is encouraging that the rise in EU imports so far this year has been consistent across nearly all tropical wood product groups (Chart 1).



Kommentarer til miljøindikator «freshwater use»

Rapporten fokuserer på bruk av «freshwater», som er definert som bruk av overflatevann (bekker, elver, innsjøer og grunnvannsforekomster). Det er velkjent at dette er et økende problem i jordbruksområder som er avhengig av disse vannkildene. Imidlertid skriver jo Kommisjonen selv i rapporten at 84 % av de globale jordbruksarealene bruker regnvann, de resterende 16 % bruker vanning fra «freshwater». I følge rapporten utgjør disse vannressursene utgjør ca. 21 % av vannforbruket i Europa og 82 % i Afrika.

Grunnlaget for de «globale tålegrensene for matproduksjon» i EAT-Lancet rapporten er hentet fra artikkelen av Steffen et al. (2015), der man kan finne en figur (Figur 2) som illustrerer områdene på Kloden som er; utenfor, i ferd med å gå utenfor eller er innenfor sikre tålegrensener med hensyn på miljøbelastning (målt som forbruk av ferskvann, N og P omsetning og arealbruksendringer). Artikkelen er åpent tilgjengelig på nett (lett å finne figuren), se referanse bak i denne rapporten.

Med bakgrunn i denne illustrasjonen (Figur 2; Steffen et al., 2015) er det vanskelig å se hvordan man kan definere forbruk av «freshwater» som et globalt problem. Det framgår at de mest berørte områdene med hensyn på intensiv matproduksjon og overforbruk av vannreserver (fra elver, innsjøer og grunnvann etc.) er California samt Middelhavsområdet (Spania, Italia, Tyrkia) der andelen av den globale matproduksjonen (inkl. nøtter) er stor. Det samme gjelder større deler av India samt områder av Kina, som også har seriøst overforbruk av vannreserver.

Det må være åpenbart at dette er et regionalt, kanskje til og med et nasjonalt problemområde i noen områder. Forfatterne diskuterer i fullt alvor muligheten av å transportere vann fra regioner med overskudd til områder som har problemer med vannforsyningen, men konkluderer at det ikke er mulig på grunn av handelspolitiske hindringer.

Mange vil vel mene at dette forslaget framstår som teoretisk og lite gjennomførbart rent praktisk. Konklusjonen er vel heller at tiltak må settes i verk for å endre eller redusere nåværende matproduksjon i disse områdene. Et annet merkelig poeng her er at mens vanntransport oppfattes som vanskelig på grunn av global handelspolitikk, nevnes overhodet ikke slik bekymring når det gjelder realismen i uhindret global handel med matvarer, noe som er en vital forutsetning for å kunne gjennomføre «The Great Food Transformation».

Kommentarer til miljøindikator «mineralgjødning» (Nitrogen og fosfor):

En gjennomgang av forfatterlisten til EAT-Lancet rapporten tyder på dårlig representasjon av forskere med landbruksfaglig bakgrunn og tilhørighet i Kommisjonen. Dette kan være forklaringen på at dette kapitlet om mineralgjødning (N og P) fremstår med større uklarhet og mer begrensede kunnskaper enn innenfor helseområdet. Etter en generell omtale av miljøeffekter av overforbruk av gjødning, som de fleste også her kan være enige i, er kommentaren når det gjelder N-prosessen knyttet til jordbruk; «Nitrogen tap til luft og vann gir økt konsentrasjon av N umiddelbart, ettersom N ikke akkumuleres i jord» faktisk feil. For øvrig er dette kapitlet sterkt preget av usikkerhet rundt vurderingene av framtidig behov for N for å fø en voksende befolkning. Her veksler vurderingene fra en tålegrense til en annen, før forfatterne ender opp på en øvre tålegrense for N-tilførsel som er på nivå med dagens forbruk globalt.

Forfatterne innser åpenbart at det er behov for betydelige mengder mineralgjødning i deres framtidige planer for en global matproduksjon der fraværet av husdyrgjødning blir betydelig. Derfor ender de opp med å bli nokså svevende i sine begrunnelser for fastsettelse av tålegrensene. Er tre vitenskapelige publikasjoner et tilstrekkelig faglig grunnlag for å sette disse «global boundaries» som «alle» skal rette seg etter? De fleste forskere vil nok mene nei. Dette blir enda mer besynderlig når man studerer illustrasjonen over globalt forbruk av nitrogen i Figur 2 i Steffen et al. (2015; ref.2). Figuren viser at de kritiske sonene for miljøbelastning som følge av overforbruk av Nitrogen er konsentrert i områder i Nord-Amerika, Vest-Europa, nordlige deler av India og deler av Kina, mens de største delene av Kloden er «grønne soner»/ikke kritiske.

Igjen kan man påpeke: Overforbruk av Nitrogen er ikke et globalt, men et regionalt, eller kan også være et nasjonalt problem i noen deler av verden, mens andre områder ikke er inkludert i «faresoner». Et liknende bilde og liknende konklusjoner kan gis for den globale fosfor-situasjonen, (Steffen et al.; ref.2) som ikke omtales videre her.

Kommentarer til miljøindikator «biodiversitet» og «land-system change»:

Generelt preges diskusjonen her av de samme usikkerhetsmomentene som er omtalt under de andre miljøindikatorne, og det preger også fastsettelsen av de globale tålegrensene. Faglig usikkerhet knyttet til biodiversitet skyldes kunnskapsmangel som følge av manglende global og nasjonal satsning på biologisk forskning gjennom årtier, og er også en årsak til problematikken rundt tap av biodiversitet i seg selv. Selvsagt framstiller Kommisjonen det som om matproduksjonen, særlig knyttet til rydding av land til matproduksjon, er den største driveren til tap av biodiversitet. Tropiske områder får mye fokus i rapporten (med rette), mens tap av biodiversitet som følge av reduksjoner i jordbruk/matproduksjon (f.eks. knyttet til beitende husdyr) får lite eller ingen omtale overhodet. Dette til tross for at man (Kap. 4.4.2.5 her) omtaler betydningen av beiteland for biodiversitet og C-binding. Omtale mangler også når det gjelder tap av biodiversitet som følge av nedbygging av natur til industrielle formål, urbanisering osv. Kommisjonen diskuterer heller ikke nedbygging av naturområder for å skaffe alternative, fossil-frie energikilder, og hvilke konsekvenser dette kan gi for biodiversitet. Alt er konsentrert om matproduksjonens negative effekter på natur og miljø.

Kommentar til de vitenskapelige målene som settes for framtidig matproduksjon:

- * Dekarbonisere verdikjeden for matproduksjon, utfasing av fossil energi i matproduksjonen
 - * Max. 5 Gt GHG-utslipp for øvrig (kun metan og lystgass; på nåværende nivå),
 - * Radikale endringer i effektivisering i bruk av N/P næringsstoffer
 - * Umiddelbar stopp i tap av biodiversitet
 - * Full stopp i ekspansjon av jordbruksarealer
 - * Integre 10 % økologisk konservering i eksisterende jordbrukslandskap og regenerere skogarealer
 - * Bevare 50 % av Klodens arealer (nåværende) for intakte økosystemer
 - * Redusere matkasting/tap med 50 %
 - * Transformere til en bærekraftig intensivering av matproduksjonen
- og ta i bruk bærekraftige prinsipper for jord, vann, næringsstoffer og sprøytemidler (*sistnevnte som er ikke-eksisterende i denne rapporten*) og dermed revolusjonere jordbruket.

Tatt i betraktning alle de betydelige faktorene og (motstridende) interessene (politiske, økonomiske, industrielle, sosiale osv.) som ikke er diskutert i rapporten, men som kan/vil opptre som betydelige hindringer for gjennomføring av EAT-Lancet Kommisjonens planer: Alt dette er prisverdig nok som mål, men lite realistisk dersom man ikke tar tak i hovedårsakene til de globale problemene; befolkningsvekst, økonomisk vekst, forbruk av energikilder og materielt forbruk som følger med. Fokuset på matens betydning blir i et slikt perspektiv betydelig overdrevet etter denne forfatterens oppfatning.

4.5 Achieving healthy diets from sustainable food systems (Section 3)

Dette kapitlet er en komprimert oversettelse av «Section 3», bortsett fra inndelingen i kapitler.

(Referanser henviser til rapportens referanseliste, se denne for detaljer). Uthevelser i bold er gjort av forfatteren av denne rapporten, som også har lagt inn egne forklaringer i parentes/kursiv enkelte steder.

4.5.1 Introduction (side 470)

Man står overfor formidable utfordringer i å skulle utvikle et bærekraftig matsystem som kan forsyne en voksende populasjon med sunn mat. Kommisjonen bidrar med en modell for et globalt matsystem som kan analysere hvilke kombinasjoner av **raskt implementerbare mål (Tabell 4, side 470)** som er nødvendige for å holde seg innenfor de miljømessige tålegrensene for matproduksjon (Tabell 2) og samtidig kunne levere sunne dietter i 2050. Målet er å finne et sett med tiltak innenfor disse vitenskapelige målene som er satt av denne Kommisjonen for å oppnå human helse og miljømessig bærekraft.

