



Klimaendring utfordrer det norske matsystemet

Sammendragsrapport

NIBIO BOK 8(4)2022



NIBIO BOK 8(4) 2022

ISBN: 978-82-17-03131-4

ISSN: 2464-1189

Miljødirektoratets M-nummer: M-2345 | 2022

Forfattere: Arne Bardalen, Ivar Pettersen, Siri Voll Dombu,
Orvika Rosnes, Klaus Mittenzwei og Andreas Skulstad

Grafisk produksjon: 07 Media

Forord

Rapporten «Klimaendring utfordrer det norske matsystemet» er en utredning om klimaendringer og verdikjeder med matsystemet som case. Utredningen er gjort på oppdrag fra Miljødirektoratet, som et ledd i arbeidet med å styrke kunnskapsgrunnlaget om klimaendringenes konsekvenser for natur og samfunn i Norge.

Rapporten drøfter hvordan klimaendringene kan påvirke matproduksjon og verdikjeder fra sjø og jord til bord ved midten av århundret. For analysen av risiko legger vi i denne rapporten en svært høy utslippsbane til grunn. Med dette som forutsetning skisserer vi scenarier for det norske matsystemet med en temperaturøkning på 3°C før midten av århundret. Dette er en utvikling i øvre del av det mulighetsområdet som er skissert av FNs klimapanel. Et slikt scenario vil medføre alvorlige påkjenninger nasjonalt og globalt, og gir derfor en krevende, men mulig, ramme

for å utrede motstandskraft – *resiliens* – i det norske matsystemet.

Utredningen er gjennomført av tre forskningsmiljøer – NIBIO, Vista Analyse og Ruralis – alle med erfaring fra klimarelatert natur- og samfunnsfaglig forskning og utredning. Arne Bardalen og Siri Voll Dombu har ledet og koordinert arbeidet. Ivar Pettersen, Klaus Mittenzwei og Orvika Rosnes har vært faglige bidragsyttere gjennom det meste av analysen. Orvika Rosnes har, sammen med Andreas Skulstad, hatt ansvaret for kvantitative og modellbaserte analyser.

Denne rapporten er en kortversjon utarbeidet med formål å formidle hovedpunkter fra hovedrapporten (NIBIO RAPPORT 8(110)2022). For fullstendig beskrivelse av forutsetninger, metodikk og resultater, samt litteraturoversikt, henviser vi til hovedrapporten.

Ås, 10. august 2022

Arne Bardalen og Siri Voll Dombu

Innhold

Tilnærming, hovedfunn og anbefalinger	5
Klimaendringer og påvirkning på matproduksjon	7
Det norske matsystemet	23
Scenario, klimarelaterte hendelser og forventet systemrespons	27
Sårbarhet: Stresstest av det norske matsystemet.	33
Oppsummering og anbefaling	43



Tilnærming, hovedfunn og anbefalinger

Vi har vurdert hvilken påvirkning endringer i klimaet kan ha på det norske matsystemet.

Analysen tegner et bilde av en mindre forutsigbar norsk matøkonomi med høy forekomst av alvorlige forstyrrelser:

- Klimaendringer skader produksjonen av matråvarer på land og i hav, både i Norge og andre land. Rundt midten av århundret bør vi være forberedt på høy forekomst av avlingssvikt globalt og nasjonalt.
- Vi belyser virkninger av klimarisiko for Norge med scenarier og hendelser. Klimarisiko avledes av scenario med klimarelaterte hendelser, kombinert med vurdering av hvor utsatt ulike deler av matsystemet er for disse hendelsene.
- Vi finner at vårt matsystem er tilpasningsdyktig, men sårbarheten forsterkes når vi ser klimarelatert klimarisiko og andre risikofaktorer i sammenheng.

Vi anbefaler derfor at analyser av klimarelatert risiko gis høy prioritet og baseres på oppdatert kunnskap og bred risikoforståelse, samspill på tvers av sektorer samt konkrete fremtidsbilder av en fremtid med endret klima.



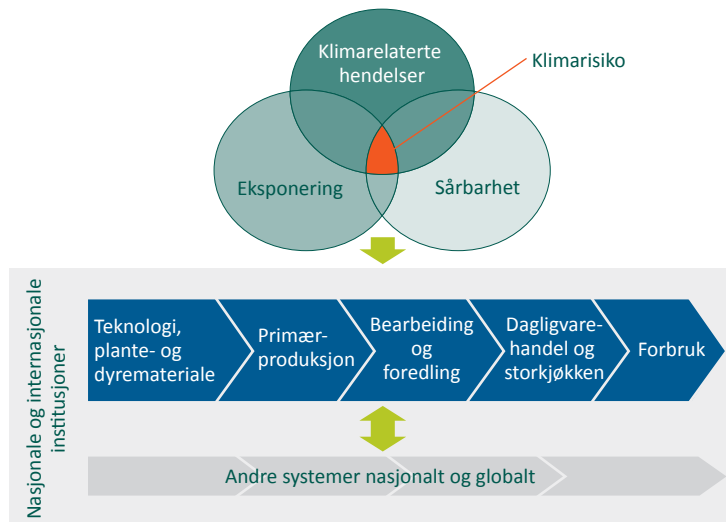
Klimarisiko og matsystem

Klimarisiko avledes av scenario med klimarelaterte hendelser, kombinert med vurdering av hvor utsatt ulike deler av matsystemet er for disse hendelsene og deres sårbarhet.

Et **matsystem** omfatter og viser samspillet mellom aktører, prosesser og aktiviteter knyttet til forsyning av mat. Matsystemer knytter derfor faktorer som klima, miljø, infrastruktur, teknologi, arbeidskraft og institusjoner sammen med verdikjeden for mat. Verdikjeden ender hos forbrukerne.

Klimarisiko for matsystemet omfatter dermed også risiko for at klima forstyrrer andre systemer og omgivelsene generelt, inkludert styring, sosioøkonomiske forhold og miljø og indirekte også matsystemet.

Det er betydelig usikkerhet knyttet til klimautviklingen, til konsekvensene av klimaendringer, klimapolitikk og klimarelatert teknologisk utvikling. Klimaendringer er



i stor grad irreversible, grenseoverskridende, har lang tidshorisont og får stor betydning for produksjon i jordbruk, reindrift, akvakultur og fiskeri.



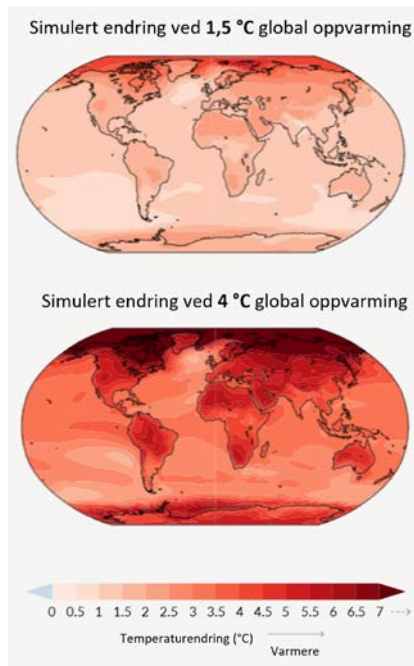
Klimaendringer og påvirkning på matproduksjon

Uten en mer effektiv klimapolitikk kan kloden være på vei mot +3,2°C

Mengden klimagasser i atmosfæren øker sterkt. Hvis ikke klimapolitikken skjerpes utover slik den var i 2020, vil utslippene fortsette å øke også etter 2025 og kan føre til en global oppvarming på 3,2°C innen 2100.

I scenariet fra FNs klimapanel (IPCC) med de høyeste utslippene, vurderes det som svært sannsynlig at 4°C vil passeres i perioden 2081-2100. En økning på inntil 3°C kan ikke utelukkes som et verste utfall for perioden 2041-2060. Temperaturøkningen blir særlig sterk på høye breddegrader.

Hvis utslippene ikke reduseres drastisk før 2030, vil rundt 3,9 milliarder mennesker sannsynligvis oppleve store hetebølger innen 2040, 12 ganger mer enn det historiske gjennomsnittet.



