



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

EAT-Lancet-kommisjonens rapport belyst fra ulike perspektiv

NIBIO RAPPORT | VOL. 5 | NR. 83 | 2019



Audun Korsæth

Divisjon for matproduksjon og samfunn/Landbruksteknologi og systemanalyse

TITTEL/TITLE

EAT-Lancet-kommisjonens rapport belyst fra ulike perspektiv

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Audun Korsæth

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKTNR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
14.06.2019	5/83/2019	Åpen	670001.01	19/00825
ISBN:	ISSN:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:	
978-82-17-02367-8	2464-1162	18		

OPPDRAUGSGIVER/EMPLOYER:

NIBIO

KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Audun Korsæth

STIKKORD/KEYWORDS:

Bærekraft; matproduksjon; globale grenseverdier

Sustainability, food production, planetary boundaries

FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Systemanalyse

Systems analysis

SAMMENDRAG/SUMMARY:

Se side 5

LAND/COUNTRY:

Norge

FYLKE/COUNTY:

Oppland

KOMMUNE/MUNICIPALITY:

Østre Toten

STED/LOKALITET:

Kapp

GODKJENT /APPROVED

Mogens Lund

NAVN/NAME

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER

Audun Korsæth

NAVN/NAME

**NIBIO**NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Forord

Denne rapporten ble opprinnelig utarbeidet i notats form som et diskusjonsgrunnlag for et møte i Nasjonalt råd for ernæring (21. mai, 2019), der EAT og bærekraft var en av sakene. Notatet ble vel mottatt i rådet og det ble oppfordret til å publisere innholdet for et bredere publikum. Rapporten som her foreligger er i all hovedsak lik notatet, men det er lagt til et sammendrag, samt referansehenvisninger for å underbygge argumentasjon og resonnementer. Jeg vil takke min kollega Anne Kjersti Bakken for gode diskusjoner og innspill i de innledende runder og for konstruktiv kritikk av teksten.

NIBIO Apelsvoll, 12. juni 2019

Audun Korsæth

Innhold

Sammendrag	5
1 EAT-Lancet-kommisjonens rapport; belyst fra ulike perspektiv	7
1.1 Fra et vitenskapelig ståsted	7
1.1.1 Sunt kosthold	7
1.1.2 Bærekraftig matproduksjon	7
1.1.3 Oppnå sunt kosthold fra bærekraftig matproduksjon	11
1.2 Fra et realpolitisk ståsted	11
1.3 Fra et nasjonalt ståsted	12
1.4 Fra et norsk forbrukerståsted.....	14
2 EAT, bærekraft og Ernæringsrådet.....	15
Litteratur	16

Sammendrag

EAT-Lancet-rapporten «Food in the Anthropocene» ble publisert i det velrenommerte tidsskriftet Lancet 17.januar 2019, og rapporten har fått mye oppmerksomhet i ettertid. Til sammen 37 forskere og eksperter har bidratt i arbeidet med rapporten, der målet har vært å beskrive et universelt, sunt referanse-kosthold kvantitativt, som integrerer globale, vitenskapelige grenseverdier for å redusere miljødeleggende matproduksjon på alle nivå. I denne NIBIO-rapporten er EAT-Lancet-rapporten vurdert fra ulike perspektiv; fra et vitenskapelig ståsted, fra et realpolitisk ståsted, fra et nasjonalt ståsted og fra et forbrukerperspektiv. Her fokuseres det på bærekraftsanalysene i EAT-Lancet-rapporten, og ikke på de ernæringsmessige vurderingen, selv om de sistnevnte absolutt kan diskuteres.

Rapportens vitenskapelige tilnærming til bærekraft i matproduksjonen er smal. Det er først og fremst dens effekter på naturmiljøet som blir vurdert, mens økonomiske og sosiale forhold knapt blir berørt. Hverken matsikkerhet eller mattrygghet diskuteres når forfatterne søker å definere bærekraftig matproduksjon fra et globalt systemperspektiv. I stedet blir det lagt mye vekt på å sette kvantitative, vitenskapelige mål, eller grenseverdier, for seks «sentrale, globale nøkkelprosesser», nærmere bestemt klimaendring, tap av biodiversitet, arealbruksendring, bruk av ferskvann, N-strømmer og P-strømmer. Kravet til et slikt kvantitativt, vitenskapelig mål er ifølge forfatterne at det er satt ut fra internasjonal, vitenskapelig konsensus, men det er vanskelig å se at det faktisk eksisterer en slik konsensus om de definerte målene. Fra vitenskapelig hold har det derimot kommet en del kritikk, både av selve konseptet og til de kvantitative målene/grenseverdiene. En av de mer grunnleggende innvendingene er at flere av de såkalte nøkkelprosessene har regionale effekter og ikke globale, slik at menneskelig aktivitet i én region dermed ikke påvirker andre regioner. Det innebærer at både grenser og løsninger i stedet burde vært på regionalt og ikke globalt nivå.

Fra et realpolitisk ståsted er det også noe som skurrer. Det ligger som et premiss for dette studiet at det eksisterer et velfungerende globalt matsystem, der underforsørging av enkelte matvarer ett sted kompenseres med import av disse varene fra et annet sted. Men hvor realistisk er egentlig dette? Matproduksjonen skjer på gårdsnivå, og det meste av maten som produseres i verden konsumeres lokalt. Verdensmarkedet utgjør riktignok et viktig supplement, men markedsmekanismene her fungerer dårlig i krisetider. Under matvarekrisa i 2007-08 stengte f.eks. mange land grensene sine for eksport av matvarer for å sikre sin egen befolknings matforsyning. Etter hvert som jordas befolkning øker og kampen om ressursene hardner til, er det sannsynlig at den internasjonale handelen med matvarer blir mer uforutsigbar framover enn motsatt. Er det da riktig medisin å jobbe for å få på plass et kosthold som er basert på utstrakt handel og lange transportveier for ingrediensene?