4.5.2 Environmental effects of foods (side 470)

Det er vanskelig å sammenlikne med presisjon og høy grad av sikkerhet hva som er miljøfotavtrykket til hver enkelt matvare (*pga. metodisk inkonsistens og datamangel*). De fleste studier inkluderer bare GHG, og nyere reviewer av litteraturen viser analyse mangler og underrepresentasjon av sentrale faktorer for påvirkning av miljøet. Vurderinger av biodiversitet, dyrevelferd, avrenning av næringsstoffer og bruk av kjemikalier er generelt fraværende. Men, resultater fra en stor og økende mengde studier viser tydelig et veldig sannsynlig hierarki når det gjelder miljøeffekter av ulike større kategorier matvarer. Clune m.fl. (2017; ref. 216) presenterte f.eks. GHG fra ulike kategorier matvarer fra LCA studier som viste at kornvarer, frukt, og grønnsaker har den laveste miljøeffekten per porsjon og kjøtt fra

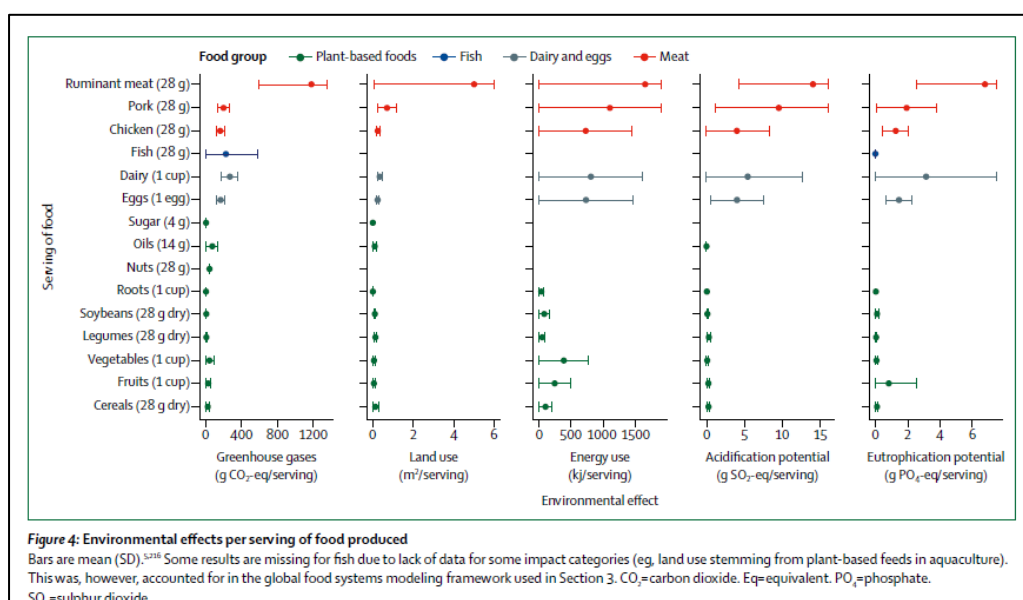
drøvtyggere den høyeste miljøeffekten per porsjon. Andre studier har sett på vannforbruk (ref. 217).

Generelt viser studier (ref. mangler) samsvar i at plantebaserte matvarer forårsaker færre miljøskader per enhet vekt, per porsjon, per enhet energi og per protein vekt enn det mat fra husdyr gjør, og over flere ulike miljøindikatorer (Figur 4 side 471). Sjømat er en spesielt varierende matvaregruppe og miljøbelastningen kan variere i betydelig grad, avhengig av om man ser på villfisk, skjell, skalldyr eller oppdrettsfisk. Hvordan man sammenlikner miljøbelastning med ulike enheter; per kcal, per gr. protein, per porsjon, vil være avhengig av det næringsmessige bidraget for hver enkelt matvare, noe som kan være misvisende. For eksempel vil grønnsaker med lite kalorier per porsjon komme ut med høyt miljøfotavtrykk dersom man bruker kcal som sammenlikningsgrunnlag.

4.5.3 Environmental effects of overall dietary patterns (side 470)

(Dette kapitlet er en ren gjengivelse av resultater fra studier, ikke Kommisjonens egne resultater. Disse viser litt andre konklusjoner, se Kap.4.5.4).

De mange studiene som har sett på bærekraften i ulike dietter, finner at å erstatte husdyrbasert mat med plantebasert er minst miljøbelastende (ref. 5,6, 218-220). Vegansk og vegetarisk kosthold har størst reduksjon i klimagassutslipp og arealbruk (ref. 5, 221), og vegetarisk er i tillegg lavest på vannforbruk (ref. 219). Å erstatte drøvtygger produkter med fisk, svin eller fjørfe reduserer også miljøeffekter, men ikke så mye som plantebaserte (ref. 220). Disse refererte studiene viser at et plantebasert kosthold vil føre til lavest miljøeffekter og bedret helse (Seksjon 2). I motsetning til dette har «agricultural studies» undersøkt potensial for teknologi og management som kan redusere miljøeffektene, f.eks. øke avlinger på jordbruksarealer og forbedre vann og næringstilførsel (ref. 140, 184, 222)



Figur 4 (side 471)

4.5.4 Scenarios for achieving healthy diets from sustainable food systems

For å analysere miljøeffektene av ulike tiltak på hver enkelt tålegrense for matproduksjon bruker Kommisjonen en global modell med detaljnivå ned på enkeltland, som omregner kostholdsmønstre, som f.eks. Referansedietten, til tilhørende ressursbehov for matproduksjon (Tabell 4). Modellen inkluderer nåværende og framtidige framskrivninger for matvarebehov, handel, behov for husdyrfôr, prosessering av oljefrø og sukkerplanter og «non-food demands for agricultural products by industry» (*uklart, men antar at dette er innsatsfaktorer som kreves i matindustrien*). Full beskrivelse av modellen i EAT-Lancet, Appendix (side 19-23) og i Springmann et al (2018) (ref. 187).

For å estimere miljøeffektene av matproduksjon kobles modellens estimater av matvarebehov i 2050 med lands-spesifikke miljøfotavtrykk vi hentet inn fra ulike kilder (EAT-Lancet, Appendix side 24; ref. 211, 223-225). Våre resultater viser at husdyrbasert mat har høye miljøfotavtrykk per porsjon for klimagassutslipp, arealbruk, vannforbruk og N/P krav, som støtter andre studier (ref. 32). De totale miljøeffektene er bestemt ved å kombinere region-spesifikke miljøfotavtrykk per enhet mat koblet opp mot estimert matvarebehov i regionen. Beregning av framtidig matvarebehov i modellen er påvirket av antatt befolkningsvekst og lønnsvekst (GDP). Befolkningsveksten (*el. total folkemengde*) endrer det absolutte kravet til mengder mat og lønnsnivået vil påvirke hvilke matvarer som produseres. Det forventes at økte inntekter (GDP) vil gi økt etterspørsel etter matvarer som kjøtt, meieri, frukt og grønnsaker (ref. 226, FAO).

Kommisjonens «business as usual» (BAU) scenario følger en moderat sosioøkonomisk trendlinje (EAT-Lancet, Appendix side 1), at den globale befolkningen øker med 30 % og at inntekten tredobles (ref. 211). For dette scenariet beregnes at klimagassutslipp, arealkrav, behov for vann («freshwater») og mineralgjødsel (N/P) vil øke med 50-90 % (*usikkert!*) fra 2010 til 2050 i fravær av tiltak for betydelige reduksjoner (ref. 187). En slik utvikling går utenfor Klodens tålegrenser (Figur 5 side 472). Ulike matvaregrupper påvirker i ulikt omfang: Mat fra husdyr er ansvarlig for omtrent 75 % av klimaendringene, mens basismatvarer som hvete, ris og andre kornvarer vil være ansvarlig for 33 – 50 % av effektene av de andre miljøfaktorene. (*I BAU alternativet i Figur 6 må det også være forutsatt konkrete tall for matinntak, inkludert animalske produkter, ut fra en gitt forutsetning om at forbruket øker i takt med befolkningsvekst og økonomisk vekst. Dessverre er slike tall ikke oppgitt.*)

Flere mål vil redusere miljøbelastningene: Kommisjonen analyserte dette i tre kategorier: Kostholdsendringer, tekniske/management-relaterte endringer i matproduksjonen, og reduksjoner i tap av mat og matkasting. Målene som er vurdert (Tabell 4) har vært foreslått i vitenskapelig litteratur (ref. mangler), og noen er definert som globale mål (matkasting, FAO, SDG goal, ref. 27).

Tabell 4 (side 470) beskriver:

1. Dietary shift

Referansedietten: (Tabell 1)

Vegetarisk: Kjøttprotein kilder erstattet med en mix av plantebaserte proteiner og frukt og grønnsaker, kostholdet inkluderer egg og meieriprodukter

Vegan: Alle husdyrbaserte proteinkilder erstattet av en mix av plantebaserte proteiner og frukt og grønnsaker, kostholdet inkluderer ikke egg og meieriprodukter

Pescatarian: Kjøttprotein kilder erstattet med en mix av sjømat og frukt og grønnsaker, kostholdet inkluderer egg og meieriprodukter

Assumptions	
Dietary shift	Reference (table 1); vegetarian: meat-based protein sources replaced by a mix of plant-based proteins and fruits and vegetables (eggs and dairy consumed); vegan: all animal-based protein sources replaced by a mix of plant-based proteins and fruits and vegetables (no eggs and dairy consumed); pescatarian: meat-based protein sources replaced by a mix of seafood and fruits and vegetables (eggs and dairy consumed)
Improved production practice (PROD)	Standard level of ambition for improved food production practices including closing of yield gaps between attained and attainable yields to about 75%; ^{184,211} rebalancing nitrogen and phosphorus fertiliser application between over and under-applying regions; ¹⁸⁴ improving water management, including increasing basin efficiency, storage capacity, and better utilisation of rainwater; ²¹¹ and implementation of agricultural mitigation options that are economic at the projected social cost of carbon in 2050, ²¹² including changes in irrigation, cropping and fertilisation that reduce methane and nitrous oxide emissions for rice and other crops, as well as changes in manure management, feed conversion, and feed additives that reduce enteric fermentation in livestock ²¹³
Improved production practice (PROD+)	High level of ambition for improved food production practices on top of PROD scenario, including additional increases in agricultural yields that close yield gaps to 90%; ¹⁸⁴ a 30% increase in nitrogen use efficiency, ²¹⁴ and 50% recycling rates of phosphorus; ²¹⁵ phase-out of first-generation biofuels, and implementation of all available bottom-up options for mitigating food-related greenhouse-gas emissions ²¹³
Reduced food waste and loss (halve waste)	Food losses and waste reduced by half, in line with Sustainable Development Goals target 12.3

Table 4: Measures considered for reducing environmental effects of food production

2. PROD: Improved production practice

Dette er ifølge Kommisjonen et standard ambisjonsnivå for forbedrede produksjonsmetoder som inkluderer å dekke opp «yield gap» med ca. 75 % (ref. 184, 211), redistribuere N og P fra regioner med overforbruk til regioner med underforbruk (ref. 184), forbedre vannhusholdningen fra elver, innsjøer og grunnvann («freshwater») (ref. 211), implementere reduksjoner i klimagassutslipp (GHG) som er økonomisk lønnsomme i forhold til den sosiale kostnaden ved karbon i 2050 (ref. 212), endringer i vanning, dyrkningsmetoder og gjødsling som reduserer metan og lystgassutslipp fra ris og andre vekster. I tillegg endringer i håndtering

av husdyrgjødsel, fôreffektivitet, og fôrtilsetninger som reduserer enterisk metanutslipp fra drøvtyggere (ref. 213).

3. PROD+: Improved production practice

Høyt ambisjonsnivå for forbedrede produksjonsmetoder **i tillegg til PROD**, inkl. å dekke opp «yield gap» med ca. 90 % (ref. 184), 30 % økt effektivitet i N-forbruk og 50 % resirkulering av P (ref. 214, 215), utfasing av 1.generasjons biodiesel, og implementering av alle muligheter for å redusere mat-relaterte GHG-utslipp (ref. 213) (*for sistnevnte ikke spesifisert hvilke tiltak eller hvor mye reduksjon i kg CO₂ man regner med*).