Kilde: IPCC AR6 VG1:
Simulert fordeling av
temperaturøkning
ved hhv 1,5 og 4 grader
global oppvarming

Temperaturen i Norge øker mer enn det globale gjennomsnittet, og vekstsesongen blir betydelig forlenget

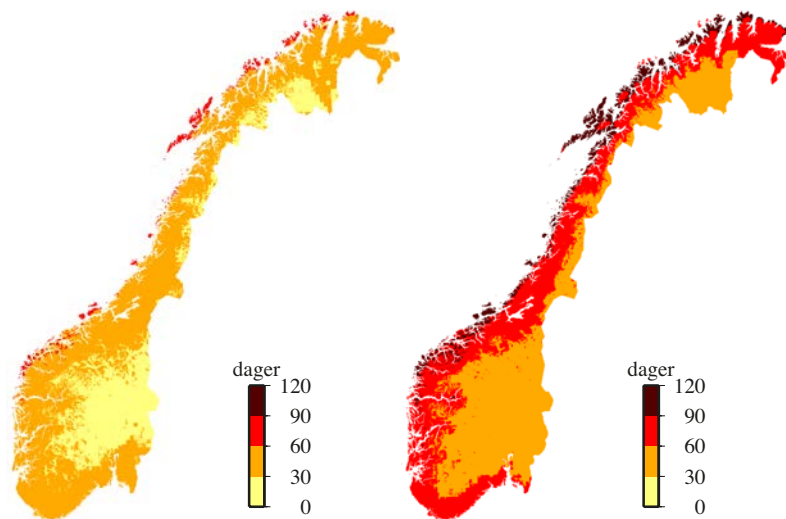
Når konsekvensene av klimaendringer for matproduksjonen skal vurderes, er det de faktiske værforholdene i den enkelte region og i ulike faser av produksjonssesonger som har størst betydning.

Frem til 2071–2100 ventes årsmiddeltemperaturen for Norge å øke med 4,5°C i den høye utslippsbanen, sammenlignet med årene 1971–2000. Størst oppvarming vil komme om vinteren og minst om sommeren, og oppvarmingen er sterkere i nord enn i sør.

Vekstsesongen i Norge er beregnet å øke betydelig fra 1971–2000 til 2031–2060. I et bredt belte fra kysten og innover i landet beregnes 1–2 måneder økt vekstsesong under høy utslippsbane. Mot slutten av århundret beregnes ytterligere cirka én måneds økning.

Antall dager økning i vekstsesongen fra perioden 1971–2000 til 2071–2100 for RCP4.5 (venstre) og RCP8.5 (høyre).

Kilde: Klima i Norge 2100



Klimaendringer fører til både økt og mer intens nedbør

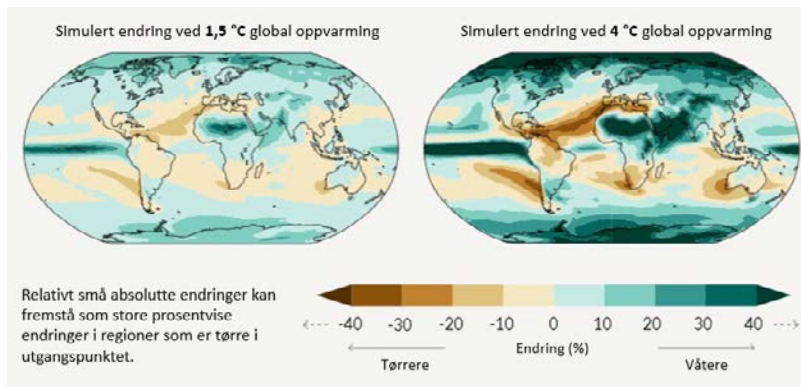
Både globalt og i Norge blir det økt total nedbør og mer intense nedbørsepisoder, men med både endret regional fordeling og nedbørsmønster gjennom året.

Ved oppvarming på 1,5°C vil et lite antall regioner globalt få endringer i gjennomsnittlig nedbørsmengde. Ved 2°C forventes større økninger i bl.a. Nord-Europa, Nord-Amerika, de fleste asiatiske regioner og to regioner i Sør-Amerika. Ved 4°C forsterkes endringene i alle regioner.

I Norge kan nedbørsmengden, ifølge rapporten Klima i Norge 2100, på dager med kraftig nedbør øke med 18 prosent. Intens nedbør med kortere varighet enn ett døgn kan øke med 30 prosent.

Selv om middelnedbøren om sommeren beregnes å endre seg lite, vil nedbøren fordampe raskere når det er varmt. Vi må derfor være forberedt på at det kan bli hyppigere og mer alvorlige tørkesommerer, særlig i Sør-Norge. I områder med økte nedbør kan dette kompensere for økt fordampning som følge av høyere temperaturer.

Kilde: IPCC AR6 WG1, relativ årlig nedbørsendring ved 1,5 og 4 grader global oppvarming



Samtidige og sjeldne hendelser som har store konsekvenser kan komme oftere

Sammenfallende ekstremhendelser er kombinasjoner av flere klimarelaterte hendelser som skaper risiko for samfunn eller natur.

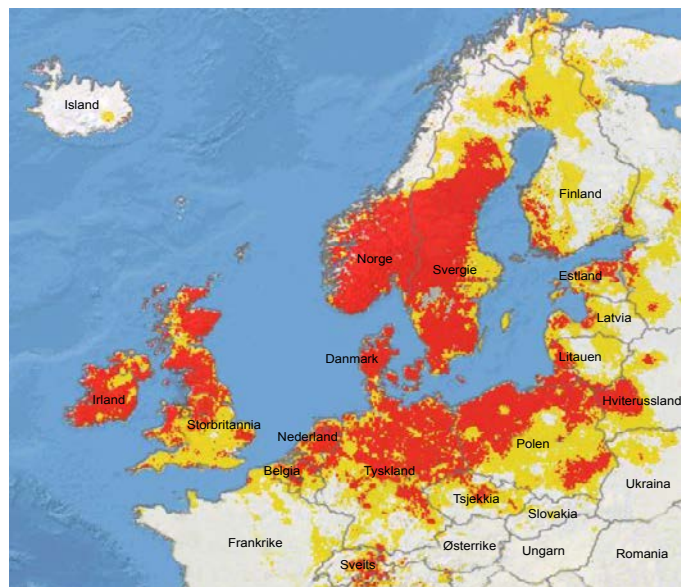
Dette kan være hetebølger og tørke som skjer på samme tid, kombinasjon av stormflo og kraftig nedbør som fører til flommer, eller en kombinasjon av varme, tørke og vind som gir stor skogbrannfare.

Med økende global oppvarming øker sannsynligheten for sammenfallende ekstremhendelser. Det er økende sannsynlighet for hendelser som kan føre til samtidige klimasjokk i viktige globale matproduksjonsregioner.

Tørkesommeren 2018 er eksempel på et klimasjokk som rammet både Norden og Nord-Europa

Figuren viser relativ jordfuktighet i Nord-Europa i juli 2018 sammenliknet med normalen.

Kilde: JRC European Drought Observatory 17.07.2018.



Hetebølger, tørke og økende knapphet på vann svekker avlingene i verdens jordbruk

Økt temperatur og nedbør, vær- og klimaekstremer påvirker planteavlinger og husdyrproduksjoner negativt. Omfanget varierer med plantearter og sorter, dyrearter og regioner. Endringer i temperatur og nedbør fører til tap og forringelse av jord, mer plante- og dyresykdommer, økte problemer med jordarbeiding og innhøsting og redusert arbeidsproduktivitet som følge av ekstrem hete.

Klimaendringene har allerede bremsset økningen i global matproduksjon, og dette vil forsterkes. Både produsert mengde og kvalitet påvirkes negativt. Hetebølger av kun få dagers varighet reduserer avlinger fordi vekstperioden blir forkortet og kornet modnes for raskt. Samtidig tørke i viktige kornområder kan føre til alvorlig svikt i tilgangen på korn på verdensmarkedet.