I EAT-Lancet-rapporten understrekes det at referansekostholdet bør tilpasses lokale forhold. Dette kostholdet skal bl.a. ha et inntak av kjøtt som tilsvarer om lag 23% av det vi spiser i dag. Fra et nasjonalt ståsted ville nok fiskeriene kunne redde vår proteinforsørging ved en slik radikal endring i vårt kjøttkonsum, men vår evne til å utnytte arealressursene til matproduksjon ville blitt vesentlig forringet. En kraftig reduksjon i etterspørselen etter rødt kjøtt vil gjøre det ulønnsomt å drive en stor del av dagens grasarealer, noe som vil bety brakklegging og gjengroing, siden alternative produksjoner/vekster er uegnet på store deler av dagens grasarealer på grunn av begrensninger i lokalklima, topografi, arrondering, infrastruktur, mm. Samtidig vil en stor del av dagens beiteressurser gå ut av vår næringskjede, med de ulemper det medfører for bl.a. biodiversitet, kulturlandskapspleie og andre økosystemtjenester. En omfattende reduksjon i produksjonen av rødt kjøtt vil sannsynligvis primært treffe der muligheten til alternative produksjoner er minst («dalstrøka innafor»), og effektivt slå beina unna målet om å opprettholde et aktivt jordbruk over hele landet. Her til lands står husdyrsektoren for ca. 70% av jordbrukets produksjonsinntekter, og bidrar med omfattende ringvirkninger i distrikts-Norge i form av næringsgrunnlag for sekundær- og tertiærnæringer med tilhørende arbeidsplasser og bosetning. De strukturelle effektene kan mao. bli betydelige.

Drøvtyggerproduksjonene er viktig også for matvareberedskapen. Sau og storfe nyttiggjør seg gras på inn- og utmark i proteinproduksjonen, og de trenger ikke konkurrere med oss om maten. Kjøttet fra dem har en ernæringsmessig proteinkvalitet som ofte er vegetabiliske proteiner overlegen. Siden norskproduserte matvarer generelt sett har en kvalitet som gjør dem tryggere å spise enn mange importerte varer, vil kostholdsendringer som innebærer vesentlig lavere selvforsyning og dermed større import være negativ både for matsikkerheten og for mattryggheten framover.

Fra et forbrukerståsted vil EAT-Lancet-rapportens budskap sikkert kunne oppfattes svært ulikt. Noen vil kanskje lese den som en støtte til å kutte ut kjøttet helt. Dette er allerede en trend blant yngre mennesker, spesielt i urbane strøk. Et kosthold uten animalske produkter er imidlertid utfordrende å gjennomføre uten at det oppstår mangler av enkelte stoffer (f.eks. vitamin A, vitamin B-12, riboflavin, kalsium, jern og sink). Siden vi produserer svært lite proteinrike vekster i Norge, så vil et kosthold uten kjøtt nødvendigvis måtte baseres i større grad på importerte matvarer, og dessuten på inntak av kostholdstilskudd for å erstatte det vi ellers får fra kjøtt. Dette innebærer større sårbarhet ved krisesituasjoner. Rapportens kostholdsanbefaling for kjøtt er så mye mindre enn dagens gjennomsnittlige kjøttkonsum, at det er en viss risiko for at andre vil finne anbefalingen så ekstrem, at viljen til å gjøre noe som helst med kjøttinntaket fordunster. Kanskje gjelder dette i størst grad for de som faktisk har mest å hente på å moderere kjøttinntaket?

Oppsummert er bærekraftsanalysene i rapporten ikke overbevisende. Analysen er smal, og utelater i stor grad sosioøkonomiske forhold, matsikkerhet- og mattrygghet. Fra forskerhold stilles det spørsmål både ved den konseptuelle tilnærmingen og til detaljene rundt kvantifiseringen av de globale grenseverdiene. Den globale handelen med mat utgjør bare en liten del av «det globale matsystemet»; mat produseres og konsumeres i stor grad lokalt, og det ville derfor vært mer logisk å angripe utfordringene nedenfra og opp, og ikke motsatt. En radikal reduksjon i drøvtyggerproduksjonene i Norge, som en mulig konsekvens av at referansekostholdet anbefaler et svært lavt inntak av rødt kjøtt (14 g/d), vil kunne gi store, negative effekter på arealutnytting og matsikkerhet, på bosettingsmønster i distrikts-Norge og på mattrygghet. Avslutningsvis er det grunn til understreke at vi har et alternativ: Dagens offisielle kostholdsråd er helsefremmende, de er godt tilpasset vår lokale matproduksjon, og de stimulerer dessuten til et kosthold som i stor grad er bærekraftig.

1 EAT-Lancet-kommisjonens rapport; belyst fra ulike perspektiv

Forfatterens mål har vært å beskrive et universelt, sunt referanse-kosthold kvantitativt, som integrerer globale, vitenskapelige grenseverdier for å redusere miljøødeleggende matproduksjon på alle nivå («at all scales»). Kommisjonen tar utgangspunkt i et globalt matvaresystem og retter fokus mot matens konsum (i form av et sunt kosthold) og produksjon (bærekraftig matproduksjon). Det kan være interessant å vurdere rapporten fra ulike perspektiv; fra et vitenskapelig ståsted, fra et realpolitisk ståsted, fra et nasjonalt ståsted og fra et forbrukerperspektiv.

1.1 Fra et vitenskapelig ståsted

Rapporten er delt i fire deler; 1) sunt kosthold, 2) bærekraftig matproduksjon, 3) hvordan få sunt kosthold fra bærekraftige matsystemer, og 4) et rammeverk for en stor mattransformasjon. Her følger en kort gjennomgang med kommentarer for del 1-3.

1.1.1 Sunt kosthold

Målet her var å definere hva et sunt kosthold er, og utvikle et universelt, kvantitativt referansekosthold for god helse, basert på omfattende litteraturgjennomgang. Usikkerhet i estimatene ble håndtert gjennom å angi en øvre og en nedre anbefalt mengde (g/dag) for hver matvaregruppe.

Referansekostholdets helseverdi ble deretter evaluert gjennom å analysere nærings sammensetning og ved å estimere dødsrater. Førstnevnte var basert på litteraturverdier for næringsinnhold, mens dødsrater ble estimert ved hjelp av tre ulike modeller.

Kommentarer:

Litteraturgjennomgangen som knytter matinntak/kosthold til sykdommer virker solid for en fagfremmed. Ca. 100 referanser fra hovedsakelig anerkjente tidsskrift er inkludert, og det er referert til flere omfattende kohortstudier (varighet over flere tiår, mange hundretusen enkeltindivid har deltatt) og metastudier. Hovedfunnene virker ikke spesielt kontroversielle (et kosthold dominert av (sunne) planter er mer helsebringende enn et kosthold dominert av animalske produkter, mens inntak av mye fisk og sjømat er sunnest). Kvantifiseringen av anbefalt, daglig inntak av de enkelte matvaregruppene derimot, kan absolutt diskuteres, men det blir ikke et tema her.