4. Redusere matkasting og tap av mat 50 %:

Et tiltak i overensstemmelse med FNs bærekraftsmål (SDG) nr. 12.3

Analysene viser at for å holde seg innen tålegrensene, må det gjennomføres en kombinasjon av kostholdsendringer og management-relaterte endringer (Figur 6). Figuren viser at ingen enkelttiltak er tilstrekkelig for å kunne holde seg innenfor alle tålegrenser samtidig.

I teksten følger Kommissjonen her opp med kommentarer til Figur 6. Disse er samlet i kapitlene 4.5.4.1 til 4.5.4.5 i denne (NMBU) rapporten.

4.5.4.1 Climate change

Mange studier har analysert muligheter for å redusere klimagassutslipp fra matproduksjonen. Selv om produksjonsmetoder er viktige (ref. 213, 220, 227) er det mange studier som framhever at endringer i kostholdet mot plantebasert har stort potensial for GHG-reduksjoner, noe som sannsynligvis er «**probably needed**» for å nå 2 graders målet (ref. 5,6,228). Kommissjonen nevner tiltak som å endre vannings-, dyrkings- og gjødslingsmetoder for å redusere metan og lystgass utslipp fra ris og andre plantevekster, i tillegg til endringer i håndtering av husdyrgjødsel, fôrutnytting og fôrtilsetninger som reduserer metanutslipp (ref. 213).

Kommissjonen estimerer at endringer i produksjonsmetoder kan redusere GHG-utslipp fra jordbruket med 10 % mens overgang til plantebasert kosthold vil redusere utslippene opp til 80 % + ytterligere 5 % ned med halvering av matkasting/tap. Årsaken til at endringer i produksjonsmetoder er lite effektivt i forhold er fordi de fleste utslippene er assosiert med husdyrprodukter hvis egenskaper, slik som enterisk metan fra drøvtyggere, **har lite potensial for endringer** (*se kommentarer bak*). En overgang til mer plantebaserte dietter vil bidra til at matproduksjonen holder seg innenfor tålegrensen for klimaendringer.

			Greenhouse-gas emissions (Gt CO ₂ -eq/yr)	Cropland use (M km ²)	Water use (M km ³)	Nitrogen application (Tg)	Phosphorus application (Tg)	OPTM biodiversity loss (E/MSY)	MAN biodiversity loss (E/MSY)	OPTN biodiversity loss (E/MSY)	NAT biodiversity loss (E/MSY)
Food production boundary			5.0 (4.7-5.4)	13 (11.0-15.0)	2.5 (1.0-4.0)	90 (65.0-140.0)	8 (6.0-16.0)	10 (1-80)	10 (1-80)	10 (1-80)	10 (1-80)
Baseline in 2010			5.2	12.6	1.8	131.8	17.9	100	100	100	100
Production (2050)	Waste (2050)	Diet (2050)	--	--	--	--	--	--	--	--	--
(1)											
BAU	fullwaste	BAU	9.8	21.1	3.0	199.5	27.5	2	36	153	1067
BAU	fullwaste	reference	5.0	21.1	3.0	191.4	25.5	2	45	120	1309
BAU	fullwaste	pescatarian	3.2	20.6	3.0	189.7	25.3	2	46	118	1313
BAU	fullwaste	vegetarian	3.2	20.8	3.1	186.9	24.7	2	48	122	1374
BAU	fullwaste	vegan	2.1	20.7	3.3	184.1	24.4	2	50	128	1431
(2)											
BAU	halvewaste	BAU	9.2	18.2	2.6	171.0	23.2	1	24	105	716
BAU	halvewaste	reference	4.5	18.1	2.6	162.6	21.2	2	32	81	940
BAU	halvewaste	pescatarian	2.7	17.6	2.6	160.0	20.8	2	33	78	940
BAU	halvewaste	vegetarian	2.7	17.8	2.7	158.5	20.5	2	35	83	1000
BAU	halvewaste	vegan	1.7	17.7	2.8	155.0	20.0	2	36	90	1051
(3)											
PROD	fullwaste	BAU	8.9	14.8	2.2	187.3	25.5	1	7	68	237
PROD	fullwaste	reference	4.5	14.8	2.2	179.5	24.1	1	14	54	414
PROD	fullwaste	pescatarian	2.9	14.6	2.2	178.2	24.0	1	15	54	426
PROD	fullwaste	vegetarian	2.9	14.6	2.2	175.5	23.6	1	15	56	462
PROD	fullwaste	vegan	2.0	14.4	2.3	172.8	23.4	1	17	59	507
(4)											
PROD	halvewaste	BAU	8.3	12.7	1.9	160.1	21.5	0	3	41	103
PROD	halvewaste	reference	4.1	12.7	1.9	151.7	20.0	1	9	33	270
PROD	halvewaste	pescatarian	2.5	12.4	1.9	149.3	19.8	1	9	34	281
PROD	halvewaste	vegetarian	2.5	12.5	1.9	148.0	19.5	1	10	36	317
PROD	halvewaste	vegan	1.6	12.3	2.0	144.6	19.2	1	12	40	358
(5)											
PROD+	fullwaste	BAU	8.7	13.1	2.2	147.6	16.5	1	10	61	292
PROD+	fullwaste	reference	4.4	12.8	2.1	140.8	15.4	1	14	47	414
PROD+	fullwaste	pescatarian	2.8	12.4	2.2	139.3	15.3	1	15	46	424
PROD+	fullwaste	vegetarian	2.8	12.5	2.2	136.6	14.8	1	16	47	456
PROD+	fullwaste	vegan	1.9	12.3	2.3	133.5	14.4	1	17	49	494
(6)											
PROD+	halvewaste	BAU	8.1	11.3	1.9	128.2	14.2	0	7	38	196
PROD+	halvewaste	reference	4.0	11.0	1.9	121.3	13.1	0	10	28	290
PROD+	halvewaste	pescatarian	2.4	10.6	1.9	118.8	12.9	0	10	27	298
PROD+	halvewaste	vegetarian	2.4	10.7	1.9	117.6	12.6	0	11	29	330
PROD+	halvewaste	vegan	1.5	10.5	2.0	113.9	12.1	0	12	33	366

Figure 6: Various scenarios demonstrating the environmental effects of implementing measures considered for reducing environmental effects of food production. Colours indicate whether environmental effects transgress food production boundaries. Red cells indicate above upper range value. Orange cells indicate above boundary but below upper range value. Light green cells indicate below or equal to boundary but above lower range value. Scenarios increase in ambition from 1 to 6, with 1 being low and 6 being high. Gt CO₂-eq/yr=Gt of carbon dioxide equivalent per year. OPTM=optimisation managed habitat. E/MSY=extinctions per million species-years. MAN=managed or secondary habitat. OPTN=optimisation natural habitat. NAT=natural habitat. BAU=business as usual. PROD=improved production practice. PROD+=improved production practice+.

4.5.4.2 Land-system change

Framtidig arealbruk avhenger i stor grad av avlingsnivå og hvilke plantevekster som dyrkes (ref. 140, 144, 184, 226). Dette er igjen avhengig av kostholdsvalg, teknologiendringer og dyrkningsmetoder. Det er estimert at nåværende økninger i avlinger er for små i hvete, ris, mais og soyabønner hvis trendene med økt forbruk av husdyrprodukter fortsetter (ref. 229). For øyeblikket går omtrent 2/3 av all soya, mais og bygg, og ca. 1/3 av alt korn som dyrkes brukes til husdyrfôr, så reduksjoner i andelen husdyrprodukter i kostholdet gjør at planteavlingene kan brukes til andre formål (ref. 144).

Kommisjonen påpeker at selv slike kostholdsendringer ikke nødvendigvis resulterer i redusert bruk av jordbruksareal, fordi dette vil avhenge av avlingene av de «nye» vekstene som ikke er så bra som man kunne forvente. Fokus de siste tiårene har vært forskning på å øke avlinger på et fåtall plantearter (ref. 230, 231). EAT scenariene inkluderer store mengder ernæringsmessig viktige, men lavproduktive planter som belgvekster og nøtter (ref. 144). Figur 6 viser lite reduksjon i arealbruk ved endret kosthold (0-2 %). **Årsak til at ikke mer arealreduksjon ble**

oppnådd av kostholdsendringer alene var at arealreduksjonene i land med mye husdyrproduksjon ble kompensert med mer arealbruk i land som nå har dårlig kosthold med mye korn («grain»). (NB: se også siste kapitel om konsekvensene for norsk matproduksjon med overgang til plantebasert kosthold.)

Beregningene viser at reduksjon i arealbruk for husdyrfôr i stor grad ble erstattet av store økninger i arealbruk for belgvekster og nøtter som har lave avlinger. Foredlingsarbeid på disse vekstene kan være en effektiv strategi for å redusere arealbruk ved å endre kostholdet i en retning av inntak av store mengder belgvekster og nøtter.

Våre (Kommissjonens) estimater ved framskrivninger for avlingsøkninger og endringer i matkasting/tap er mer rett-fram. Basert på slike data regionvis viser estimatene at det ikke vil bli nødvendig med økninger i arealbruk hvis «yield gap» reduseres med 75 % og man halverer matkasting/tap (alternativ PROD-half-waste i Figur 6).

4.5.4.3 Freshwater use

Tidligere studier har vist betydningen av å bedre vanningsystemer for å øke effektiviteten i vannforsyningen til matproduksjonen (ref. 232), tilsvarende effekter oppnås med endringer i kosthold gjennom reduksjon av mat fra husdyr (ref. 233). Gjennom analyser med hydrologiske modeller (ref. 211) estimerte Kommissjonen at endrede produksjonsmetoder (PROD) kan redusere vannforbruket med 30 %, mens halvering av matkasting/tap (halve-waste) kan redusere vannforbruket med ca. 13 % (ref. 187).