En viss økning av CO₂-innholdet i atmosfæren kan gi høyere avlinger om temperaturøkningene samtidig er moderate. Men forsøk har vist at når CO₂-konsentrasjonen øker sterkere, kan matkvaliteten bli redusert. Hvete dyrket ved 150 ppm høyere CO₂-konsentrasjon enn dagens nivå, inneholdt 5,2–7,5 prosent mindre protein, 5,9–12,7 prosent mindre sink og 3,7–6,5 prosent mindre jern.

Frukt- og grønnsaksproduksjon, en nøkkelkomponent i sunt kosthold, er også sårbar for klimaendringer. Nedgang i avlinger og avlingskvalitet er en konsekvens av høyere temperaturer, spesielt i tropiske og subtropiske områder. Varmestress reduserer fruktavlinger og fremskynder utviklingen av grønnsaker, noe som resulterer i avlingstap, svekket produktkvalitet og matsvinn.

Jordbruket i Norge må tilpasse seg mer tørke, men kan utnytte lengre vekstsesong

Hovedtrekkene i klimaendringenes påvirkninger på jordbruket i Norge vil gjøre seg gjeldende for hele landet, men med ulik styrke i ulike regioner.

Lengre vekstsesong gir muligheter for å utvide dyrkingsområdet for eksisterende vekster, å oppnå større avlinger og ta i bruk nye arter og sorter.

Noen områder blir mer tørkeutsatt. Tørke antas særlig å ramme deler av indre Østlandet og indre fjordstrøk, men også hele Sørøst-Norge. I deler av landet er det beregnet at gjennomsnittlig markvannstørke om sommeren kan bli én til to måneder lengre mot slutten av århundret.

Tørke i disse områdene er særlig alvorlig fordi dette er de viktigste områdene for produksjon av matkorn og andre matplanter. Dette vil ha betydning for både for valg av hvilke matplanter som dyrkes, sortsvalg og behov for vanningsanlegg.



Foto: NIBIO fotoarkiv. John Olav Oldertrøen og Erling Fløistad.

Jordbruket i Norge må tilpasse seg både mer og mer intenst regn

Våte forhold kan føre til utsatt såtidspunkt, kortere dyrkingssesong, og lavere avlinger. Mye regn tidlig i veksttida kan føre til utvasking av gjødsel og redusert avling.

Ekstremnedbør kan gi store skader på avlinger. Grønnsaker, frukt og bær er utsatt for ødeleggelse eller alvorlig skade ved intenst regn eller haglbyger. Høy fuktighet øker risiko for soppangrep på jord- og hagebruksvekster.

Både mer nedbør og intens korttidsnedbør fører til vanskeligere driftsforhold og fare for utvasking av jord. Kjøring under våte forhold kan føre til jordpakking, skader på jordas struktur samt evne til både lagring av vann og infiltrasjon av overflatevann.

Med grunnlag i jordkartlegging er det beregnet at to tredeler av den dyrka jorda i Norge trenger grøfting for å være godt egnet til jordbruksproduksjon. Det er likevel betydelige arealer som ikke er grøftet eller hvor det er behov for å fornye grøftesystemene.



Foto: NIBIO bildearkiv

Våte forhold fører til vanskelige høsteforhold og redusert kvalitet på avlingene. Dette kan føre til at en mindre andel av kornet kan brukes til matkorn og frukt og grønnsaker kan både få dårligere kvalitet og lagringsevne.

Mye regn fører også til at beitene blir tråkkskadet og generelt dårligere forhold for beitedyra.



Foto: Atle Hauge, NIBIO

Havet påvirkes både direkte av økt CO₂-innhold i atmosfæren og den globale oppvarmingen

Oppvarming av havet fører til at vannmassenes volum øker og forårsaker havnivåstigning. Oppvarmingen av havet viser en særlig sterk økning i de siste to tiårene. Økningen i havtemperaturen vil variere mellom ulike havområder. Dette skyldes blant at effekten avsmelting av isbreer og iskapper påvirker noen av de store havstrømmene spesielt sterkt.

Oppvarmingen påvirker lagdeling, vertikal strømning og næringsstoffkretsløpene i vannmassene.

Økende havtemperatur bidrar til flere og sterkere marine hetebølger.

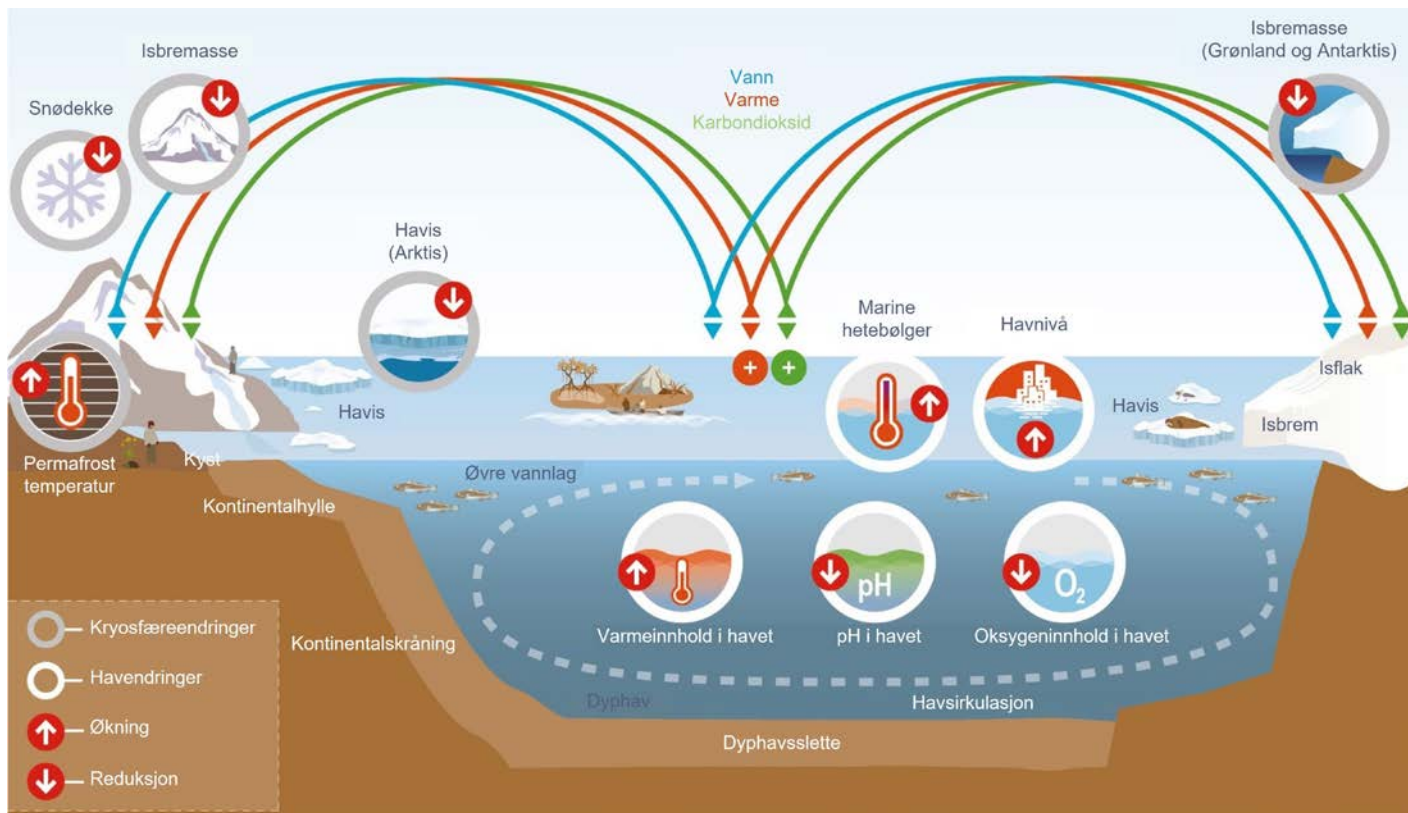
Arktiske havområder varmes opp dobbelt så raskt som det globale gjennomsnittet.