1.1.2 Bærekraftig matproduksjon

Intensjonen her var å definere bærekraftig matproduksjon fra et globalt systemperspektiv. Som et ledd i dette har forfatterne satt såkalte kvantitative, vitenskapelige mål («Quantitative scientific targets») for seks sentrale, globale nøkkelprosesser; klimaendring, tap av biodiversitet, arealbruksendring, bruk av ferskvann, N-strømmer og P-strømmer. (Tap av biodiversitet er til dels splittet i fire, slik at det noen steder presenteres tall for ni prosesser). Hypotesen er at ved en overskridelse av målet, eller grenseverdien, så vil det øke risikoen vesentlig for en igangsettelse av irreversible biofysiske prosesser som kan få uante, negative kosnekvenser for kloden (Rockström et al. 2009). Kravet til et slikt kvantitativt, vitenskapelig mål er ifølge forfatterne at det er satt ut fra internasjonal, vitenskapelig konsensus, basert på nyeste tilgjengelig forskning, og at det er relatert til tid (progresjon). Et eksempel på et slikt mål er IPCCs maksimalgrenser for CO₂ utslipp for å hindre temperaturen globalt i å overstige ulike nivå av global gjennomsnittstemperatur.

Det er flere ting å ta tak i når det gjelder forfatterne analyse av de seks globale nøkkelprosessene, men først et par generelle bemerkninger.

Forfatterne legger en nokså smal definisjon av bærekraft til grunn for denne studien. Når bærekraften i matproduksjonen analyseres i et globalt perspektiv, er det påfallende hvor fraværende både matsikkerhet og mattrygghet er i rapporten. Klimaendringene som er på gang vil kunne få store konsekvenser for mange produksjoner som i dag tas for gitt, når det blir «varmere, våtere, villere og tørrere», noe som bl.a. omfatter et større sykdomstrykk på husdyr og kulturplanter og dermed også økt risiko for matbårne sykdommer hos mennesker. Sosioøkonomiske forhold er også lite berørt.

Konseptet som handler om å lage et sett av rammer/grenseverdier for sentrale, globale, biofysiske prosesser er utviklet av ei ekspertgruppe rundt en av forfatterne av EAT-rapporten, Johan Rockström, som også er leder av rådgivningsgruppa for EAT foundation. Dette konseptet har fått svært mye oppmerksomhet, og blir ofte henvist til av ulike politiske/samfunnsmessige aktører (f.eks. FN; UN GSP 2012). Selv om det er mange vitenskapelige artikler som henviser til begrepet «planetary boundaries» og drøfter det på overordnet nivå (f.eks. Galaz et al. 2012), er det imidlertid få studier fra vitenskapelige miljøer utenfor Rockstrøms gruppe som underbygger den metodiske tilnærmingen valgt i denne rapporten. Faktisk er det flere kritiske innvendinger mot metoden.

En av de mer grunnleggende innvendingene, oppsummert av de Vries et al. (2013), er at flere av nøkkelprosessene har regionale effekter og ikke globale, slik at menneskelig aktivitet i én region dermed ikke påvirker andre regioner. Det innebærer at både grenser og løsninger i stedet burde vært på regionalt og ikke globalt nivå.

Mindre grunnleggende, men ikke mindre omdiskutert er valget av de numeriske grenseverdiene (Campbell et al. 2017; Gerten et al. 2015). Running (2012) skriver f.eks.: “These metrics are compelling conceptually, but many are not easily measured globally; explicitly defining a critical boundary is even more challenging”. Tilsvarende bekymring kommer fra Bahn et al. (2014): “For a given ecosystem, we cannot yet predict the level of climate severity at which thresholds for changes in ecosystem functioning occur”. At grenseverdiene virker vilkårlige er spesielt tydelig for nitrogen, slik Å. Bjørnstad påpeker i sin kronikk (Bjørnstad 2019). I 2009 ble den globale grenseverdien for produksjon av reaktivt N (industriell pluss biologisk N-fiksering) satt til 35 Mt N (Rockström et al. 2009). Etter kritikk av bl.a. de Vries et al. (2013) ble grensa økt til 62-82 Mt (Steffen et al. 2015), mens den i EAT-rapporten er satt til 90 Mt.

Det er med andre ord god grunn til å stille spørsmål om hvor reell den internasjonale, vitenskapelige konsensus faktisk er for måten bærekraftig matproduksjon blir definert i rapporten.

Så litt mer om de enkelte nøkkelprosessene:

- **Klima:** I rapporten tas det utgangspunkt i en IPCC-basert tilnærming med mål om en global oppvarming som ikke overstiger 2 °C. Det antas at mengden samlede utslipp (CO₂-ekvivalenter) av metan og lystgass blir som i dag (ca. 5 GT/yr) framover (til år 2100). I analysen som er basert på modellberegninger, forutsettes det at jordbruket går fra å være netto-kilde til netto mottager av drivhusgassutslipp i 2050. Videre forutsettes det at konvertering av naturlige landområder til jordbruksformål opphører helt i 2050, og tilsvarende for bruk av fossil energi i jordbruket. Største reduksjon i CO₂-utslippene beregnes å komme fra fossilt drivstoff og sement.

Kommentarer:

Utslipp av CO₂ fra jord er satt til null fra 2050, til tross for at det foreligger omfattende tallmateriale som viser at tidligere arealbruksendringer (f.eks. myr dyrking) vil bidra med store CO₂-utslipp i mange år framover, før nye likevektsnivå i jorda er nådd (Kasimir-Klemedtsson et al. 1997; Smith, 2008).

Temperaturøkningen vi allerede registrerer (selv om ikke grensa på 2 °C overskrides) vil øke disse utslippene (Andrén et al. 2008).

Et annet eksempel på dette er knyttet til omdisponering fra engdyrking til åpen-åker-produksjon. En overgang fra eng til f.eks. korndyrking gir over tid et vesentlig lavere C-innhold i jorda, og differansen i C-innhold innebærer store CO₂-utslipp (Bellamy et al. 2005; Guo and Gifford 2002; Riley og Bakkegård 2006). En nedgang i kjøttforbruket vil stimulere til en slik overgang, og dette vil potensielt kunne gjelde store arealer globalt. Tiden det tar å nå en ny likevekstilstand i jorda etter en slik endring i driftspraksis kan godt være over 100 år (Smith, 2008).

- **Bruk av ferskvann:** I rapporten legges det til grunn at jordbrukets andel av ferskvannsforbruket økes fra 75-84% til 90% av det totale forbruket på 2800 km³/yr. Dette forutsetter en reduksjon i vannbruken innen industrien og i privathusholdningene.

Kommentarer:

Her gjøres det grove antagelser og anslag, uten nevneverdig synlig støtte hverken i litteraturen eller ved hjelp av modelleringsverktøy. Begrepet «somewhat arbitrary» virker dekkende.