For kostholdsendringer fant de det samme som for arealbruk. Vannforbruket kan øke med 1-9 % fordi reduksjoner som følge av mindre husdyrprodukter i kostholdet (*tall oppgis ikke*) og reduksjon i sukkerforbruket (*tall oppgis ikke*) er overkompensert med økninger relatert til høyere forbruk av nøtter og belgvekster i kostholdet. **Den laveste reduksjonen i vannforbruk** («the lower end of the reductions» var for de mer plante-baserte scenariene som inkluderer store mengder vannintensive nøtter og belgvekster (*se under kommentarer vedr. denne formuleringen, dette er ingen reduksjon, dette er en faktisk økning, jfr Figur 6*). I følge deres estimater kan man oppnå å holde seg innenfor tålegrensene for vannforsyning ved økt effektivitet i vannhusholdningen kombinert med reduksjon i matkasting/tap. **Regioner som allerede nå er i vannmangel og utenfor tålegrensene er ikke inkludert i disse vurderingene** («...our analysis does not highlight regions or nations that currently face water shortage.....») Dette er diskutert i mer detalj i Kap. 3 og i Appendix (side 17). (Se side 473

i EAT-Lancet) (*Det finnes ikke noe Kap. 3 i EAT-Lancet rapporten, oversettelsen her tilhører Section 3*).

4.5.4.4 Nitrogen and Phosphorus application

Å redusere de negative effektene av overforbruk av N og P får økende oppmerksomhet. Fokus er rettet mot teknologidrevne endringer i økt effektivitet (ref. 234), som inkluderer forbedring i management av husdyr og husdyrgjødsel (ref. 235-237), økt presisjon og bedre distribusjon av mineralgjødsel (ref. 184, 232, 237), resirkulering av næringsstoffer fra kloakk (ref. 214), reduksjon i matkasting (ref. 236 og kostholdsendringer med mindre husdyrprodukter (ref. 236). Det henvises til ref. 187 for resultater fra ulike analyser/optimaliseringer der modellene viste at man kan oppnå ca. 26 % reduksjon i N forbruk og inntil 40 % reduksjon i P forbruk ved å kombinere tiltak som nevnt over. Reduksjon i husholdningsavfall/tap kan gi opptil 15 % reduksjon av hver av næringsstoffene N og P, mens overgang til kosthold med lite husdyrprodukter kan redusere gjødselbehovet med ca. 10 %.

Å holde seg under øvre grense for N og P krever de mest ambisiøse endringene i praksis for matproduksjon, kostholdsendringer og reduksjoner i matkasting og tap (*helt ned til alternativ 5 og 6 i Figur 6*). Kommisjonen skriver at det likevel er en utfordring å holde seg innenfor tålegrensene, og at resultatene viser behovet for ytterligere tiltak for å kontrollere forbruket.

4.5.4.5 Biodiversitet

Studier som har undersøkt effekter av ekspansjon av jordbruksland finner at endringene er mest alvorlige der biodiversiteten er høyest (ref. 16, 190, 197), dvs. der tropisk regnskog/naturlige habitater blir omgjort til jordbruksland. Dette gjelder særlig sammenliknet med arealer som er sekundære eller degraderte habitater.

Dette stemmer med Kommisjonens resultater (Figur 6), som finner at jordbruksland og utryddingsrate er synergistisk, og at man oppnår de største reduksjonene i tap av biodiversitet ved forbedrede produksjonsmetoder og å redusere matkasting/tap. Det er store regionale forskjeller, der de fleste utryddelser skjer i tropiske land og på øyer med høy rikdom av lokale arter. Utryddingsgraden kan reduseres på ulike måter; ved å konsentrere opprettelse av nytt jordbruksland på sekundær habitater (hogstfelt og plantasjer) eller andre påvirkede økosystemer (beiter og rangeland/stepper) kan andelen tapte arter reduseres med mer enn 90 %. For det andre kan forbedrede produksjonsmetoder og management redusere behovet for

utvidelse av jordbruksland og har den største effekten på å opprettholde global biodiversitet, dvs. mer enn 75 % reduksjon i tap av arter relativt til BAU (Figur 6). For det tredje kan halvering av matkasting/tap redusere tap av arter med inntil 33 % sammenliknet med BAU, men dette alternativet har et mindre potensial enn andre mål (kostholdsendringer og forbedrede produksjonsmetoder) til fordel for biodiversitet.

De fant videre (Figur 6) at Referansedietten eller en av de andre diettene i Figur 6 kan ØKE utryddelsen av arter dersom arealbruksendringer skjer «in areas of food production» (*her mener de nok landene som nå har hovedproduksjonen av de plantene man skal spise mer av, dvs. nøtter og belgvekster*). Denne effekten er i hovedsak knyttet til forutsetningen om et kaloriinntak på 2500 kcal/person i land der kaloriinntaket er lavere enn dette og der man får en endring i planteproduksjonen i form av økt produksjon av nøtter og belgvekster (som er nødvendige for å støtte Referansedietten). Men: disse resultatene forutsetter at innenlandsk produksjon (i disse lavkalorilandene) skal dekke en del av det økte matvarebehovet. Å rebalansere den regionale produksjonen basert på å hensynta biodiversitet kan redusere disse tilleggsbelastningene og har den største effekten for å redusere tap av biodiversitet (Figur 6) (ref. 144, 206) (*Dette må oppfattes som at produksjonen av belgvekster og nøtter skal økes i industrialiserte land, som skal selge dette til de opprinnelige produksjonslandene-, for det meste utviklingsland*). Resultater fra alle Kommisjonens optimaliserings scenarier kan finnes i EAT-Lancet, Appendix (side 25). I Appendix side 26 finnes biodiversitetsdata som integrerer effekt av ekspansjon av jordbruksland der man har allerede påvirkede habitater på landoptimalisering over i enkle datasett (*uklar mening for denne forfatteren*).

Å holde seg under øvre tålegrense for tap av biodiversitet krevde de mest ambisiøse forbedringer i matproduksjonsmetoder, kostholdsendringer og reduksjon i matkasting/tap. At man bare kom ned mot tålegrensen i de mest ambisiøse scenariene viser med all tydelighet nødvendigheten av å ha flere tiltak utover de foreslåtte (ref. 238). Dette kan være nye beskyttede områder, utvidelse og sterk håndhevelse av beskyttende områder i nøkkelområder for biodiversitet og **øke den internasjonale handelen fra land med høye avlinger og lav biodiversitet til land med lave avlinger og høy biodiversitet** (ref. 16, 202, 203) samt minimere ekspansjon av jordbruksarealer i artsrike områder.

4.5.4.6 Sensitivitetsanalyser

Det ble utført en serie med sensitivitetsanalyser for å se på tilleggsaspekter når det gjelder kosthold som er viktige for å holde seg under tålegrensene for matproduksjon.

Sammensetningen på The Reference Diet» ble variert ved å endre innholdet av kjøtt og meieriprodukter og også ved å redusere kaloriinnholdet i dietten til 2100 kcal/dag (Figur 7). Endringene innebar å øke kjøttinntaket fra 100 gr/uke og melkeinntaket fra 250 gr/dag (Referansedietten) til hhv. 300 gr/uke av kjøtt og 500 gr/dag av melk. Resultatene viste at klimagassutslippene økte med nesten 50 %, og økte også andre miljøeffekter sammenliknet med det som ble funnet i Figur 6. (For effekt av f.eks. økt kjøttinntak sammenlikner man her de tre øverste alternativene i Figur 7 koblet mot «reference diet» og «halve waste» i Figur 6 for hhv. BAU, PROD og PROD+. Noe forvirrende er det at BAU scenariet i Figur 7 likevel ikke kan omfatte like stort kjøttforbruk som BAU alternativet i Figur 6, fordi klimautslippene er lavere. Sammenlikningene som gjøres her lider generelt under manglende info om forutsetninger. Det oppgis heller ikke hvilke matvarer som ble redusert i 2100 kcal alternativet).

Ingen av scenariene for endringer i kosthold i Figur 7 kunne kombineres med PROD for å bli en anvendelig kombinasjon innenfor tålegrensene. I kontrast til dette fant de at å redusere kaloriinntaket til 2100 kcal, et inntak der man reduserer BMI til 22 kg/m² globalt som også er i overensstemmelse med WHO sitt råd for en helse riktig kroppsvekt og fysisk aktivitetsnivå (ref. 240), gav en svak reduksjon i miljøeffekter sammenliknet med scenariene i Figur 6.

			Greenhouse-gas emissions (Gt CO ₂ -eq/yr)	Cropland use (M km ²)	Water use (M km ³)	Nitrogen application (Tg)	Phosphorus application (Tg)	OPTM biodiversity loss (E/MSY)	MAN biodiversity loss (E/MSY)	OPTN biodiversity loss (E/MSY)	NAT biodiversity loss (E/MSY)
Food production boundary			5.0 (4.7-5.4)	13 (11.0-15.0)	2.5 (1.0-4.0)	90 (65.0-140.0)	8 (6.0-16.0)	10 (1-80)	10 (1-80)	10 (1-80)	10 (1-80)
Production (2050)	Waste (2050)	Diet (2050)
BAU	halve waste	ref high meat	6.7	18.7	2.8	168.9	23.0	2	36	108	1029
PROD	halve waste	ref high meat	6.0	13.0	2.0	158.7	21.4	1	9	41	268
PROD+	halve waste	ref high meat	5.9	11.5	2.0	127.0	14.2	0	15	37	403
BAU	halve waste	ref low cal	4.3	16.1	2.3	147.2	19.0	1	22	81	647
PROD	halve waste	ref low cal	3.3	11.4	1.6	137.3	18.1	1	8	33	246
PROD+	halve waste	ref low cal	3.8	9.7	1.6	109.3	11.6	0	5	28	170
BAU	halve waste	ref high milk	6.7	18.8	2.6	171.3	22.7	2	34	109	983
PROD	halve waste	ref high milk	6.0	13.3	1.9	161.4	21.4	1	10	43	299
PROD+	halve waste	ref high milk	5.8	11.4	1.9	130.0	14.3	1	11	39	309

Figure 7: Environmental effects of increased meat (ref high meat) and milk (ref high milk) consumption above those described by the reference diet and reduced caloric intake to 2100 kcal/day (ref low cal)

Colours indicate whether environmental effects transgress food production boundaries. Red cells indicate above upper range value. Orange cells indicate above boundary but below upper range value. Light green cells indicate below or equal to boundary but above lower range value. Dark green cells indicate below lower range value. Gt CO₂-eq/yr=Gt of carbon dioxide equivalent per year. OPTM=optimisation managed habitat. E/MSY=extinctions per million species-years. MAN=managed or secondary habitat. OPTN=optimisation natural habitat. NAT=natural habitat. BAU=business as usual. PROD=improved production practice. PROD+=improved production practice +.