Økt innhold av CO₂ i atmosfæren tas opp i havet og fører til havforsuring.

Påvirkningene på havet har ført til store områder med redusert oksygeninnhold. Oksygen i havet er nødvendig for å opprettholde det meste av marint liv.

Endringene i havet forsterkes av ikke-klimatiske påvirkninger som utslipp av forurensning og næringsstoffavrenning fra landarealer og elver.

Utslipp og endret klima endrer produktiviteten i havøkosystemene



Klimaendringer kan gi mindre fangst av fisk fra havet

Endringer i temperatur, næringstilgang, lagdeling, oksygeninnhold og andre faktorer i havet kan føre til redusert produktivitet i havøkosystemene, sviktende reproduksjon og at fiskestammer forflytter seg.

Produksjonen av fisk og annen biomasse i verdens havområder anslås under IPCCs høyeste utslippsbane (RCP8.5) å avta med i størrelsesorden 15 prosent innen 2080–2099 sammenliknet med perioden 1986–2005.

Mulighetene for fangst av fisk og andre marine arter anslås å kunne bli redusert med opptil 25 prosent i løpet århundret dersom utslippene følger den høyeste utslippsbanen.

Store endringer forventes i Arktis. Her vil nye arter komme til, og stedegne vil dø ut som følge av klimaendringene. Det er allerede observert nedgang i torskebestandene i Nordsjøen. Det antas at dette skyldes blant annet klimaendringer fører til varmere vann og at færre unge torsk overlever.

Når fiskebestander som følge av økt havtemperatur trekker nordover til kjøligere vann, kan det skape utfordringer for internasjonalt samarbeid om forvaltningen av marine ressurser.

Vurderingen av klimarisiko i matsystemet må ta hensyn til, særlig på globalt nivå og i siste del av dette århundre, en mulig betydelig reduksjon i tilgangen på mat basert på fangst av villfisk og andre marine organismer.



Foto: Mareano / Havforskningsinstituttet

Oppdrett langs Norges kyst blir mer krevende i et varmere hav

Klimaendringer har allerede ført til økt klimarisiko for akvakulturnæringen og denne vil fortsette å øke. Endringene påvirker fysiske og biologiske forhold og gjør både drift av eksisterende og lokalisering av nye anlegg mer krevende.

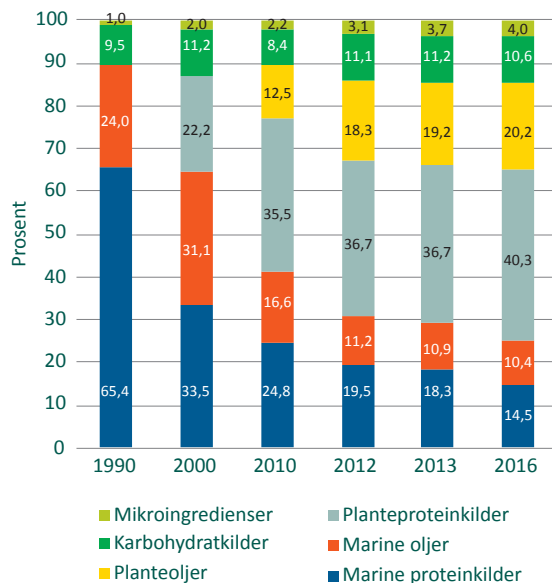
Oksygenvikt i bunnvann gjør at noen norske fjorder ikke lenger egner seg for oppdrett. Algeoppblomstring med omfattende fiskedød som konsekvens, kan delvis forklares med økt havtemperatur.

Endringene kan åpne for oppdrett av nye arter, men også at invaderende arter blir nye skadegjørere i oppdrettsnæringen.

90 prosent av fôret til norsk oppdrettsnæring er importert og inneholder nær 80 prosent vegetabilsk protein og oljer. Med redusert produktivitet i havøkosystemene og fortsatt økning i behov for proteinrikt fôr, vil land-arealene fortsatt ha stor betydning for akvakulturnæringenes fôrgrunnlag.

Forsyninger av fôr til norsk oppdrettsnæring vil være utsatt for effekter av klimaendringer på jordbruksproduksjon i andre land. Det satses betydelig på forskning for utvikling av alternative fôrkilder. I et noe lengre tidsperspektiv kan dette bidra til å redusere forsyningsrisiko i norsk akvakultur.

Råvaresammensetning i norsk laksefôr over tid



Kilde: Aas, Ytrestøyl, & Åsgård (2019)

Det blir vanskeligere å produsere nok mat i verden når klimaet endres

Globalt virker temperaturstigning, endringer i nedbør, mer ekstremvær og økt forekomst av skadegjørere på planter og dyresykdommer i hovedsak negativt på natur og matproduksjon. Norge er mindre utsatt for slike utfordringer enn mange andre land. Fare for redusert matproduksjon er større i sør enn i det kjølige nord. Klima og værforhold i endring gjør likevel produksjonen mer krevende i Norge og forsterker behov for proaktiv tilpasning til endret klima. Samtidig gir endret klima også noen muligheter for økt og mer variert produksjon.

Den globale tilgangen på mat, målt i kalorier, må økes med 50 prosent innen 2050 sammenliknet med 2010. 98 prosent av verdens kaloriforsyning kommer fra landarealene. Produksjonssvikt kan føre til alvorlig varemangel, ekstreme prisøkninger og sosial og politisk uro. Mest utsatt er fattige land som er sterkt avhengig av matvareimport og hvor befolkningen bruker en stor del av sin inntekt på matvarer.

Proteintilgangen er essensiell for tilfredsstillende ernæring. Proteinbehovet er antatt å nesten dobles innen 2050, med



Foto: Arne Bardalen

økende behov for marine proteiner. Klimaendringene kan føre til reduserte fiskefangster og økende problemer i akvakultur. Dette er særlig alvorlig i land på lavere breddegrader og hvor befolkningen er sterkt avhengig av protein fra sjømat.

Fiskeri i norske fiskesoner vil bli påvirket av endret klima, men det er usikkerhet om omfang og tempo i endringene. Marin akvakultur kan påvirkes negativt av økt sjøtemperatur og endringer i miljøforholdene i kystnære havområder.

Om lag 60 prosent av kaloriene til Norges befolkning har opprinnelse i primærproduksjon i andre land. Norge er derfor sterkt utsatt for virkningene av klimaendringene på produksjon av mat- og fôrvarer i andre land. Ca. 65 % av Norges matvareimport kommer fra EU-landene. Matproduksjonen i Sør-Europa er ventet å bli sterkt negativt påvirket av blant annet økt tørke og varmebølger. Dette kan særlig påvirke Norges import av frukt og grønnsaker fra disse områdene.



Foto: Kjartan Mæstad / Havforskningsinstituttet

Produksjon av de viktigste kornartene er konsentrert til noen få regioner

60 prosent av den globale matproduksjonen skjer i fem land: Kina, USA, India, Brasil og Argentina. Også innenfor disse landene er matproduksjonen konsentrert til noen regioner.

Samtidige hendelser i flere globalt viktige matproduksjonsområder vil antagelig skje hyppigere ved 2°C oppvarming sammenlignet med 1,5°C. Ekstremhendelser som hittil har hatt lav sannsynlighet vil skje hyppigere, og det er en høyere sannsynlighet for hendelser med intensiteter, varigheter og/eller utbredelse som ikke tidligere er observert.

Figuren viser 6 regioner som er særlig viktige for verdens produksjon og handel med mat- og fôrvarer (verdens brødkurver – breadbaskets).

Konsentrasjon av produksjonen skaper sårbarhet i det globale matsystemet fordi noen få geografisk konsentrerte og samtidige ekstremværehendelser i de viktigste produksjonsregionene, kan påvirke en stor del av den globale produksjonen og dermed skape alvorlige forstyrrelser i de globale mat- og fôrvaremarkedene.





Det norske matsystemet

Det norske matsystemet: Et sårbart produkt av markedskrefter, politikk og forhandling

Matsystemet i Norge formes av markedskrefter, politiske beslutninger og forhandlinger mellom myndigheter og næringsliv.