- **Nitrogen- og fosforstrømmer:** Dette er et meget komplekst område. Forfatterne tar utgangspunkt i et anslag på samlet produksjon av reaktivt nitrogen og fosfor i dag for å estimere forbruket nødvendig for å fø en befolkning på 10 mrd. i 2050. Beregningen viser at behovet da vil overstige den globale grenseverdien for både N og P (satt til hhv. 90 Tg og 8 Tg). Grenseverdien for N er basert på en modelleringsartikkel, der en har brukt globale tall for tilført N (via gjødsel og i form av N-fiksering knyttet til belgvekst dyrking), og der målet har vært å holde nitrogenkonsentrasjonen i avrenningsvann under 2,5 mg N per liter. Samme kilde er brukt for å sette grenseverdien for P. Her er en global P-strøms-modell brukt omtrent som for N til å definere grenseverdien for tilført P globalt, med mål om å holde P konsentrasjonen i avrenningsvann under en satt terskelverdi for eutrofiering.

Kommentarer:

Sekvensen har en faktisk feil på s. 466: «Nitrogen fluxes to air and water react directly to increase in nitrogen input because nitrogen does not accumulate in soils». Økte gjødslingsmengder innebærer ikke et automatisk 1:1-tap av nitrogen til luft og vann. Hvis økningen skjer på en agronomisk riktig måte (f.eks. ut fra plantenes steds-spesifikke behov, i form av presisjonsgjødsling; Korsæth m.fl. 2019), vil en kunne oppnå større N-opptak i plantene og økte avlinger. Økt gjødsling som gir seg utslag i økte avlinger kan over tid dessuten bidra til økt humusinnhold i jorda (Smith 2008), og dermed et større lager av organisk N, siden humus består av både C og N (og en del annet). Dette fenomenet er bl.a. dokumentert i langvarige forsøk (f.eks. Edmeades 2003; Kätterer et al. 2014).

Den feilaktige forutsetningen om at økt N tilførsel tapes direkte til omgivelsene ble brukt videre i modelleringsarbeidet for å beregne den globale grenseverdien for N.

Målet om å holde nitratkonsentrasjonen i avrenningsvann under 2,5 mg N/liter basert på globale tall for N-tilførsel virker dessuten mildt sagt utfordrende, ikke minst ut fra forskjellen i skala.

Nitratkonsentrasjonen i avrenningsvann er avhengig av en rekke faktorer og varierer svært mye både i tid og sted (Korsæth og Eltun 2000; Beckmann m.fl. 2008), og må følgelig angripes med stor romlig (og tidsmessig) oppløsning.

N-fiksering gjennom jordbruksbelgvekster (symbiose mellom bakterier og røtter) blir lite omtalt, til tross for at dette utgjør omlag halvparten av industrielt fiksert gjødsel-N (Fowler et al. 2018), og belgvekster løftes fram i referansekostholdet som noe vi bør spise og produsere mer av.

Skalutfordringen gjelder også for fosfor. Her er det mye tekst som beskriver tilnærmingen, men beskrivelsen er vanskelig å følge, og det er vanskelig å forstå det konkrete valget av globale grenseverdier for P. Fra et bærekraftsperspektiv er utfordringen fram i tid ikke så mye et overforbruk av P, men heller manglende tilgang på drivverdige P-forekomster med akseptabelt lavt innhold av tungmetaller (Gupta et al. 2014). En mulig knapphet på dette viktige makronæringsstoffet har potensial til å redusere klodens matproduksjon betraktelig (ibid). Resirkulering av P fra slam og andre kilder med høyt P-innhold, slik forfatterne foreslår, vil være et viktig bidrag, men en fullstendig resirkulering er lite sannsynlig (på grunn av f.eks. diffuse stofftap på grunn av erosjon).

Sekvensen er generelt lite underbygget med litteraturreferanser.

- **Biodiversitet:** Vi er nå i gang med verdens sjette masseutryddelse av arter. Størst skade gjør omdanning av naturland til jordbruksland (f.eks. regnskog) med 80% (=80 arter) av det totale artstapet som er 100 arter per 1 mill. arter per år. Målet er satt til 10 utryddelser per 1 mill. arter per år (intervall 1-80).

Hele 40% av landmassene som ikke er dekket av is er brukt til jordbruk; åkerbruk og beiter. Til sammen utgjør dette verdens største økosystem som bidrar med matproduksjon, habitat for biodiversitet, karbonlager og andre økosystemtjenester. Av disse 40% utgjør over halvparten beiter, som er spesielt viktig for biodiversitet.

Kommentarer:

Det blir hevdet at målet er en vitenskapelige grenseverdi, men det synes mangelfullt dokumentert at det ligger noen slags vitenskapelig konsensus bak.

Oppdyrking av regnskog står sannsynligvis for en stor andel av jordbruksrelatert artsutryddelse, uten at det er problematisert. Hvor langt mot målet ville vi f.eks. kommet med full stopp i regnskoghogsten (og etterfølgende oppdyrking)?

Jordbruk bidrar også til diversitet, og agrobiodiversitet er riktignok omhandlet i en egen tekstboks. I Norge har vi f.eks. hatt en historisk blanding av eng, beite og åpen-åkervekster gjennom mange hundre år, som har gitt et arts mangfold som vil være truet når en endrer driftsform mot f.eks. mer åpen-åker og mindre drøvtyggere. Tilsvarende gjelder også for andre beitedominerte regioner.

- **Arealbruksendring:** Netto-arealet for matproduksjon har vært omtrent det samme siden 1950-tallet, der nedgang i Europa, Russland og Nord-Amerika har blitt kompensert gjennom omfattende økning i tropiske strøk, i stor grad på bekostning av regnskog. Nå kan ca 51% av landjorda regnes som intakte økosystemer med en biodiversitet intakthetsindeks på over 90. Av dette arealet er 15 prosentpoeng beskyttet ved lov, de øvrige 36 prosentpoeng er ikke beskyttet. Det foreslås en «halvjordsstrategi» som innebærer at vi beskytter den gjenværende halvdelen av jordas økosystemer; altså den som er intakt.

Kommentarer:

Den foreslåtte halvjordsstrategien innebærer at vi på sikt må få en fullstendig stopp i oppdyrkingen av nye arealer til jordbruksformål. Vi skal mao. dyrke vesentlig mer mat på det samme arealet. Intensivering av jordbruket får en del av skylda for tap av biodiversitet, og her er det dermed en målkonflikt. Det foreslås videre at 10% av arealet skal være «økologisk konserverte areal» for å sikre at ulike habitat knyttes sammen, noe som er viktig for artsoverlevelse. Dette betyr at i praksis må den bærekraftige intensiveringen som skisseres i rapporten, skje på 90% av dagens jordbruksareal. Samtidig legges det opp til at det dyrkes mer belgvekster, som gir lavere avling per dekar enn alternativene (fôrvekster og korn). Er dette realistisk?