Global implementering av Referansedietten vil ha betydelige effekter på matproduksjonen (Figur 8 side 476). Sammenliknet med BAU alternativet vil ulike typer kornproduksjon være

omtrent uendret fra 2010, mens produksjon av storfekjøtt, svin og lam vil bli redusert. Produksjon av sukker, melk, fjørfe og egg vil endres minimalt, mens produksjon av frukt, grønnsaker, belgvekster, nøtter, soyabønner, oljevekster og fisk vil øke betydelig (Panel 6 side 476). Dette er i sterk kontrast til framskrivninger mye brukt av internasjonale organisasjoner som har understreket behovet for stor økning i kornproduksjon for å føre en økende husdyrpopulasjon (ref. 241). I følge våre analyser vil en slik endring i betydelig grad overstige tålegrensene for matproduksjon, og belyser samtidig det sterke behovet for å bruke vitenskap til å veilede fram mot transformasjonen av matsystemet.

4.5.4.7 Uncertainty in modelling results

Kommisjonen mener å ha en høy sikkerhet i den generelle retningen og de omtrentlige størrelsene på sammenhengene som er presentert i Figur 6 enn de har på de spesifikke kvantitative detaljene. For eksempel mener de man kan være sikre på trenden i avtakende rater av tap av biodiversitet som følge av kostholdsendringer og forbedrede produksjonsmetoder, men mindre sikre på de absolutte tallene i tap av arter fra hvert scenario og kostholdsendringer. Dette er også tilfelle for de andre tiltakene, men de mener de har høy sikkerhet i trenden når det gjelder redusert miljøeffekter med PROD/PROD+, redusert waste/loss og kostholdsendringer. Kommisjonen har ikke undersøkt hva innovative teknologier som ennå ikke er utprøvet i stor skala kan bidra med, men som kan bli aktuelle i framtida. Eksempler her er insekter, alger, mikrober for mat eller fôr, og laboratoriekjøtt. Kommisjonen har bare sett på tiltak som er «readily available», men ennå ikke implementert i stor skala.

4.5.5 Forfatterens kommentarer til kapitlet

I dette kapitlet kobles de globale tålegrensene sammen med kostholdsalternativer gjennom ulike typer modellering. Det er svært vanskelig å komme «inn under huden» på disse analysene, selv om de er beskrevet på et visst detaljnivå i EAT-Lancet, Appendix» (41 sider) som kan lastes ned sammen med rapporten. Det kan være mulig å fordype seg noe mer i disse detaljene for å vurdere hvordan analysene er utført, men dette var det ikke tid til innenfor rammene av dette oppdraget.

Generelt for dette kapitlet er et overordnet syn på at plantebasert kosthold er bedre både for helse og miljø enn et kosthold som inneholder husdyrprodukter. Tatt i betraktning hva som er presentert i de tidligere kapitlene i rapporten i denne gjennomgangen, bl.a. når det gjelder

Kommisjonens egne resultater vedr. negative helseeffekter av kjøtt, er det ikke grunnlag for å si at den vitenskapelige dokumentasjonen de baserer dette på er overbevisende.

Kommisjonen hevder innledningsvis at det er vanskelig å sammenlikne med presisjon og høy grad av sikkerhet hva som er miljøfotavtrykket til hver enkelt matvare fordi de fleste studier inkluderer bare GHG (jfr. Kap. 3.3.3). Deretter ser det ut for at dette viktige poenget blir satt til side fullstendig i diskusjonen. Det henvises til en studie av klimagassutslipp fra matvarer som viser at kornvarer, frukt, og grønnsaker har lavest miljøeffekt (*dvs. klimagassutslipp*) per porsjon matvare. Videre argumentasjon for at matvarer fra planter har lavere miljøbelastning enn mat fra husdyr underbygges kun i generelle vendinger, og med manglende bruk av litteraturreferanser.

Kommentarer til Figur 4 side 471:

Denne argumentasjonen går ut på at plantebaserte matvarer forårsaker færre miljøskader per enhet mat, uansett om man regner på vekt, per porsjon, per enhet energi, per protein vekt enn det mat fra husdyr gjør, og over flere ulike miljøindikatorer. Her henviser de til Figur 4. Som omtalt tidligere omtales fisk/sjømat i liten grad, også her, og er ikke med i beregninger for miljøbelastning. Dette er merkelig, ettersom fisk er et viktig næringsmiddel i mange land, også i utviklingsland, som med mangelfulle kosthold har stort fokus i denne rapporten.

I Figur 4 har de valgt å presentere miljøbelastningen per porsjon. Argumentasjonen for dette er tvilsom. De hevder at sammenlikninger av matvarer kan bli misvisende hvis man velger feil måleenhet, f.eks. kan grønnsaker med lavt kalori innhold komme dårligere ut med høyere miljøfotavtrykk dersom man sammenlikner på energibasis (kcal.) (*fordi man må spise atskillig mer grønnsaker for å få samme mengde energi*). Dette er det ingen tvil om, og slike misvisende sammenlikninger vil gjelde for alle typer matvarer, også animalske.

Dermed, for å unngå at plantebasert mat og grønnsaker kommer dårlig ut i Figur 4, velger de å sammenlikne per porsjon mat. Dette er et særdeles uvitenskapelig valg av metodikk. Miljøfotavtrykket vil være nært knyttet opp mot næringstetthet i matvaren, og dermed også hvor mye ressurser som er forbrukt i produksjonen av matvaren. Jo mer input av næringsstoffer, desto høyere næringstetthet i matvaren. En mer korrekt sammenlikning av matvarer rent prinsipielt bør heller være å sammenlikne med grunnlag i hvilken gruppe av

hovednæringsstoffer de tilhører (proteinkilde, karbohydratkilde, fett, fiber, mikronæringsstoffer osv.)

Figur 4 gir derfor et bilde av intense røde linjer for husdyrprodukter når det gjelder beregninger av miljøfotavtrykk, sammenliknet med plantebaserte matvarer. Et annet vesentlig poeng her er at man i hele rapporten baserer sammenlikning av matvarer med utgangspunkt i metan og lystgassutslipp, dvs. at utslipp av fossilt CO₂ i forbindelse med planteproduksjon er utelatt. Dette gir en større differanse i disfavør husdyrprodukter. I tillegg er det forutsatt en dobbelt så høy utslippsfaktor for metan (56 CO₂-ekv.) i sine beregninger i forhold til den som er gjeldende IPCC praksis (Kap. 4.4.2.1). Manglende kommentarer og forklaringer i teksten på hvordan man skal tolke Figur 4, samt hvilke forutsetninger (f.eks. hvilke utslippsfaktorer; kg CO₂-ekv./kg) som ligger til grunn for hver enkelt matvare, gjør denne figuren lite nyttig for de fleste lesere av rapporten. Figuren er komplisert å tolke uten inngående kjennskap til metodikk og faglig bakgrunnskunnskap. Hvor mange av rapportens lesere (inkl. forskere) vet f.eks. hva «eutrofieringspotensial g PO₂/porsjon» egentlig innebærer? Man kan spørre seg om dette er bevisst fra forfatternes side, - å la den være selvforklarende med røde «farestreker» på husdyrproduktene. En sannsynlig henvisning til metoder og forutsetninger her (*men som er utelatt her*) er referanse nr 187 (Springmann et al., 2018), der mye av beregningsgrunnlaget for EAT-Lancet rapportens resultater er beskrevet.

I omtalen av kostholdsmønstre i Kap. 4.5.3 henviser Kommisjonen til vitenskapelige studier som viser at veganske og vegetariske kostholdsmønstre har lavere miljøeffekter **og bedre helse** enn animalske, også dersom drøvtygger produkter blir byttet ut med fisk, svin eller fjørfe. Hvilke vitenskapelige studier har påvist **negative helseeffekter av fisk**? Også her er det gjennomgående svak bruk av referanser for å underbygge argumentasjonen. Påfallende er det også å se hvordan man utelater diskusjon av resultater fra «agricultural studies» som har undersøkt potensial for teknologi og management som kan redusere miljøeffektene fra matproduksjonen. Dette nevnes i kun en setning.

I Kap. 4.5.4, “Scenarios for achieving healthy diets from sustainable food systems” presenteres selve hovedresultatet i rapporten når det gjelder “sunne dietter fra bærekraftige matsystemer”. Særlig interessante er resultatene presentert i Figur 6. Det er som sagt tidligere vanskelig å få innsikt i mange av de viktige forutsetningene som ligger til grunn for analysene, selv om det henvises til «EAT-Lancet Appendix» (*i noen tilfeller med feil sidehenvisning, som bl.a. er*

tilfelle her). Det sies f.eks. at de totale miljøeffektene er bestemt ved å kombinere **region-spesifikke miljøfotavtrykk per enhet mat** koblet opp mot estimert matvarebehov i regionen. Det er ikke forklart hvor disse dataene er hentet fra.

Kommisjonens «business as usual» (BAU) scenario følger en moderat sosioøkonomisk trendlinje (EAT-Lancet, Appendix side 1), at den globale befolkningen øker med 30 % og at inntekten (GDP) tredobles (ref. 211). Lønnsnivået vil påvirke hvilke matvarer som produseres. Det forventes at økte inntekter (GDP) vil gi økt etterspørsel etter matvarer som kjøtt, meieri, frukt og grønnsaker (ref. 226, FAO). Dette er lagt inn i modellen under BAU alternativet (Figur 6). For dette scenariet beregnes at klimagassutslipp, arealkrav, behov for vann («freshwater»), mineralgjødsel (N/P) vil øke med 50-90 % fra 2010 til 2050 i fravær av tiltak for betydelige reduksjoner. En slik utvikling går iflg. Kommisjonen utenfor Klodens tålegrenser, noe som er illustrert i Figur 5 side 472 (*diskuteres ikke spesifikt mer her*). Legg spesielt merke til her at det ligger inne forutsetning om stor økning i forbruk av kjøtt og meieriprodukter i BAU scenariet (første avsnitt i Kap. 4.5.4).

Tabell 4 (side 470) beskriver innholdet i de ulike scenariene i Figur 6, dvs. scenarier som inkluderer diverse tiltak for å endre miljøbelastningen, som en kontrast til å la utviklingen gå sin gang uten tiltak (BAU-scenariet). Tiltakene er samlet under «endring av kosthold», PROD, PROD+ og halvering av matkasting/tap av mat (se teksten foran for forklaring av innhold på de enkelte).

Spesifikke kommentarer om resultatene fra Figur 6 når det gjelder de ulike miljøindikatorene:

GHG-utslipp

Endring fra BAU til PROD reduserer GHG med 10 %, mens endring fra BAU til vegan reduserer GHG med 80 %. Kommisjonen kommenterer dette med at endringer i produksjonsmetoder er lite effektivt i forhold til fordi de fleste utslippene er assosiert med husdyrprodukter hvis egenskaper, slik som enterisk metan fra drøvtyggere, har lite potensial for endringer.