Internasjonale avtaler forplikter Norge til blant annet å bidra til en forutsigbar verdenshandel med matvarer og til å begrense sult og underernæring i verden.

Teknologisk utvikling, konsentrasjon om få, store aktører og økende eksport og import, har gitt Norge et matsystem og en verdikjede for matvarer som er tilpasningsdyktig, men samtidig sårbare.



Skisse av det norske matsystemet. Kilde: Rommetvedt (2002) og Kårstad og Pettersen (2021)

Matsektoren henger sammen med andre næringer

For å forstå sårbarheten for samfunnet som helhet må vi forstå samspillet mellom alle næringer, både de som utgjør matsystemet og de som utgjør resten av økonomien.

Alle næringer i den norske økonomien er knyttet sammen gjennom leveranser av varer og tjenester, samt etterspørsel etter arbeidskraft, kapital og andre ressurser. Økt

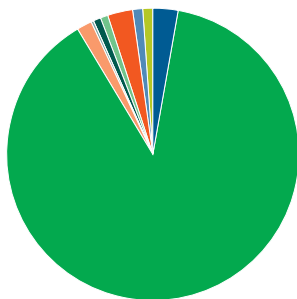
etterspørsel etter arbeidskraft i en næring vil føre til økt lønn, som i sin tur vil påvirke andre næringer.

Arbeidstakere mottar lønn, som de kan bruke til forbruk. Høyere inntekt fører til høyere etterspørsel etter alle varer og tjenester, også etter matvarer.

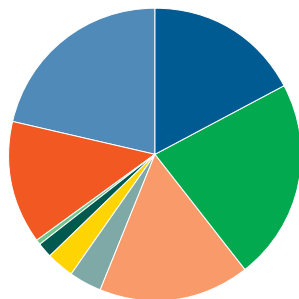


Leveranser av varer og tjenester mellom næringer i det norske matsystemet (målt i kroner)

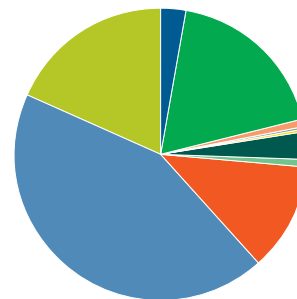
Jordbrukets leveranser: Av jordbrukets produksjon går nesten 90 prosent til næringsmiddelindustrien.



Næringsmiddelindustriens vareinnsats: Varer levert direkte fra jordbruk utgjør 17% av vareinnsatsen i næringsmiddelindustrien. 17% kommer fra fiske og fangst, og 23% fra andre ledd i næringsmiddelindustrien.



Næringsmiddelindustriens leveranser: Av næringsmiddelproduksjonen går nesten halvparten til konsum, resten brukes som innsatsvare i andre næringer og til eksport.



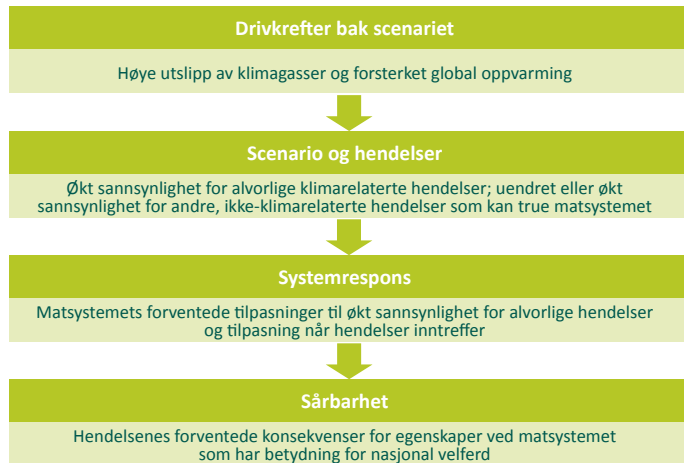


Scenario, klimarelaterte hendelser og forventet systemrespons

En scenariobasert risikoanalyse: Drivkrefter, scenario og hendelser, forventet systemrespons og indikasjoner på sårbarhet

Klimarelatert risiko for det nasjonale matsystemet blir analysert i fire steg.

- *Drivkrefter* bak scenariet er høye utslipp av klimagasser som fører til sterk temperaturøkning og mer ekstremvær og skaper et scenario som utfordrer det norske matsystemet.



- *Scenario og hendelser*: I et scenario med høye klimautslipp antar vi at det kan oppstå sterke forstyrrelser i global og nasjonal matråvareproduksjon hvert tredje år. Ikke-klimarelaterte hendelser antas å opptre like hyppig som i dag.
- *Systemrespons* er de tilpasningene som kan forventes i matsystemet når nevnte hendelser oppstår. Systemrespons oppstår i markedet, politikken og gjennom forhandlinger mellom myndigheter og næringsliv.
- *Sårbarhet* er effekten av hendelsene og systemresponsen, dvs. endringene som kan forventes i matsystemets evne til å tilfredsstille samfunnets behov. Disse vurderes ut fra (1) kapasiteten i tilsyn og andre institusjoner, (2) matvaresikkerhet, (3) helse, (4) verdiskaping og sysselsetting, (5) forbrukertillit, (6) regional ulikhet (7) sosial bærekraft og (8) miljømessig bærekraft.

Scenario og hendelser

Analysen av sårbarhet bygger på et scenario rundt midten av århundret med sterke temperaturøkninger som følge av høye utslipp av klimagasser. Sannsynligheten for sterke forstyrrelser i global og nasjonal matråvareproduksjon kan i så fall øke betydelig.

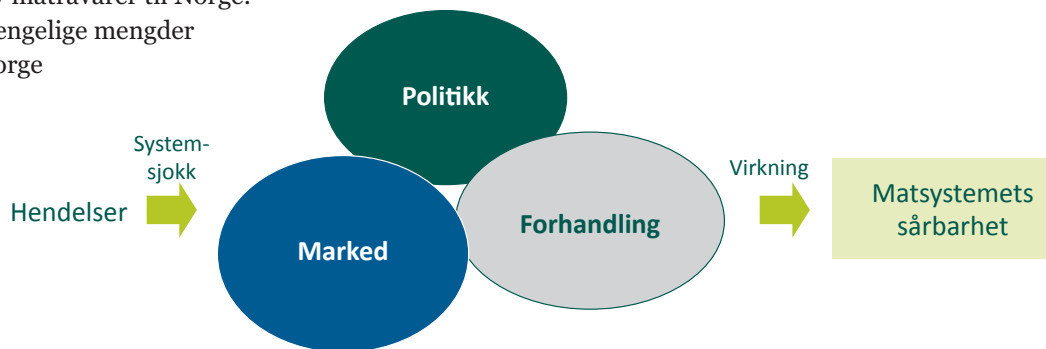
Klimarelaterte forstyrrelser antas å føre til økt forekomst av tre typer klimarelaterte hendelser:

1. Femdobling av internasjonale priser på matråvarer
2. Mengdebegrenset import av matråvarer til Norge:
40 prosent reduksjon i tilgjengelige mengder matråvarer for import til Norge
3. Nasjonal tørkesommer som i 2018 med 40 prosent avlingsreduksjon.

Hendelsene antas å vare ett år og utløser systemrespons i det nasjonale matsystemet.

Ikke-klimarelaterte hendelser antas å ha minst samme sannsynlighet som i dag, og illustreres ved cyberhendelser, energikriser eller stans i migrasjon av arbeidskraft.

Analysen er basert på at matsystemet for øvrig i hovedtrekk har samme egenskaper ved midten av århundret som i dag.



Systemrespons: Marked

Scenariet for midten av århundret forutsetter høye klimautslipp og sterk temperaturøkning som forårsaker økt forekomst av alvorlige, klimarelaterte hendelser. Matsystemet kan normalt forventes å respondere ved å endre egenskaper både ut fra varsler om hendelser og når hendelsene inntreffer.

Det er grunn til å forvente at markedet vil tilpasse seg ved å endre en rekke egenskaper ved markedstilpasningen.