1.1.3 Oppnå sunt kosthold fra bærekraftig matproduksjon

Her ble en modell («global food system modelling framework») brukt til å analysere hvilke kombinasjoner av tilgjengelige tiltak som skal til for å levere et sunt kosthold og samtidig være innenfor handlingsrommet gitt ut fra de seks definerte globale skrankene. Modellen ble brukt til å beregne behovet for matproduksjon ut fra konsummønster, slik det f.eks. referansekostholdet ville bidratt til. Modellen som er oppgitt å ha en oppløsning på landsnivå (nasjonalt nivå), ble deretter koblet med nasjonale tall for miljømessig fotavtrykk knyttet til denne matproduksjonen. Dette danner grunnlaget for ulike scenarioer, der både produksjonsmåte, avfallshåndtering og kosthold ble variert, og resultatene evaluert opp mot de globale grenseverdiene.

Kommentarer:

De globale skrankenes usikkerhet er allerede kommentert under 2.

For å gjennomføre denne komplekse modelleringsøvelsen ble det brukt data fra mange ulike kilder, primært basert på kjøring av andre modeller – inkludert LCA. Det er imidlertid svært vanskelig å spore hvilke data som faktisk er benyttet i denne modellen, og på hvilken måte. Vi vet at en sammenstilling av resultater fra LCA-studier er svært krevende, siden valg av systemgrenser og prosesser som inkluderes i beregningene har en avgjørende effekt på utfallet (Roer et al. 2012). Det henvises til større review-artikler og omfattende studier som bruker modeller på globalt nivå, uten at det går fram hvilke deler av disse som er brukt videre.

Ved modellering inngår mange variabler som hver for seg har en viss usikkerhet, og denne feilen summeres i prosessen. Denne feilsummasjonen blir ikke tydeliggjort i sluttproduktet, med unntak for stokastiske modeller som ikke er benyttet her. Tallene i rapporten (figur 6) som viser effekten av de ulike scenariene har derfor etter all sannsynlighet et svært stort spenn, hvis feilen skulle synliggjøres i form av f.eks. et konfidensintervall.

1.2 Fra et realpolitisk ståsted

Det ligger som et premiss for dette studiet at det globale matsystemet fungerer etter navnet; altså som et globalt system, der underforsørging av enkelte matvarer et sted kompenseres med import av disse varene fra et annet sted med overproduksjon (og tilsvarende også for næringsstoff som N og P). Men hvor realistisk er egentlig dette? Matproduksjonen skjer på gårdsnivå, og det meste av maten som produseres i verden konsumeres lokalt, med varierende systemer for regional og nasjonal distribusjon og omfordeling. Verdensmarkedet utgjør riktignok et viktig supplement: I 2005 bodde 80% av jordas befolkning i land med netto matimport (Porkka et al. 2013), men brorparten av kaloriene produseres altså innenlands. I 2005 bodde under 20% av verdens befolkning i land som importerte mer enn 500 kcal per person (ibid).

Verdensmarkedet for mat er en «godværsmodell» som fungerer når ting er i orden. I krisetider, som f.eks. under den sterke økningen i verdens matvarepriser som skjedde i 2007 og første kvartal av 2008, så viser det seg at normale markedsmekanismer fungerer dårlig. I 2007-08 stengte over 20 land grensene sine for eksport av matvarer for å sikre sin egen befolknings matforsyning, både i Afrika (Millar og Rivera, 2011) og i Asia (Demeke et al. 2009). Et aktuelt eksempel på at verdensmarkedet er sårbart for politiske inngrep er eksporten av amerikansk soya til Kina som er desimert i løpet av de siste par årene etter langvarig uenighet om handelspolitikken mellom USA og Kina (Chatzky, 2019).

I kjølvannet av matvarekrise (2007-08) oppsto begrepet landran («land grabbing»), der etter hvert mange stater nå har sikret seg rettigheter til å drive store jordarealer i andre land, ikke minst i Afrika. Landran, som også blir drevet av rent kommersielt motiverte aktører, har nå et omfang på flere titalls

millioner hektar (Verdensbanken anslo at omfanget var ca. 56 mill. hektar ved utgangene av 2009; Deininger and Byerlee 2011).

Etter hvert som jordas befolkning øker og kampen om ressursene hardner til, er det ikke usannsynlig at den internasjonale handelen med matvarer blir mer uforutsigbar framover enn motsatt. Noen stater tar dette på større alvor enn andre. Kina er en stor aktør som landraner, og har dessuten 50% av verdens samlede lagerreserver av korn (USDA 2019). Dessuten investerer landet stort i å bygge infrastruktur i over 60 land («Belt and road initiativ»; World Bank 2018), som sikrer landet tilgang til ressurser og arealer.

Det globale systemet for handel med mat kan være sårbart, og flere begynner etter hvert å bekymre seg for sikkerheten. Det blir bl.a. påpekt at det er bare noen få land som står for nesten all eksport av mat (Clapp 2015; FAOSTAT 2016).

Til dels som en konsekvens av dette så transporteres mye av maten gjennom noen få, strategisk viktige flaskehalsar. For eksempel passerer 50% av hveten på verdensmarkedet gjennom enten Gibraltar-, Bosporusstredet eller Suez-kanalen (Bailey og Wellesley 2017). Samtidig viser befolkningsframskrivningene at økningen vil komme i bare noen få land, først og fremst i Afrika sør for Sahara, en region som i dag har den største andel av befolkningen som sulter (www.foodsecurityportal.com).

Er det da riktig medisin å jobbe for å få på plass et kosthold som er basert på utstrakt handel og lange transportveier for ingrediensene?

1.3 Fra et nasjonalt ståsted

Siden det aller meste av maten som konsumeres på kloden er produsert lokalt, kan en altså spørre seg hvor globalt matsystemet egentlig er. Gir det noen mening med en global tilnærming til problemene, mulighetene og løsningene, hvis kapasiteten til matproduksjon, konsumet og det meste av miljøeffektene i all hovedsak skjer lokalt?

I EAT-rapporten står det gjentatte steder at kostholdet som både er sunt og basert på bærekraftige produksjonsmetoder bør tilpasses lokale forhold. Dette referansekostholdet legger opp til et inntak av kjøtt (rødt kjøtt: 14 g/dag, hvitt kjøtt 29 g/dag, til sammen 15,6 kg kjøtt/år) som tilsvarer om lag 23% av det vi spiser i dag. Ifølge kostholdsanbefalingen bør proteinet som dermed går ut kompenseres gjennom økt inntak av fisk, belgvekster og nøtter. Kystnasjonen Norge har nok fisk, men vi har begrensninger mht. å dyrke belgvekster og nøtter. En ferskgjennomgang utført av NIBIO (Abrahamsen et al. 2019) viste at en kan maksimalt dyrke proteinvekstene åkerbønner og erter på hhv. 113 000 og 160 000 daa i Norge. Selv med en økning også av oljevekstarealeet til det maksimale (274 000 daa), ville en slik endring bare øke den totale proteinproduksjonen for korn pluss disse vekstene med 11%. Nøtter er bare marginalt mulig å dyrke i Norge.