Dette hevdes til tross for at endringer i håndtering av husdyrgjødsel, fôreffektivitet, og fôrtilsetninger som reduserer enterisk metanutslipp fra drøvtyggere er lagt inn i PROD alternativet i tillegg til reduksjon i «yield gap» og N/P-distribusjon. Det går imidlertid ikke fram av Tabell 4 hvor mye reduksjon i metan og lystgass de har tillagt husdyrproduksjonene i

sine beregninger. Dette må imidlertid være betydelig underestimert. Rapporten inneholder generelt ikke gode referanser på studier som beskriver muligheter for utslippsreduksjoner i matproduksjonen, og det nevnes kun helt kort uten annen diskusjon enn å konkludere med at dette har liten effekt. (se omtale i DEL 3 om muligheter for utslippreduksjoner).

Arealbruksendringer

Endringer i kosthold mot mer plantebasert mat hadde ikke så stor effekt på arealbruk som Kommisjonen kanskje hadde forventet. De skriver at framtidig arealbruk i stor grad avhenger av avlingsnivå og hvilke plantevekster som dyrkes. Det påpekes videre at kostholdsendringer som de selv foreslår ikke nødvendigvis resulterer i redusert bruk av jordbruksareal, fordi avlingene av de «nye» vekstene ikke er så bra som man kunne forvente. EAT scenariene inkluderer store mengder ernæringsmessig viktige (i et plantebasert kosthold), men lavproduktive planter som belgvekster og nøtter. Figur 6 viser altså lite reduksjon i arealbruk. Så skriver Kommisjonen selv her at kostholdsendingene førte til en arealendring i matproduksjon fra land med husdyrproduksjon (reduisert areal) til betydelig større arealbruk i land som nå har dårlig kosthold (dvs. utviklingsland) der nøtter og belgvekster i stor grad produseres. Når Kommisjonen foreslår foredlingsarbeid som en effektiv strategi for å redusere arealbruk ved endret kosthold mot store mengder belgvekster og nøtter, viser de manglende kompetanse på alle de økonomiske og faglige forutsetningene som må være på plass for å kunne utføre et foredlingsarbeid, og ikke minst, om tidsperspektivene ved planteforedling. Særlig når de uttaler at endringene beskrevet i Tabell 4 er «readily implementable measures».

Mer positiv er Kommisjonen over framskrivninger som gjelder økninger i avlinger (75 %; PROD) og reduksjon i matkasting (halve waste), hvor resultatene viser at det ikke blir nødvendig med økninger i arealbruk dersom dette gjennomføres. Det som ikke tas med i betraktning i noen deler av rapporten er at klimaendringene allerede skaper problemer for matproduksjonen mange steder, og at disse effektene av temperaturøkningen vil fortsette framover og forsterkes selv om det settes inn effektive, begrensende tiltak på temperaturstigningen innen 2050. Det samme gjelder den problematiske situasjonen rundt overforbruk av «freshwater», som for en del er sammenfallende med produksjonsområder for belgvekster og nøtter. Dette kan skape store problemer med å dekke «yield gap», samt at det kan bli nødvendig med opprettholdelse/økning i jordbruksarealer på alle kontinenter som buffere for årlige variasjoner i avlingssvikt i ulike regioner.

Bruk av vannressurser («freshwater»)

Resultatene i Figur 6 viser at det ble en økning i bruk av vannressurser som følge av endring i kosthold mot mer plantebasert mat, og at det veganske kostholdet krevde mest vann i produksjonen. Selv skriver Kommisjonen at netto vannforbruk økte med 1-9 % ved å gå fra et vanlig kosthold (BAU) fordi reduksjonene man oppnådde ved redusert husdyrhold og sukkerproduksjon ble mer enn kompensert med økt forbruk av vannintensive nøtter og belgvekster. Som forklaring bruker de ordlyden som følger: «The lower end of the reductions is for the more plant-based scenarios that include larger amounts of water-intensive nuts and legumes». Vi snakker ikke her om en reduksjon, men om en faktisk økning i vannforbruk på 9-10 %, som vist i Figur 6 (alternativ (1), der kun kostholdet endres). «The lower end of reductions» er en matematisk formulering som henspeiler på «absoluttverdi av reduksjon». Leser man dette raskt oppfatter man det som en reduksjon i vannforbruk på 9 % med store mengder nøtter og belgvekster. Formuleringen er merkelig og velegnet til å villedde leseren.

Resultatene i Figur 6 viser videre at med en gjennomføring av PROD og PROD+ (som innebærer økt effektivitet i vannhusholdningen), samt halve-waste, kan man få vannforbruket innenfor de «globale tålegrensene» (lys grønn farge). Likevel ser man høyest vannforbruk med det veganske kostholdet. Det betenkelige er at regioner som allerede nå er i vannmangel og utenfor tålegrensene ikke er inkludert («highlighted») i analysene. Som nevnt over er flere av disse regionene sammenfallende med produksjonslandene for disse matvarene. I tillegg: et vegansk kosthold forutsetter flytting av matproduksjonen til utviklingsland; hvor sannsynlig er det å få til en effektiv vannhusholdning av «freshwater» når det også er her vi har den største befolkningsveksten?

Mineralgjødsling (N og P)

Optimaliseringene (Figure 6) viste at man kan oppnå ca. 26 % reduksjon i N forbruk og inntil 40 % reduksjon i P forbruk ved å kombinere tiltak (PROD) som forbedring i management av husdyr og husdyrgjødsel, økt presisjon og bedre distribusjon av mineralgjødsling, resirkulering av næringsstoffer fra kloakk. Reduksjon i matkasting kan gi opptil 15 % reduksjon av hver av næringsstoffene N og P, mens overgang til kosthold med lite husdyrprodukter kan redusere gjødselbehovet med ca. 10 %.

Resultatene viser faktisk at en overgang til mer plantebasert mat ikke vil gi de drastiske reduksjonene i gjødslingsbehov før man kjører full ambisjon på teknologi og halverer

matkastingen (scenario 5 og 6). Da vil også BAU alternativet holde seg innefor tålegrensene. At det blir en utfordring å holde seg under rammene Kommisjonen har satt, er hevet over enhver tvil, noe de selv også påpeker.

Biodiversitet

Biodiversitetsmålene er delt i flere typer i Figur 6; OPTM: optimalisering av påvirkede habitater (f.eks. jordbruksområder), MAN: managed eller sekundære habitater (f.eks. beitemark) OPTN: optimalisering av naturlige habitater og NAT: naturlige habitater, uten optimalisering.

Figuren viser at overgang til mer plantebasert kosthold kan øke utryddelsen av arter dersom økningen i matproduksjon («land use change») skjer i de landene som nå produserer de plantevekstene som inngår i plantebaserte dietter. De forklarer dette med økt matinntak av egenprodusert mat (dvs. belgvekster og nøtter) i produksjonslandene (for å oppfylle energikravet på 2500 kcal i Referansedietten). Dette er et utmerket eksempel på hvilke «fallgruver» man kan stå overfor ved å konstruere slike spesielle scenarier som i EAT-Lancet rapporten. Når de så foreslår å «rebalansere den regionale produksjonen» for å redusere disse «tilleggsbelastningene» (for å redusere tapet av biodiversitet) må det være lov å antyde at de støter på relativt store praktiske problemer. I Appendix (side 26) viser de også resultater der de har ekspandert produksjonen i land **der man allerede har påvirkede habitater, noe de kaller «landoptimalisering av produksjonen. Dette innebærer å «øke den internasjonale handelen fra land med høye avlinger og lav biodiversitet til land med lave avlinger og høy biodiversitet».**

Dette kan ikke forstås på annen måte enn at det foreslås å øke produksjonen av belgvekster og nøtter i industrialiserte land, som deretter selges til utviklingsland. Et nokså oppsiktsvekkende forslag. For det første innebærer dette at man ikke ser noen nødvendighet i å styrke og tilbakeføre biodiversitet i industrialiserte land. For det andre; vil ikke dette gjøre matforsyningen i utviklingsland ytterligere avhengig av den internasjonale matindustrien og de multinasjonale selskapene forankret i industriland? Kina er et betydelig produksjonsland for nøtter og belgvekster, og har i tillegg kjøpt opp store jordbruksarealer i andre land, bl.a. i Afrika. Hvilken rolle skal land som dette ha i verdenshandelen med matvarer? Betydningen av matsikkerhet er helt fraværende i denne rapporten.

Oppsummert her: Resultatene i Figur 6 viser at BAU alternativet (altså et kosthold med husdyrprodukter som nå) kom like godt eller bedre ut med hensyn på tap av biodiversitet som de plantebaserte diettene, uansett hvilket mål man benyttet for biodiversitet. Ned mot tålegrensene for tap av biodiversitet kom man til først med de mest ambisiøse scenariene (scenario 5 og 6), og det konkluderes med at andre tiltak må iverksettes i tillegg til de foreslåtte.

Sensitivitetsanalysene i Figur 7 er det vanskelig å se hensikten med. Sammenlikningen med Figure 6 er meningsløs når det ikke oppgis hvor mye kjøtt og melk som inngår i BAU alternativet (i Figure 6). Forbruket av husdyrprodukter ser ut til å være høyere her enn i alternativene i Figur 7 ut fra tallene på miljøbelastning (f.eks. 9.2 vs 6.7 GtCO₂-ekv/år). Da vil jo uansett miljøeffektene i Figur 7 av å øke kjøtt og melkeforbruket (for tall, se Kap. 4.5.4.6) være lavere enn i Figur 6, men høyere enn Referansedietten. Når det gjelder «low-calori» alternativet oppgis ikke hvilke matvarer, eller i hvilke mengder, som utelates, og dermed er det vanskelig å vurdere resultatene fra denne analysen.

Konklusjonene i Kap. 4.5.4.7 er det vanskelig å akseptere. Det hevdes at man kan være sikker på en avtakende trend i tap av biodiversitet som følge av kostholdsendringer. Dette er ikke riktig. Resultatene viser jo, i likhet med de de selv har kommentert (Kap. 4.5.4.5), at tap av biodiversitet **øker** med overgang mot Referansedietten og videre mot vegan kosthold. Et BAU kosthold er i flere tilfeller bedre mhp på biodiversitet enn de plantebaserte diettene, og i andre scenarier (orange i Figure 6)) er forskjellene ubetydelige, særlig når man tar i betraktning usikkerheten som ligger inne i fastsettelsen av tålegrensene for biodiversitet.

Oppsummering av miljøeffektene ved BAU (husdyr) i Figur 6:

Når man ser nærmere på tallene i de ulike «rutene» i Figure 6 er det lite som tyder på vesentlige positive endringer i miljøindikatorer ved å endre kostholdet fra ett som inneholder husdyrprodukter til et plantebasert kosthold.