Tabellen beskriver fem egenskaper som kan avgjøre markedets evne til å håndtere klimarelaterte forstyrrelser i markedsforhold for matråvarer.

Egenskaper	Betydning for matsystemet
<i>Pristilpasning</i>	Må skje samtidig på ulike ledd for å hindre stans i varestrømmer.
<i>Samarbeid i verdikjeden</i>	Ved forhandlinger mellom leverandører og kunder og koordinering gjennom leveringskjeden, påvirker tilpasningsevnen, men kan begrenses av konkurransepolitiske hensyn.
<i>Kompetanse og bemanning</i>	Har stor betydning for evne til omstilling ved omfattende markedsendring.
<i>Logistikk</i>	Må tilpasses for å håndtere endret tilgang på råvarer og skift i relative råvarepriser; automatiserte og prognosebaserte styringssystemer må omstilles for å håndtere sterke skift i markedet.
<i>Forbrukerinformasjon</i>	Om endrede vareutvalg og matvarepriser hentes fra dagligvarebutikker, reklame og offentlig informasjon, og har stor betydning for forbrukernes evne til å tilpasse matvareforbruket uten unødige økonomiske tap eller helsemessige konsekvenser.
<i>Transaksjonssystem</i>	Bygger på digitaliserte kasser og vareregistre som gir muligheter for rask informasjonsflyt, men sårbarhet mot svikt i strømforsyning, cyberhendelser mm.

Systemrespons: Politikk

Politikk har stor betydning for matsystemets evne til å tilpasse seg endringer i nasjonale og internasjonale matvaremarkeder. I tillegg kan politikken svare på endringer i omgivelsene ved å iverksette nye tiltak. Tabellen beskriver ni kjente politikkområder som påvirker dagens tilpasnings- evne i matsystemet.

Politikkområde	Betydning for tilpasning
<i>Finanspolitikk</i>	Bestemmer handlingsrom for offentlige skadebegrensende tiltak.
<i>Tilsyn og statistikk</i>	Skal sikre bl.a. mattrygghet, dyrevelferd, forsvarlig ressursbruk og forbrukertillit.
<i>Beredskapslover</i>	Gir muligheter for å regulere logistikk og priser, rasjonere, dokumentere med mere.
<i>Sosialpolitikk</i>	Forplikter til og gir virkemidler for å sikre innbyggers livsgrunnlag.
<i>Arbeidsmarkedstiltak</i>	Påvirker tap av kompetanse i matindustri og husdyrhold ved brå omstilling.
<i>Konkurranspolitikk</i>	Skal bidra til effektive verdikjeder og åpenhet om priser og marginer.
<i>Fiskeriregulering</i>	Begrenser faren for skader på økomiljøet i havet.
<i>Handelspolitikk</i>	Kan tilpasses for å dempe prisøkninger innenlands.
<i>Internasjonale avtaler</i>	Forplikter Norge når det gjelder mat- og fôrtrygghet, handelspolitikk, global sultbekjempelse med mere.

Systemrespons: Forhandlinger

Mange av rammebetingelsene for det norske matsystemet hviler på samarbeid og forhandlinger mellom myndigheter ved staten og næringsliv. Analysen av klimarisiko for det norske matsystemet peker særlig på fire forhandlingsområder og –temaer: Jordbruksavtalen, markedsbalanseringen, importvernet og Rådet for matvareberedskap.

Område	Betydning for tilpasning
<i>Jordbruksavtalen:</i>	Forhandles ut fra rådende markeds-, kostnads- og produksjonsforhold, og kan også ta hensyn til usikkerhet i markedene for matvarer.
<i>Markedsbalanseringen</i>	Utføres i samarbeid næring og myndigheter med sikte på forutsigbare priser innenlands.
<i>Importvernet</i>	Importvernet er Stortingets ansvar, men også en sentral premis for jordbruksavtalene og dermed gjerne indirekte også et tema i forhandlingene. Importvernet tilpasses som del av markedsbalansering og prisstabilisering.
<i>Rådet for matvareberedskap</i>	Et samarbeidsorgan og viktig hjelpemiddel for forsyningsmyndighetens arbeid med å sikre robust forsyning av matvarer til hele nasjonen, i tråd med næringsberedskapsloven.



Sårbarhet: Stresstest av det norske matsystemet

Matsystemets sårbarhet: Vurderte egenskaper

Analysen beskriver sårbarhet på åtte områder av betydning for et velfungerende matsystem.

Område	Beskrivelse
<i>Institusjonell kapasitet</i>	Tilsyn og kontroll, forhandlingsfora, toll-administrasjon, markedsbalansering og Omsetningsrådet, Rådet for matvareberedskap, offisiell statistikk.
<i>Matsikkerhet</i>	Tilstrekkelig tilbud av matvarer for enkeltforbrukere og institusjoner, tilstrekkelig kjøpekraft og tilgang til alle grupper.
<i>Helse</i>	Kjøpekraft, kompetanse og informasjon til å sikre sunt kosthold, tilstrekkelig tilsyn og kontroll med matvarer.
<i>Verdiskaping og sysselsetting</i>	Tilgang på innsatsvarer, kompetanse til å variere produkt- og fôrresepter, risikohåndtering, prisfleksibilitet gjennom verdikjeden.
<i>Forbrukertillit</i>	Troverdig dokumentasjon og åpenhet om årsaker og utvikling i priser og marginer.
<i>Regional ulikhet</i>	Forskjeller i effekter på sysselsetting og varetilbud mellom regioner.
<i>Miljømessig bærekraft</i>	Intensitet i jordbruksproduksjon, dyrevelferd, miljøeffekter av havbruk, belastning på fiskestammer, bruk av emballasje, effekter på matsvinn.
<i>Sosial bærekraft</i>	Forskjeller i levekår og velferd mellom sosiale grupper, endringer i arbeidsledighet.

Fire særlig sårbare områder

Analysen konkluderer med at kapasiteten i tilsyn og andre matinstitusjoner, mat-sikkerheten og helse for sosiale grupper med liten kjøpekraft, samt forbrukertillit er blant de mest sårbare områdene i matsystemet.

Den grunnleggende matsikkerheten for befolkningen som helhet kan ivaretas gjennom omstillinger i matsystemet som følge av bl.a. forventede prisendringer. Tilliten til matpolitikk, matforetakene og matsystemet generelt kan imidlertid svikte lenge før noen opplever fysisk knapphet på næring. Forbrukertilliten kan bli første offer når det oppstår avbrudd i tilgang på f.eks. kaffe, bananer og avokado, og tillitssvikt kan få alvorlige følger for den politiske og markedsbaserte tilpasningsevnen.

Område	Sårbarhet
<i>Institusjonell kapasitet</i>	Betydelig risiko for kapasitetsbrist: Vekst i oppgavene for Mattilsynet, Konkurransetilsynet, Landbruksdirektoratet, Tollvesenet, Fiskeridirektoratet, Rådet for matvareberedskap med flere, kan øke risikoen for kapasitetsbrist, systemfeil og mangelfull kontroll og dokumentasjon.
<i>Matsikkerhet</i>	Risikoen øker for velferdstap blant sosiale grupper med svak kjøpekraft: En vesentlig del av befolkningen opplever utilfredsstillende kjøpekraft allerede i dagens situasjon. Med kraftige prisøkninger vil denne andelen av befolkningen øke. Uten kompensere tiltak kan tilgangen på næringsmidler for disse bli uholdbar. For befolkningen under ett kan omlegging av matvareforbruk mot større andel planteprodukter og sjømat, sikre tilstrekkelig matforsyning innenfor et tidsrom på anslagsvis ett år.
<i>Helse</i>	Helseeffekter som følge av svakheter ved ernæring kan følge av samme grunner som mangelfullt næringsinntak ved sterke prisøkninger for mat.
<i>Forbrukertillit</i>	Forbrukernes tillit til det nasjonale matsystemet kan bli det først offer for klimarelaterte hendelser. Sviktende forbrukertillit kan ha alvorlige virkninger i form av hamstring og tomme butikkhyller og redusert beslutningsevne i politiske organer.