Proteintilgangen er imidlertid ikke hovedutfordringen; der ville nok fiskeriene reddet situasjonen. Fra et norsk perspektiv ligger hovedproblemet i hvordan vi skulle kunne utnytte arealressursene våre til matproduksjon, hvis befolkningen reduserte inntaket av rødt kjøtt til 14 g/dag.

Ressursmessig: I Norge utgjør jordbruksarealet ca. 3% av det samlede landarealet. I tillegg kan 45% av landarealet potensielt brukes til utmarksbeiter (klassifisert som enten god eller svært god beitekvalitet; Rekdal 2015). Utmarksbeiter bidrar med om lag 300 mill. FEM hvert år (Meld. St. 9 2011-2012, side 93), fordelt på anslagsvis 225 mill. til småfe, 52 mill. til mjølkekyr med tilhørende rekruttering og kjøttproduksjon, og 23 mill. til ammeku (Bakken et al. 2014).

Utnytting av beiteressursene krever imidlertid et aktivt jordbruk med produktpriser som gjør det økonomisk interessant å sørge for en helårsproduksjon, siden mordyrene trenger fôr også i de 8-10

månedene av året uten beitemuligheter. En kraftig reduksjon i etterspørselen etter rødt kjøtt vil gjøre det ulønnsomt å drive en stor del av dagens grasarealer (selv om en viss melkeproduksjon vil opprettholdes). Dette vil bety brakklegging og gjengroing, siden alternative produksjoner/vekster er uegnet på store deler av dagens grasarealer på grunn av begrensninger i lokalklima, topografi, arrondering, infrastruktur, mm. Samtidig vil en stor del av dagens beiteressurser i både inn- og utmark gå ut av vår næringskjede, med de ulemper det medfører for bl.a. biodiversitet, kulturlandskapspleie og andre økosystemtjenester.

Drøvtyggerne kan i motsetning til gris og fjærkre produsere mat uten å konkurrere med oss mennesker om fôret. Selv om vi aksepterer at noe av det vi potensielt kan spise skulle brukes til fôr, ville det vært mest ressursøkonomisk å fôre drøvtyggere. Mens en drøvtygger (globalt gjennomsnitt) trenger 1 kg protein (egnet for menneskefôde) for å produsere 1 kg kjøtt-protein, trenger svin og fjærkre 4,2 kg for tilsvarende foredling (Mottet et al. 2017). Fra et ressursmessig perspektiv er det derfor ikke en fordel at kjøtt fra enmagede dyr favoriseres på bekostning av kjøtt fra drøvtyggere.

Strukturell effekt: Vårt tradisjonelle dyrehold har også en viktig strukturell effekt. Etterkrigstidas kanaliseringspolitik har bidratt til at Norge i motsetning til f.eks. Sverige har vært i stand til å opprettholde et aktivt jordbruk også i agronomisk sett mindre gunstige strøk av landet. Husdyrproduksjonen, spesielt den drøvtyggerbaserte, ble i praksis lagt til «dalstrøka innafor», mens produksjonen av korn og andre åpen-åker-vekster ble lagt til flatbygdene på Østlandet og ved Trondheimsfjorden. En omfattende reduksjon i produksjonen av rødt kjøtt vil sannsynligvis primært treffe der muligheten til alternative produksjoner er minst, og effektivt slå beina unna målet om å opprettholde et aktivt jordbruk over hele landet.

Økonomiske og sosiale forhold: EAT-rapporten omhandler bærekraft, men belyser primært dimensjonen naturmiljø og i vesentlig mindre grad økonomi og sosiale forhold, som også er dimensjoner som vanligvis inngår i bærekraftsbegrepet (FN opererer med 17 bærekraftsindikatorer; UN 2018). Husdyrproduksjonene i Norge har stor betydning for både økonomi og sosiale forhold. Her til lands sto husdyrsektoren for 71% av jordbrukets produksjonsinntekter i 2017 (Totalkalkylen 2018), og sektoren bidrar med omfattende ringvirkninger i distrikts-Norge i form av næringsgrunnlag for sekundær- og tertiærnæringer med tilhørende arbeidsplasser og bosetning. En bærekraftig intensivering er nødvendig innenfor alle typer matproduksjon framover, men dette innebærer at produksjonene går såpass godt økonomisk at det er rom for å gjennomføre nødvendige investeringer for driftsmessige justeringer. Det er sannsynligvis begrenset vilje i befolkningen til å øke de statlige overføringene til jordbruket vesentlig framover.

Matsikkerhet og mattrygghet: Husdyrproduksjonene er avgjørende for matvareberedskapen i Norge, siden drøvtyggerne nyttiggjør seg gras, de trenger ikke konkurrere med oss om maten, og de er effektive proteinprodusenter. Dessuten har proteiner fra husdyr en bedre ernæringsmessig kvalitet enn mange vegetabiliske proteiner.

Som nevnt innledningsvis, vil klimaendringene øke risikoen for nye sykdommer, både for folk og husdyr (Tirado et al. 2010). Norske husdyrs helse er i dag meget god (Mattilsynet 2019), og husdyrprodusentene er slik sett bedre rustet til å håndtere endringer enn i mange andre land. Norskproduserte matvarer har generelt sett en kvalitet som gjør dem tryggere å spise enn mange importerte varer (f.eks. med hensyn til reststoffer av antibiotika i animalske produkter; Østensvik og Osinska 2015, og plantevernmidler i vegetabiliske produkter; Bolli og Christiansen 2018). En endring som vil kunne innebære lavere selvforsyning og dermed større import vil derfor være negativ både for matsikkerheten og for mattryggheten framover.

Det er framlagt mye dokumentasjon på at høyt inntak av rødt kjøtt, særlig bearbeidet, kan ha negative helseeffekter, og det er derfor all grunn til å gi råd om begrenset inntak. Hvor lavt denne grensa bør settes må imidlertid være basert på grundige, kvantitative og omfattende studier, fortrinnsvis gjennomført i land med sammenlignbart kosthold som i Norge (sammenlignbare kjøttprodukter og

konsummønster), siden en kraftig reduksjon i etterspørselen, som et mulig resultat av rådene i rapporten, har omfattende ringvirkninger både for natur, økonomi og samfunn. Nå er det ikke nødvendigvis slik at mindre forbruk av kjøtt i Norge automatisk vil innebære lavere produksjon av kjøtt. En av forfatterne bak rapporten, Johan Rockström, mener rapporten må tolkes slik at hvert enkelt land må eksportere varer etter hva de har forutsetning for å lage, og han blir sitert på at den ideelle kjøttproduksjonen er en produksjon som ligner på den vi har i Norge (Nationen, 17.01.2019).