Klimagassutslipp: Innenfor hvert scenario avtar utslippene fra BAU (husdyr) og ned mot fullstendig plantebasert vegan-diett. Det oppnås kun 10 % reduksjon i klimagassutslipp med et BAU-kosthold ved å gå fra scenario (1) (9.8 Gt CO₂-ekv./år) til scenario (3) (8.9 Gt CO₂-ekv./år). Når forutsetningene for analysene er en dobbelt så høy utslippsfaktor for metan (56 kg CO₂-ekv./år) som vanlig brukt og CO₂ utslipp fra planteproduksjonen ikke er medregnet, er forskjellene mellom BAU og plantediettene «blåst opp». Framskrivninger i forbruk av

husdyrprodukter i 2050 ligger også inne i BAU som en forutsetning i analysene. Dette er et usikkerhetsmoment i seg selv. Unsett om tallene kan være overdrevent høye, er det helt selvsagt helt greit å akseptere, ut fra de forutsetningene som ligger til grunn, at utslipp fra husdyr er høyere enn fra planter.

Arealbruk: Det er ingen reelle forskjeller i miljøbelastning mellom BAU (husdyr) og de plantebaserte diettene i noen av scenariene.

Vannforbruk: Det er ingen reelle forskjeller i miljøbelastning mellom BAU (husdyr) og de plantebaserte diettene i noen av scenariene.

Mineralgjødsel (N/P): Det er ingen reelle forskjeller i miljøbelastning mellom BAU (husdyr) og de plantebaserte diettene i noen av scenariene.

Biodiversitet OPTM: Det er ingen reelle forskjeller i miljøbelastning mellom BAU (husdyr) og de plantebaserte diettene i noen av scenariene.

Biodiversitet MAN: Det er ingen reelle forskjeller i miljøbelastning mellom BAU (husdyr) og de plantebaserte diettene i noen av scenariene.

Biodiversitet OPTN: Det er ingen reelle forskjeller i miljøbelastning mellom BAU (husdyr) og de plantebaserte diettene i noen av scenariene.

Biodiversitet NAT: Miljøbelastning fra BAU (husdyr) er lavere enn fra de plantebaserte diettene i alle scenariene.

4.6 Framework for a Great Food Transformation (Section 4)

Delkapitler:

***Lessons from past successful global transformations (side 476)**

***Five strategies for a Great food Transformation (side 478) (se Summary, Kap. 1)**

***Tools for a Great food Transformation (side 483)**

Det har dessverre ikke vært tid innenfor dette oppdraget til å gå i dybden på dette kapitlet. Dette er et langt og omfattende kapitel som i detalj omhandler strategier og verktøy for å endre befolkningens kosthold i den retning EAT-Kommisjonen ønsker. I Tabell 7 side 484 i rapporten skisserer Kommisjonen «nye institusjoner» som skal følge opp «The Great Food Transformation», bl.a. med «A standing Panel of Experts on healthy diets from sustainable food systems». Det er neppe stor tvil om hvem som er tiltenkt å besette dette panelet. Alle

aktører i norsk matproduksjon, inkludert forvaltning og politiske beslutningstakere, bør sette seg grundig inn i dette kapitlet.

4.7 Oppsummering av EAT-Lancet rapporten (Section 1 – Section 3)

I det følgende gis en kortfattet oppsummering av kritiske anmerkninger til EAT-Lancet rapporten fra denne forfatteren. Punktene er formulert ved tidspunkt for 1. gangs publisering av denne rapporten (2019), og må derfor ikke sees på som en fullstendig liste over kritiske anmerkninger (se også denne forfatterens kommentarer etter hvert kapitel)

4.7.1 Generelt

- Rapporten avviker fra generelle krav til en vitenskapelig publikasjon:
 - manglende bruk av referanser i forbindelse med påstander
 - mange påstander
 - dårlig kildebruk (referanser) i en del tilfeller, inkludert en del gamle og/eller ikke-originale
 - forutsetningene for beregningene framstår som svært usikre og er dårlig begrunnet vitenskapelig
 - uvanlig mange forbehold om forutsetninger for analysene som vanligvis ikke vil bli godtatt i en vitenskapelig publikasjon
 - mangelfull beskrivelse av analysemetodikk og datamateriale, ikke reproduserbart
 - Appendix gir lite tilleggsinformasjon som avhjelper dette
 - sidehenvisninger til Appendix er delvis feil
 - bastante konklusjoner med dårlig/manglende faglig dekning i analysenes forutsetninger og egne resultater
 - konklusjoner på vitenskapelige hypoteser synes bestemt på forhånd

4.7.2 Konkret

- Rapporten er generelt preget av et systemorientert og teknisk syn på matproduksjonen, med manglende praktisk forståelse for det store biologiske og agronomiske samspillet mellom naturgrunnlag, miljø, jordbruksareal, dyr, planter og bonde som varierer fra gård til gård, mellom landsdeler og land, og mellom regioner og kontinenter globalt. Det finnes ikke globale

løsninger for endringer i matproduksjonen. Endringene må skje på hver enkelt gård, dvs. nedenfra og opp, ikke omvendt. Dette er et grunnleggende problem ved rapporten.

- Rapporten analyserer sterkt forenklede scenarier ved å forutsette at så å si alle utenforliggende faktorer som kan påvirke og hindre gjennomføringen av «The Great Food Transformation» ikke skal hensyntas. Global matproduksjon er «flyttet til en egen klode» der ingen andre hindringer for gjennomføringen finnes enn «det globale matsystemet».

- Kommisjonen forholder seg altså ikke til økonomiske, politiske og sosiale (m.fl.) globale realiteter, men forutsetter «fri flyt» av matvarer på Kloden og at mat skal fordeles «likt» til alle. Konsekvenser av fortsatt økonomisk vekst, befolkningsvekst og enorme sosiale ulikheter er begge store hindre for dette, og samtidig drivere for økte klimagassutslipp.

- Kommisjonen forholder seg ikke til matsikkerhet; at klimaendringer allerede forårsaker problemer (tørke, oversvømmelse, uvær etc.) for global matproduksjon, og risiko for reduksjoner i tilførsel av matvarer som følge av dette. Forutsetter kun økt produktivitet på eksisterende jordbruksarealer, med dekning av «yield gap» med 75 %. Hva er realismen i dette?

- Kommisjonen undervurderer også økonomiske, sosiale og kulturelle forhold i produksjonsland for å få dette til, samt behov for infrastruktur i vid forstand.

- Rapporten har et ensidig fokus på matproduksjonen, og særlig husdyr, som hovedårsak til alle miljøproblemer på Kloden.

- Rapporten framsetter et plantebasert kosthold som løsningen på «alle» miljøproblemer. Den ignorerer utslipp fra annet forbruk som raskt overstiger utslipp fra mat med økende økonomisk velstand, kombinert med prognosert global befolkningsvekst (dvs. forutsetter 0-utslipp fra alle industrielle prosesser i 2050)

- Rapporten har en tendensiøs favorisering av et kosthold bestående av soya, nøtter, belgvekster og planteoljer, uten å inkludere agronomisk- og bærekraftsrelatert problematikk knyttet til f.eks. bruk av pesticider (sprøytimidler) og langtidseffekter av monokulturer (utarming av matjord, karbontap, erosjon etc.)

- Bruk av pesticider er ikke inkludert som miljøindikator. Plantevernmidler brukes i stort omfang i produksjon av de vekstene som inngår i et plantebasert kosthold, og kan ha store negative effekter på både folkehelse og en rekke miljøindikatorer (Aass, 2019). Det er ikke akseptabelt å utelukke dette elementet i analysene.

- Rapportens viktigste resultater (Figur 6) gir ikke grunnlag for trekke konklusjoner om at plantebasert kosthold gir lavere miljømessig belastning (av de miljøindikatorerne som er studert), enn å videreføre et kombinert husdyr- og plantebasert kosthold. Unntaket er

klimagasser, med nåværende beregningsmetodikk for metan. For øvrige miljøindikatorer kommer plantebaserte dietter dårligere eller tilsvarende ut som «eksisterende» husdyr/plantebasert kosthold.

- Rapportens egne analyser gir heller ingen åpenbare svar på at kjøtt i kostholdet er en betydelig risikofaktor for sykdom og tidlig død, tvert i mot. Dette er i god overenstemmelse med «Global Burden of Disease» studiene som er omtalt foran.

4.7.3 Avsluttende bemerkninger

EAT-Lancet rapporten presenterer **helt konkrete tall** for et kosthold, «Referansedietten», med tilhørende variasjonsmuligheter (fra fullstendig plantebasert til ett med innslag av husdyrprodukter), som etter forfatterens mening er nødvendig for å få nok sunn mat, produsert på en miljømessig bærekraftig måte, til befolkningen på Kloden i 2050.

Reaksjonene på rapportens relativt ekstreme forslag har vært mange og til dels svært kritiske, noe som har initiert viktige diskusjoner rundt begrepet bærekraftig kosthold og hva dette skal innebære i praksis. Videre bidrar detaljnivået i rapportens dietter til et konkret fundament for videre analyser, som kan synliggjøre hvilke konsekvenser slike «dietter» kan ha for landbruksnæring og matproduksjon i ulike land og regioner. For Norges vedkommende er dette synliggjort i Aass (2019). Samlet bidrar EAT-Lancet rapporten også til en økende bevisstgjøring rundt betydningen av nasjonal matproduksjon og ikke minst matsikkerhet i en usikker framtid. En endelig «løsning» på Klodens mange og store utfordringer er rapporten imidlertid ikke. Tvert i mot.

Rapportens Section 4 «Framework for a Great Food Transformation» kan oppfattes som et politisk dokument av autoritær, udemokratisk karakter. Her blir det redegjort for hvilke globale styringssystemer som må til (etter deres mening), for å kunne presse igjennom de «endelige løsningene». Som vitenskapelig publikasjon framstår rapporten derfor som særdeles uvanlig. Section 4 bryter med god forskningsskikk, anerkjente vitenskapelige og etiske prinsipper og ikke minst, forskningens grunnleggende, ufravikelige prinsipp om uavhengighet. Kapitlet problematiserer derfor også forfatterens vitenskapelige integritet med denne sammenblandingen av forskning og politikk.