Blandede effekter for verdiskaping og sysselsetting

Analysen beskriver sårbarhet i verdiskapingen i de viktigste områdene eller sektorene i matsystemet. Det er først og fremst husdyr- og kjøttsektoren som er mest utsatt for klimarelaterte hendelser slik vårt scenario er beskrevet. På enkelte områder kan det være gevinster å hente når f.eks. internasjonale kornpriser skyter i været.

Det er viktig å merke seg at scenariet ikke er en uttømmende beskrivelse av hvilke forstyrrelser som kan oppstå i matsystemet. Scenariet tar f.eks. ikke høyde for store forstyrrelser i produksjonsmiljøene i havet. Scenariet viser ett sett med hendelser som kan benyttes til å vurdere matsystemets sårbarhet og bør vurderes opp mot alternative beskrivelser.

Tabellen viser sårbarhet i verdiskaping og sysselsetting: - betyr forventet negativ; + forventet positiv; +/- blandet eller usikker.

Område	Tendens	Beskrivelse
<i>Norsk husdyrproduksjon og kjøttindustri</i>	-	Prisøkning og knapphet på fôrvarer rammer husdyr- og kjøttsektoren. Humant forbruk kan utkonkurrere bruk av råvarer til å fore husdyr. Kjøttindustrien kan oppleve fluktuasjon grunnet nedslaktning og senere nedgang i husdyrhold.
<i>Norsk planteproduksjon</i>	+/-	Ved avlingssvikt internasjonalt vil norsk planteproduksjon bli stimulert av økende betalingsvilje for norske produkter. Norsk tørkesommer som i 2018 kuttet imidlertid norsk korn- og grasproduksjon med ca. 40 prosent.
<i>Akvakultur: Mulighet for positive utslag</i>	+	Internasjonalisering og forsyningsmønstre for fôr til norsk akvakultur, inklusiv en betydelig andel marine fôrvarer, kan gjøre fôr til akvakultur mindre utsatt enn for til husdyr, mens pris på oppdrettsfisk kan, som andre matvarer, få et løft.
<i>Fiskeri</i>	+	Økt priser på fisk kan gi sterkt positive utslag for tradisjonelle fiskerier.
<i>Ny bioøkonomi</i>	+	Norge kan utvikle ny bioproduksjon basert på matavfall, slam, husdyrgjødsel, ren energi, skogvirke eller lite utnyttede marine ressurser. Produksjonen kan være energikrevende, men robust mot knapphet på arealer, vann og mineralgjødsel.
<i>Matindustri for øvrig</i>	+/-	Matindustrien blir utfordret av sterke endringer i råvarepriser. Behovet for kompetanse til å endre råvaresammensetning og resepter øker.
<i>Dagligvarehandel</i>	+/-	Dagligvarehandelen må håndtere skift i vareutvalg og tendenser til hamstring, og bidra til prisfleksibilitet gjennom verdikjeden.

Effekter for regional ulikhet og bærekraft

Klimarelaterte hendelser mot matsystemet vil også kunne skape eller forsterke regionale ulikheter, og true miljømessig og sosial bærekraft.

De tre områdene som er vurdert i tabellen følger av klimaendringenes effekter som er drøftet foran, f.eks. ulike konsekvenser når det gjelder verdiskaping og sysselsetting og kjøpekraftsutfordringer for deler av befolkningen.

Område	Tendens	Beskrivelse
<i>Regionale ulikheter</i>	-	Husdyrregionene, i stor grad regioner på Vestlandet, i Innlandet og i Nord-Norge, kan få svekket næringsgrunnlag, mens kystnæringer kan bli stimulert.
<i>Miljømessig bærekraft</i>	-	Både sjømatproduksjon og landbasert planteproduksjon kan oppleve stimulanser som kan true bærekraften i produksjonen og økomiljøene.
<i>Sosial bærekraft</i>	-	Svekket kjøpekraft som følge av prisøkninger forsterker sosiale forskjeller. Tiltak for å kompensere gjennom f.eks. matutdeling og også visse former for behovsprøvet økonomisk støtte, kan virke stigmatiserende og befeste sosiale forskjeller.

Virkninger på tvers av sektorer: Modellanalyse

Modellanalysen illustrerer virkninger av en kraftig internasjonal prisøkning på matråvarer i 2040 ved bruk av økonomimodellen NOREG 2.

NOREG 2 er en langsiktig, flersektoriell likevektsmodell for norsk økonomi. Produsenter maksimerer profitten, husholdninger maksimerer nytten av forbruk.

Tilbud tilsvare etterspørsel – økonomien er i likevekt. Prisendringer påvirker etterspørsel og tilbud slik at tilbudt mengde blir lik samlet etterspørsel. Det betyr at det også er full ressursutnyttelse (f.eks. full sysselsetting).

Handel med resten av verden er basert på:

- Gjeldende handelspolitikk, dvs. toll på jordbruksvarer
- Gitte internasjonale priser, dvs. verdensmarkedspriser påvirkes ikke av norsk eksport og import

Referansebane fram til 2040 er uten vesentlige endringer i politikk.

Data er basert på nasjonalregnskapet fra SSB. Inneholder produksjon i og kryssleveranser mellom alle næringer i økonomien, bruk av innsatsfaktorer, handel og forbruk. Alt måles i verdi, alle priser regnes i konstante kroneverdier.

Resultater av modellanalyse: Langsiktige effekter for samlet norsk økonomi av en femdobling av verdensmarkedsprisen på matråvarer i 2040

En femdobling av verdensmarkedsprisene på mat gir i modellen sterkt redusert import, og noe økt eksport. Import av jordbruksråvarer opphører, import av ferdige matvarer, fôrprodukter og andre næringsmidler mer enn halveres, og import av sjømat reduseres 35 prosent. Eksporten av sjømat og andre matvarer øker med nesten 10 prosent.

Betydelige prisøkninger i sluttmarkedet sikrer at tilbudet dekker etterspørselen. Tilpasninger gjennom verdikjeden demper priseffektene i sluttmarkedet, sammenlignet med internasjonale priser. Den innenlandske salgspisen på jordbruksråvarer øker nesten 50 prosent, for bearbejdede matvarer og sjømatprodukter ca. 25-30 prosent.

Samlet matvareforbruk endres lite. Sluttforbruket av mat reduseres med 3 prosent. Forbruket vris mot andre varer. Mat er en nødvendighetsvare, men en viss tilpasning til høyere priser er mulig, f.eks. ved å endre sammensetningen av matkonsumet og ved redusert matsvinn. Matsikkerheten for samlet befolkning er neppe truet.

Produksjonsressurser flyttes til jordbruk, fiskeri, akvakultur og matindustri fra andre næringer. Det gir økt norsk matproduksjon og noe redusert produksjon i andre næringer, spesielt i annen industri, bygg og anlegg, reiseliv (inkl. overnatting og servering) og kunnskapsintensive tjenester.

Modellanalysen viser altså en betydelig tilpasningsevne over tid. Modellen har noen begrensninger: den er langsiktig, og resultatene kan dermed overvurdere fleksibiliteten i tilpasningen til et prissjokk som varer kun ett til to år. Modellresultatene kan likevel tolkes som en analyse av hva som skal til for at en kraftig internasjonal prisøkning skal begrenses til en relativt beskjeden prisøkning innenlands. Hvis en slik omstilling ikke er mulig, må importen være høyere og den innenlandske prisøkning sannsynligvis større.

Risikoen for det nasjonale matsystemet forsterkes når vi ser klimarelatert risiko i sammenheng med andre risikofaktorer og samfunnssystemer

En skjønnsmessig gjennomgang av funksjoner og elementer i verdikjeden for matvarer indikerer at styringssystemer, teknologi, internasjonal råvarehandel, lagerhold, logistikk, betalingssystemer og butikkdrift er elementer som kan bli rammet av flere typer hendelser. Effektene for verdikjeden kan være alvorlige og føre til sammenbrudd i vareflyt, produksjon og omsetning.

Risikoen for slike hendelser kan øke som en indirekte følge av klimaendring. Både geopolitisk usikkerhet og forekomst av cyberkriminalitet kan øke når samfunnet forstyrres av klimaendringer.