1.4 Fra et norsk forbrukerståsted

EAT-rapporten ble slått stort opp i media da den kom, og spesielt rådene knyttet til kjøttforbruk fikk mye oppmerksomhet. Det er allerede en trend blant yngre mennesker, spesielt i urbane strøk, å kutte ut kjøttinntaket helt og gå over til et vegetariansk eller vegansk kosthold (Valvik og Ruud 2016). Et kosthold uten animalske produkter er imidlertid utfordrende å gjennomføre uten at det oppstår mangler av enkelte stoffer (f.eks. vitamin A, vitamin B-12, riboflavin, kalsium, jern og sink). Over tid kan dette gi helsemessige problemer.

Rapportens kostholdsanbefaling for kjøtt er så mye mindre enn dagens gjennomsnittlige kjøttkonsum, at det er en viss risiko for at mange vil finne anbefalingen så ekstrem, at viljen til å gjøre noe som helst med kjøttinntaket fordunster. Kanskje gjelder dette i størst grad for de som faktisk har mest å hente på å moderere kjøttinntaket?

Den norske forbrukeren har forsvinnende liten påvirkning på de globale størrelsene som adresseres i rapporten. Hva vi spiser, produserer og driver med ellers her til lands har ingen målbare effekter globalt (kanskje med unntak av olje- og gassproduksjonen). Likevel har vi som enkeltpersoner et solidarisk ansvar overfor resten av verden til å bidra så godt vi kan – ingen andre enkeltpersoner heller bidrar med målbare, globale effekter. EAT-rapporten har satt vårt kosthold på dagsorden, men den har kanskje fått ufortjent mye oppmerksomhet. Flere har pekt på at våre reisevaner, ikke minst med fly, bidrar med vesentlig større utslipp enn utslippene som er relatert til produksjonen av maten vi spiser. Klesproduksjon står også for en overraskende stor del av utslippene (Nijman 2019). Hverken rapporten eller den etterfølgende debatten ser ut til å ha etterlatt en klar konklusjon hos den jevne forbruker. Hva nå?

2 EAT, bærekraft og Ernæringsrådet

Bærekraftsanalysene i rapporten er ikke overbevisende. Fra forskerhold stilles det spørsmål både ved den konseptuelle tilnærmingen og til detaljene. Analysene knyttes til et kosthold som bare delvis overlapper med de norske kostholdsrådene.

I Ernæringsrådet har vi alt laget en rapport som belyser bærekraften i de gjeldende nasjonale kostholdsrådene (Øverby et al. 2017), og det er ingen ting i EAT-rapporten som gir grunn til å endre på konklusjonene. Ernæringsrådet bør derfor fortsette å formidle rådene med like stor entusiasme som tidligere - også fra et bærekraftsperspektiv.

Litteratur

- Abrahamsen, U., Uhlen, A.K., Waalen, W. Stabbetorp, H. 2019. Muligheter for økt proteinproduksjon på kornarealene. NIBIO BOK 5(1): 160-167.
- Andrén, O., Kätterer, T., Karlsson, T., Eriksson, J. 2008. Soil C balances in Swedish agricultural soils 1990–2004, with preliminary projections. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 81: 129-144.
- Bakken, A.K., Johansen, A. 2014. Matproduksjon på norske arealressursar med og utan import av førråvarer. *Bioforsk Rapport* 9(19): 12 sider.
- Bailey, R., Wellesley, L. 2017. Chokepoints and Vulnerabilities in Global Food Trade. Chatham House Report, The Royal Institute of International Affairs, <https://www.chathamhouse.org/sites/default/files/publications/research/2017-06-27-chokepoints-vulnerabilities-global-food-trade-bailey-wellesley.pdf>.
- Bechmann, M., Deelstra, J., Stålnacke, P., Eggestad, H. O., Øygarden, L., Pengerud, A. 2008. Monitoring catchment scale agricultural pollution in Norway: policy instruments, implementation of mitigation methods and trends in nutrient and sediment losses. *Environmental Science & Policy* 11: 102-114.
- Bellamy, P. H., Loveland, P. J., Bradley, R. I., Lark, R. M., Kirk, G. J. D. 2005. Carbon losses from all soils across England and Wales 1978–2003. *Nature* 437: 245-248.
- Bjørnstad, Å. 2019. EAT – magert kosthald for eit magert jordbruk. *Bondebladet*, 16. mai 2019, s. 16.
- Bolli, E. og Christiansen, R. 2018. Overvåkingsresultater for plantevernmidler i næringsmidler 2017. NIBIO POP 4(28), <https://www.nibio.no/publikasjoner/nibio-pop?locationfilter=true>.
- Campbell, B. M., Beare, D. J., Bennett, E. M., Hall-Spencer, J. M., Ingram, J. S. I., Jaramillo, F., Ortiz, R., Ramankutty, N., Sayer, J.A., Shindell, D. 2017. Agriculture production as a major driver of the Earth system exceeding planetary boundaries. *Ecology and Society*, 22(4), doi.org/10.5751/ES-09595-220408.
- Chatzky, A. 2019. Will There Be Winners in the U.S.-China Trade War? <https://www.cfr.org/article/will-there-be-winners-us-china-trade-war>.
- Clapp, J. 2015. Food security and international trade - Unpacking disputed narratives. Background paper to the FAO-report: *The State of Agricultural Commodity Markets 2015-16*, <http://www.fao.org/3/a-i5160e.pdf>.
- Deininger, K., Derek Byerlee, D. 2011. Rising Global Interest in Farmland. Can it yield sustainable and equitable benefits? *The International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank*. DOI: 10.1596/978-0-8213-8591-3.
- Demekem, M., Pangrazio, G. and Maetz, M. 2009. Initiative on Soaring Food Prices Country Responses to the Food Security Crisis: Nature and Preliminary Implications of the Policies Pursued. EasyPOL module 062, <http://www.fao.org/3/a-ap239e.pdf>.
- Edmeades, D. C. 2003. The long-term effects of manures and fertilisers on soil productivity and quality: a review. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 66: 165-180.
- FAOSTAT 2016. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Database, <http://faostat.fao.org/site/291/default.aspx>.