De nasjonale forskningsetiske komiteene:

<https://www.etikkom.no/forskningsetiske-retningslinjer/>

Referanser

- Aass, L. 2019. EAT-Lancet rapporten og «The Global Reference Diet» - konsekvenser for norsk landbasert matproduksjon, matsikkerhet og bærekraft.
<https://www.nmbu.no/fakultet/biovit/om/aktuelt/node/39046>
- Hertwich, E.G. and G.P. Peters, 2009. Carbon Footprint of Nations: A Global Trade-Linked Analysis». Environ. Sci. Technol. 43, 16, 6414-6420.
<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/es803496a>
- IPCC, 2014. Summary for Policymakers. Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 2014.
- Meier, T. et al., 2019. Cardiovascular mortality attributable to dietary risk factors in 51 countries in the WHO European Region from 1990 to 2016: a systematic analysis of the Global Burden of Disease Study. Eur.Jour. of Epidem., 34:37-55
- SNL, 2019). Verdens fiskerier. Store Norske Leksikon. (Hoel, Alf Håkon. (2018, 10. oktober). Hentet 24. juni 2019. https://snl.no/verdens_fiskerier.
- Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J. et al., 2015. Sustainability. Planetary boundaries: guiding human development on a changing planet. Science:347:1259855
- Quantis, 2018. Measuring Fashion. Environmental Impact of the Global Apparel and Footwear Industries Study. Rapporten fås på forespørsel: <https://quantis-intl.com/report/measuring-fashion-report/> (tidligere mulig å laste ned herfra: https://quantis-intl.com/wp-content/uploads/2018/03/measuringfashion_globalimpactstudy_full-report_quantis_cwf_2018a.pdf)

VEDLEGG: Konsekvenser av EAT-scenarier for norsk matproduksjon

Denne artikkelen ble opprinnelig trykket i Go' Mørning Nr. 1, 2019 (Animalia). Det henvises i stedet til rapporten «EAT-Lancet rapporten og «The Global Reference Diet» - konsekvenser for norsk landbasert matproduksjon, matsikkerhet og bærekraft» (Aass, 2019)

ISBN:978-82-575-1678-9

Konsekvensene av et norsk EAT-scenario for vår landbaserte matproduksjon

Laila Aass og Odd Magne Harstad,

Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet

EAT-Lancet rapporten som ble lansert i Oslo 17. januar i år har skapt mange reaksjoner, og det med rette. Blir kostholdsradene i rapporten fulgt opp, vil landbasert matproduksjon i Norge bli sterkt vingeklippt. Konsekvensene blir diskutert i denne artikkelen. Først litt om status for den landbaserte matproduksjonen i Norge og hva et EAT-scenario innebærer av endringer i kostholdet.

Mjølke og kjøtt er bærebjelken

Av den landbaserte matproduksjonen i Norge utgjør mjølke og kjøtt ca 2/3 og vegetabiliske matvarer 1/3 på energibasis. Jordbruksjorda i Norge er fordelt på ca 6,5 mill daa til grasdyrking og 3,3 mill daa til dyrking av åkervekster (korn, potet, grønnsaker o.l.). Klima og topografi setter sterke begrensinger på hvor stor del av dette arealet som er egnet til en rasjonell produksjon av matplanter. Mesteparten av arealet blir brukt til å dyrke korn til kraftfôr, særlig bygg. Dette forklarer hvorfor husdyrproduksjonene står så sterkt i Norge. Det er rom for å øke arealet til matplanter på bekostning av grasarealer. Dyrkingen av vegetabiliske matvarer kan derfor øke noe. Likevel vil det være store grasarealer igjen, og det står fast at husdyrprodukter som melk og kjøtt fortsatt må være bærebjelken i norsk landbasert matproduksjon.

EAT- scenario

Hovedbudskapet i EAT-Lancet rapporten er at mjølke- og kjøttprodukter (unntatt fjørfekjøtt) helt eller delvis skal erstattes med vegetabiliske matvarer, dvs. vi skal spise mindre av de matvarene vi har naturgrunnlag for å produsere i Norge og mer av matvarer vi ikke kan produsere. EAT-Lancet rapporten angir en anbefalt gjennomsnittsdiett, men gir rom for variasjon. Det er satt et minimumsbehov av enkelte grønnsaker, frukt/bær, nøtter og umetta oljer, men ikke for mjølke- og kjøttprodukter. I gjennomsnittsdietten utgjør mjølkeprodukter i underkant av 1/3 av dagens konsum. Reduksjonen er

enda mer dramatisk for kjøtt. Storfe/sau- og svinekjøtt (rødt kjøtt) kan i sum utgjøre bare hhv. ca 1/10 av dagens konsum. Maks tillatt inntak av mjølk og rødt kjøtt er det dobbelte av gjennomsnittsdietten. Likevel vil konsekvensene for jordbruket være dramatiske.

Dramatisk reduksjon av husdyrholdet

Behovet for storfe, småfe og svin vil naturlig nok gå kraftig ned som følge av kostholdsendringene anbefalt i EAT- Lancet rapporten. Beregningene i Tabell 1 bygger på EAT-gjennomsnittsdiett, og et folketall på 6,5 millioner i Norge i 2050. Det er forutsatt hhv. dobling og 3-dobling av produksjon av norsk frukt/bær og grønnsaker.

Det er store utslag i husdyrtall. Behovet for mjølkekyr, ammekyr, sauer og geiter kan påvirkes noe av virkemiddelbruk, men kombinert mjølk- og kjøttproduksjon vil trolig bli prioritert. Det betyr i så fall at mjølkegeita og ammekua blir historie, og sauer en kuriositet. Antall purker reduseres til 1/5 sammenlignet med i dag.

Tabell 1. Virkning av EAT-scenario på behovet av storfe, småfe og svin i 2050 sammenlignet med i dag.

Dyreslag	Antall i 2019	Prosent reduksjon i 2050
Mjølkekyr	220 tusen	- 70
Ammekyr	90 tusen	- 100
Vinterfôra sauer	1,1 mill	- 93
Melkegeiter	34 tusen	- 100
Purker	90 tusen	- 80

Mer enn 2/3 av grasarealene blir overflødige og gror igjen

Den dramatiske endringen i kostholdet som EAT-Lancet rapporten angir, vil naturlig nok gjenspeile seg i behovet for jordbruksareal, noe avhengig av hvilket EAT-scenario som legges til grunn (Tabell 2). Det mest ekstreme er et vegansk kosthold (Alt. 1).

Figur 1 viser arealbruk i Norge (til både matvekster og fôrvekster) i 2017 og ved de ulike EAT-diett alternativene, mens behov for areal i utlandet kun omfatter areal til matvekster til befolkningen. I «Vegan-dietten» blir alt grasareal (innmark og utmark), samt de åkervekstarealene som ikke egner seg til å produsere matplanter overflødig. Med denne dietten er norsk kornareal betydelig redusert for å balansere det høye energiinntaket fra proteinvekster og nøtter, men åkerarealet holdes oppe av en urealistisk 8-14 ganger økning av grønt, frukt og bær.

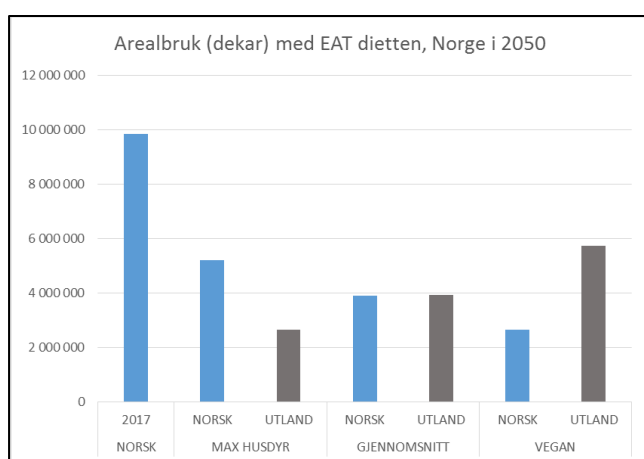
Selv med diett Alt. 3 (maks husdyr) vil ca 2/3 av dagens grasareal gå ut av drift fram til 2050. Med dette scenariet øker utnyttelsen av åkervekstarealet fordi det kan produseres mer fôrkorn. Alle EAT

scenariene har uansett som konsekvens at mer av maten vår må importeres og dermed legger beslag på betydelige jordbruksareal på andre kontinenter.

Grasarealene på inn og utmark som går ut av drift, vil fort gro igjen og det vil påvirke kulturlandskapet på mange måter. Gjengroing vil virke negativt på det biologiske mangfoldet. Mange av de truede artene på norsk rødliste er avhengige av beitebruk og slått. Landskapet i Norge blir ugjenkjennelig.

Tabell 2 og figur 1: Virkningen av EAT-scenario på arealutnyttelse i Norge og arealbruk i utlandet

	Grasareal i drift	Åkervekstareal i drift (totalt)	Areal i utlandet (kun til folkemat)
Areal i dag, mill daa	6,5	3,3	ikke beregnet
Arealer i drift i 2050:			
Alt. 1: Vegandiett	0	2,6	5,7
Alt. 2: Gjennomsnittsdietten	1,1	2,7	3,9
Alt. 3: Maks tillatt husdyrprodukter	2,2	3,0	2,6



Konklusjon

Mjølke og kjøtt er bærebjelkene i norsk landbasert matproduksjon. En EAT- diett som barer tillater et beskjedent innslag av mjølkeprodukter og rødt kjøtt, får som konsekvens at minst 2/3 av dagens dyrka grasareal og noe åkerareal som ikke egner seg til å produsere matvekster, går ut av drift.

En tilleggs kommentar som kobler disse resultatene til EAT-Lancet rapporten:

Resultatene fra disse beregningene er i godt samsvar med resultatene i EAT-Lancet rapporten (se Kap 5.4.2 i denne rapporten):

Utdrag fra tekst:

4.5.4.2. Land-system change

Kommisjonen påpeker at selv slike kostholdsendringer ikke nødvendigvis resulterer i redusert bruk av jordbruksareal, fordi dette vil avhenge av avlingene av de «nye» vekstene som ikke er så bra som man kunne forvente. Fokus de siste tiårene har vært forskning på å øke avlinger på et fåtall plantearter. EAT scenariene inkluderer store mengder ernæringsmessig viktige, men lavproduktive planter som belgvekster og nøtter. Figur 6 viser lite reduksjon i arealbruk. Årsak til at ikke mer arealreduksjon ble oppnådd av kostholdsendringer alene var at arealreduksjonene i land med mye husdyrproduksjon ble kompensert med mer arealbruk i land som nå har dårlig kosthold med mye korn.

Vegan dietten i Norge vil kreve import av belgvekster, nøtter og vegetabiliske oljer fra arealer utenlands som tilsvarer ca. 6 millioner daa i 2050 (Figur 1) med SSB framskrivninger for befolkningsvekst.