I arbeidet med klimarelatert risiko bør vi ta hensyn til at et bredt sett med andre hendelser kan oppstå og ramme matsystemet også i et scenario med sterk temperaturøkning rundt midten av århundret.

	Mindre kritisk	Middels kritisk	Kritisk
Styringssystemer			X
Teknologi			X
Råvarehandel			X
Ferdigvarelagre			X
Logistikk			X
Betalingsystemer			X
Butikkdrift			X
Anleggskapital		X	
Politisk styringsevne		X	
Markedsføring		X	
Arbeidskraft		X	
Tillitskapital		X	
Adm. tollnedsettelse		X	
Statlig finansøkonomi		X	
Genressurser	X		
Koalisjonsbygging; stat – næring	X		
Virkemidler i kornordninga	X		
Markedsbalansering	X		
Koalisjonsbygging; næring	X		
Primærproduksjon	X		
RÅK	X		

Vurdering av risikoutsatte elementer i matsystemet som kan bli rammet av ikke-klimarelaterte enkelthendelser. Elementene er skjønnsmessig rangert i kritiske, middels kritiske og mindre kritiske.

Skadepotensialet forsterkes når vi ser klimarelatert risiko i sammenheng med andre risikofaktorer

Sammenfallseffekten er økningen i skadepotensialet som følge av at for eksempel en strømstans skjer under en situasjon med bortfall av store deler av kornimporten.

Bruker vi strømstans, cyberhendelse og stans i migrasjon av arbeidskraft som eksempler, vil de to første uansett kunne forårsake alvorlige sammenbrudd i matsystemets funksjonsevne. Skjer slike hendelser under en av de klimarelaterte hendelsene, forsterkes skadepotensialet (se tabell).

Varigheten av slike hendelser kan imidlertid forventes å være begrenset og gjerne kortere enn de klimarelaterte hendelsene.

For strømstans kan sammenfallseffekten være betydelig. Grunnen er at strømstans truer mye av lagerhold av matvarer og hele vareflyten.

Scenario: Klimarelaterte hendelser			
	Femdobling av pris på importerte matråvarer	Bortfall av 40% av norsk import av korn og basis planteprodukter	Norsk tørkesommer som i 2018
Andre hendelser (eksempler)	Strømstans i Sør-Norge	Alvorlig. Avbrudd i alle varestrømmer og i animalsk produksjon Begrenset varighet. Betydelig sammenfallseffekt	
	Cyberhendelse – stans i betalingsformidling	Avbrudd i butikkhandel og logistikk. Begrenset varighet. Noe sammenfalls-effekt	Avbrudd i butikkhandel og logistikk. Begrenset varighet. Liten sammenfalls-effekt
	Stans i migrasjon av arbeidskraft	Svekket produksjon spesielt i Vest-Europa. Mindre effekt på kornvarer enn f.eks. grønnsaker og husdyrhold. Betydelig varighet – opptil flere år Betydelig sammenfallseffekt.	

A photograph of a field with dry, golden-brown grass. A central path of grey soil runs through the field. The text 'Oppsummering og anbefaling' is overlaid on a semi-transparent white box in the center of the image.

Oppsummering og anbefaling

Oppsummering

Klimaendringer
skader produksjon av
matråvarer globalt

Bør forberede oss
på høy forekomst av
avlingssvikt

Risikobildet blir
forsterket når vi ser
flere risikofaktorer

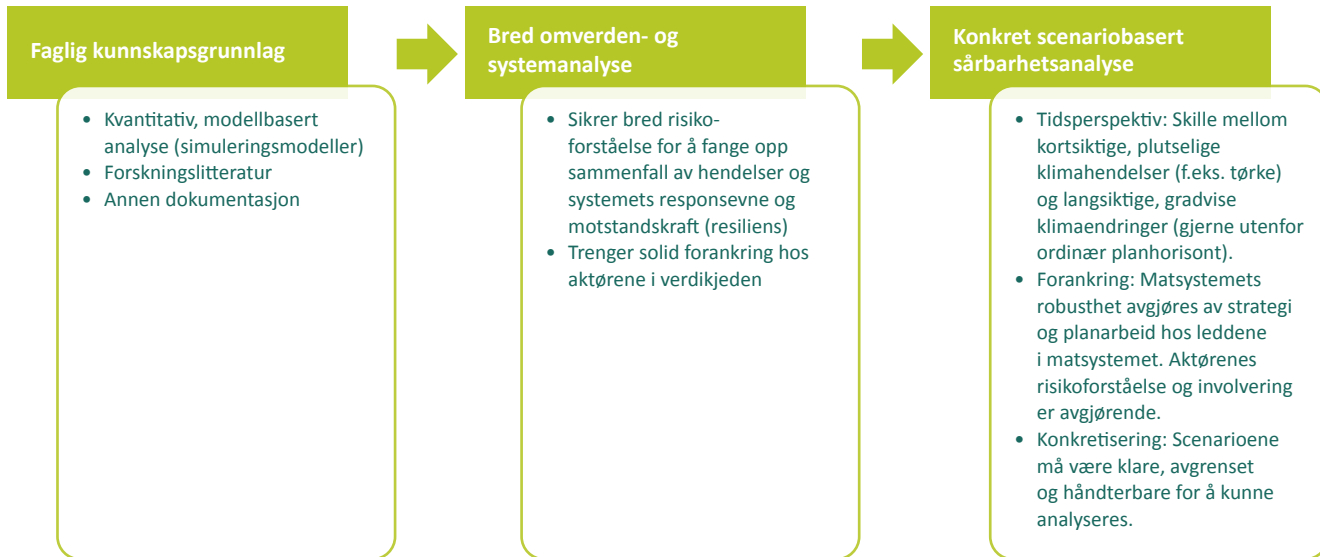
Klimaendringene ventes å føre til høyere temperaturer, endringer i nedbørsmengder og -fordeling, stigende havnivå og hyppigere ekstremværhendelser. Globale matsystemer vil bli utsatt for klimarelaterte påkjenninger i form av reduserte og mindre fiskefangster og avlinger, svakere og mer usikker produktivitetsutvikling i jordbruk og akvakultur og økt forekomst av planteskadegjørere og husdyrsykdommer. Dermed truer klimaendringene en sentral samfunnsfunksjon også for Norge. Effektene er usikre, og når de vil inntreffe er også usikkert.

Vi vurderer at store svingninger i global matvareproduksjon kan utfordre matsikkerheten hos deler av den norske

befolkningen. I ekstreme tilfeller kan det også bli nødvendig med rasjonering av knappe matressurser. Risikoen, både muligheter for tap og ekstra gevinster på enkelte primærproduksjoner, vil øke.

Til tross for at vi har et matsystem med stor tilpasningsevne til fluktuasjoner i internasjonale forhold og nasjonale avlinger, må vi forvente at forbrukernes tillit til matsystemet og matpolitikken blir satt på alvorlige prøver. Dette begrunner aktiv, forebyggende klimatilpasning og andre tiltak for å styrke matsystemets motstandskraft.

Stegvis metode for å stressteste matsystemets klimarisiko basert på et bredt faglig kunnskapsgrunnlag



Behov for oppfølging og overførbarhet til andre sektorer

Med grunnlag i analysene anbefaler vi å:

- Stadig utvikle kunnskapsgrunnlaget om effekter av klimaendringer på matproduksjonen
- Gjennomføre regelmessige klimarisikoanalyser i samarbeid med aktørene i matsystemet
- Styrke risikokommunikasjon i matsystemet

Metodens grunnleggende struktur bør ha overføringsverdi, gitt at det tas hensyn til at matsystemet skiller seg fra andre systemer, spesielt på tre punkter:

- Matproduksjon er direkte eksponert for effektene av endret klima og vær
- Mat er nødvendig for liv og helse, og for en tilfredsstillende levestandard
- Matsektoren har et unikt institusjonelt rammeverk gjennom samspill mellom politikk, næringsorganisasjoner og verdikjedeaktører



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI



**VISTA
ANALYSE**



Ruralis