- Fowler, D., Coyle, M., Skiba, U., Sutton, M. A., Cape, J. N., Reis, S., Sheppard, L. J., Jenkins, A., Grizzetti, B., Galloway, J. N., Vitousek, P., Leach, A., Bouwman, A. F., Butterbach-Bahl, K., Dentener, F., Stevenson, D., Amann, M., Voss, M. 2013. The global nitrogen cycle in the twenty-first century, *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 368, 20130164, doi:10.1098/rstb.2013.0164.
- Galaz, V., Biermann, F., Folke, C., Nilsson, M., Olsson, P. 2012. Global environmental governance and planetary boundaries: An introduction. *Ecol. Econ.* 81: 1–3.
- Gerten, D., Rockström, J., Heinke, J., Steffen, W., Richardson, K., Cornell, S. 2015. Response to comment on “Planetary boundaries: guiding human development on a changing planet.” *Science* 348(6240):1217, <http://dx.doi.org/10.1126/science.aab0031>.
- Guo, L.B., Gifford, R.M. 2002. Soil carbon stocks and land use change: a meta-analysis. *Glob. Change Biol.* 8: 345–360.
- Gupta, D. K., Chatterjee, S., Datta, S., Veer, V., Walther, C. 2014. Role of phosphate fertilizers in heavy metal uptake and detoxification of toxic metals. *Chemosphere* 108: 134–144.
- Kasimir-Klemedtsson, A., L. Klemedtsson, K. Berglund, P. Martikainen, J. Silvola, and O. Oenema 1997. Greenhouse gas emissions from farmed organic soils: A review, *Soil Use Management*, 13: 245–250.
- Korsæth, A., Lindgaard, H.J., Veidal, A., Asheim, L.J. 2019. Utbredelse og potensiell økonomisk og miljømessig nytteverdi med presisjonsjordbruk i Norge. NIBIO RAPPORT 5(41) 2019, 56 s. ISBN-nummer: 978-82-17-02303-6.
- Kätterer, T., Börjesson, G., Kirchmann, H. 2014. Changes in organic carbon in topsoil and subsoil and microbial community composition caused by repeated additions of organic amendments and N fertilisation in a long-term field experiment in Sweden. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 189: 110–118.
- Mattilsynet 2019. Ny dyrehelseforskrift stiller strengere krav til dyreholdere – Faktaartikkel, https://www.mattilsynet.no/dyr_og_dyrehold/dyrehelse/ny_dyrehelseforskrift_stiller_strengere_krav_til_dyreholdere.34057.
- Miller, DeMond S., Rivera, J.D. 2011. Comparative emergency management, CRC press, s. 161–163.
- Mottet A., de Haan C., Falcucci A., Tempio G., Opio C., Gerber P. 2017. Livestock: on our plates or eating at our table? A new analysis of the feed/food debate. *Global Food Security* 14:1–8.
- Nijman, S. 2019. UN Alliance For Sustainable Fashion addresses damage of ‘fast fashion’. Press release UN environment, 14.03.2019, <https://www.unenvironment.org/news-and-stories/press-release/un-alliance-sustainable-fashion-addresses-damage-fast-fashion>.
- Ramirez, K.S., Craine, J.M., Fierer, N. 2010. Nitrogen fertilization inhibits soil microbial respiration regardless of the form of nitrogen applied. *Soil Biology and Biochemistry* 42: 2336–2338.
- Rekdal, Y. 2015. Arealrekneskap for utmark. Fakta 11|15, Institutt for Skog og utmark, <https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/bitstream/handle/11250/2436848/SOL-Fakta-2015-11.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Riley, H., and Bakkegard, M. 2006. Declines of soil organic matter content under arable cropping in southeast Norway. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil and Plant Science* 56: 217–223.

- Rockström, J., W. Steffen, K. Noone, Å. Persson, F.S. Chapin III, E.F. Lambin, T.M. Lenton, M. Scheffer, C. Folke, H.J. Schellnhuber, B. Nykvist, C.A. de Wit, T. Hughes, S. van der Leeuw, H. Rodhe, S. Sörlin, P.K. Snyder, R. Costanza, U. Svedin, M. Falkenmark, L. Karlberg, R.W. Corell, V.J. Fabry, J. Hansen, B.H. Walker, D. Liverman, K. Richardson, P. Crutzen, and J.A. Foley. 2009. A safe operating space for humanity. *Nature* 461: 472-475.
- Smith, P. 2008. Land use change and soil organic carbon dynamics. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 81: 169-178.
- Tirado, M. C., Clarke, R., Jaykus, L. A., McQuatters-Gollop, A., Frank, J. M. 2010. Climate change and food safety: A review. *Food Research International*, 43: 1745–1765.
- Totalkalkylen 2018. Totalkalkylen for jordbruket. Jordbrukets totalregnskap 2016 og 2017. Budsjett 2018. Avgitt juni 2018, https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/bitstream/handle/11250/2508265/Totalkalkylen_2018.pdf?sequence=2&isAllowed=y.
- UN 2018. The sustainable management goals report 2018, <https://unstats.un.org/sdgs/report/2018/>.
- UN GSP (UN High-Level Panel on Global Sustainability), Resilient People, Resilient Planet: A Future Worth Choosing (Report for the 2012 Rio+20 Earth Summit, United Nations, New York, 2012).
- USDA 2019. Grain: World Markets and Trade. United States Department of Agriculture Foreign Agricultural Service (USDA), <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/grain-wheat.pdf>.
- Valvik, M.E., Ruud, S. 2016. Trendy blant unge å velge bort kjøtt. *Aftenpostens nettavis* 15.02.2016, <https://www.aftenposten.no/okonomi/i/M355/Trendy-blant-unge-a-velge-bort-kjott>.
- World Bank 2018. Belt and Road Initiative, <https://www.worldbank.org/en/topic/regional-integration/brief/belt-and-road-initiative>.
- Østensvik, Ø., Osinska O. 2015. Overvåking av antibiotikarester i slakt av storfe, småfe og svin 2015. Rapport til Mattilsynet fra NMBU Veterinærhøgskolen, https://www.mattilsynet.no/mat_og_vann/uonskede_stofferimaten/legemiddelrester_i_mat/rapport_om_overvaaking_program_av_antibiotikarester_i_slakt_av_storfe_svin_og_smaafe_i_2015.21710/binary/Rapport%20om%20overv%C3%A5king%20program%20av%20antibiotikarester%20i%20slakt%20av%20storfe,%20svin,%20og%20sm%C3%A5fe%20i%202015
- Øverby, N.C., Torheim, L.E., Korsæth, A., Mortensen, K.H., Meltzer, H.M. 2017. Bærekraftig kosthold - vurdering av de norske kostrådene i et bærekraftperspektiv. *Nasjonalt råd for ernæring*, Utgitt 11/2017 IS-2678, 86 s.

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter og et avdelingskontor i Oslo.