



NIBIO
NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI



Fakultet for biovitenskap
Institutt for husdyr-
og akvakulturvitenskap



**NORGES
BONDELAG**



Forskningsmidlene
for jordbruk og matindustri

Klimatiltak og matsikkerhet – synergi eller mistilpasning

Delrapport 3 fra prosjektet: Kunnskapsgrunnlag for utslippsreduksjoner- sett i sammenheng med klimatilpasning, klimarisiko og matsikkerhet.

NIBIO RAPPORT | VOL.10 | NR. 38 | 2024



Arne Bardalen
Forskningsstaben, NIBIO

TITTEL/TITLE

Klimatiltak og matsikkerhet – synergi eller mistilpasning - Delrapport 3

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Bardalen, Arne.

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKT NR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
12.03.2024	10/38/2024	Åpen	53369	22 /01204
ISBN:	ISSN:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:	
978-82-17-03488-9	2464-1162	48	1	

OPPDRAUGSGIVER/EMPLOYER:

Forskningsmidler for Jordbruk og matindustri

KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Heidi Engeset

STIKKORD/KEYWORDS:

Jordbruk, klimarisiko, klimatilpasning, utslippsreduksjoner og matsikkerhet

Agriculture, Climate Risk, Adaptation, Mitigation, Food Security

FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Jordbruk, klimatiltak og matsikkerhet

Agriculture, Climate and Food Security

SAMMENDRAG/SUMMARY:

Denne rapporten er en delrapport fra et prosjekt med formål å oppdatere kunnskapsgrunnlaget for reduksjon av klimagassutslipp i jordbruket. Rapporten viser at det er både synergier og målkonflikter mellom klimatiltak for utslippsreduksjoner og klimatilpasning. Klimatiltak med ulike formål kan påvirke matsikkerheten både positivt og negativt. Det er ikke etablert metodikk for å gjøre systematiske og helhetlige analyser av potensial for synergier og målkonflikter mellom klimatiltak for utslippsreduksjoner og klimatilpasning eller effekter av slike tiltak på matsikkerheten. Rapporten begrunner behov for at slike analyser bør være obligatoriske krav når klimatiltak utredes og iverksettes. Det foreslås et rammeverk for slike vurderinger. Kjernen i dette er sjekklister som kan bidra til å avdekke synergier eller målkonflikter mellom klimatiltak med ulike formål, og om tiltakene styrker eller svekker matproduksjon og forsyningssikkerhet.

LAND/COUNTRY:

Norge

GODKJENT /APPROVED

Hilde Haug Simonhjell

NAVN/NAME

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER

Lillian Øygarden

NAVN/NAME

**NIBIO**NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Forord

Dette utredningsprosjektet er finansiert med midler fra Forskningsmidlene for jordbruk og matindustri. Prosjektet har referansenummer 2022/68231, Agros 204874. Det er gjennomført i perioden 01.02.2023 til 01.03 2024.

Hovedprosjektet er gjennomført som et samarbeid mellom NMBU, NIBIO og Norges Bondelag. NMBU og NIBIO har utarbeidet det faglige kunnskapsgrunnlaget. Norges Bondelag har bidratt med delfinansiering og med formidling fra prosjektet ved organisering av sluttseminar og tilrettelegging av informasjonsmateriale for å gjøre resultater tilgjengelig for lokale bondelag og til allmennheten.

Utredningen består av tre delrapporter;

Klimatiltak i planteproduksjon. Delrapport 1 fra prosjektet kunnskapsgrunnlag for utslippsreduksjoner i jordbruket – sett i sammenheng med tilpasning, klimarisiko og matsikkerhet.

Klimatiltak i husdyrproduksjon. Delrapport 2 fra prosjektet kunnskapsgrunnlag for utslippsreduksjoner i jordbruket – sett i sammenheng med tilpasning, klimarisiko og matsikkerhet.

Klimatiltak og matsikkerhet – synergi eller mistilpasning. Delrapport 3 fra prosjektet kunnskapsgrunnlag for utslippsreduksjoner i jordbruket – sett i sammenheng med tilpasning, klimarisiko og matsikkerhet.

Eksempler på utslippstiltak brukt i denne rapporten er hentet fra delrapport 1 og 2. Eksempler på tiltak for klimatilpasning er i hovedsak hentet fra informasjon på fagrapporter og annen informasjon publisert på nibio.no.

Prosjektet har hatt en koordineringsgruppe med Laila Aass fra NMBU, Arne Bardalen fra NIBIO og Pernille Bügel fra Norges Bondelag. Lillian Øygarden, NIBIO har vært prosjektleder.

Delrapport 3 er skrevet av spesialrådgiver Arne Bardalen. Det er gitt enkelte innspill til rapporten fra hovedprosjektets prosjektgruppe.

Rapporten er kvalitetssikret av spesialrådgiver Nils Vagstad.

Ås, 1.3.2024

Lillian Øygarden

Prosjektleder

Innhold

1 Innledning.....	5
2 Metode, begreper og avgrensninger.....	6
2.1 Begreper og definisjoner	6
2.2 Avgrensninger.....	7
2.3 Metode	7
3 Bakgrunn.....	8
3.1 Politisk relevans - klimatilpasning.....	8
3.2 Matsikkerhet og beredskap	9
3.3 Sammenhenger i politikk for matsikkerhet og klima.....	9
3.4 Økende klimarisiko krever rask respons.....	11
4 Matsikkerhet og klimaendringer	13
4.1 Klimarisiko i jordbruksproduksjon i Norge	13
4.2 Klimarisiko og global matproduksjon	16
5 Sammenhenger mellom tilpasning og utslippstiltak	18
5.1 Klimatiltak i Norge mot 2030.....	18
5.2 Landbrukets klimaplan	19
5.3 Indirekte effekter og sammenhenger.....	19
5.4 Arealtiltak – sikring av produksjonsgrunnlaget - vinn-vinn	20
5.5 Planteproduksjon	21
5.5.1 Eksempler på tilpasning i planteproduksjon	21
5.5.2 Eksempel på utslippstiltak i planteproduksjon	22
5.6 Tiltak i husdyrproduksjoner	22
5.6.1 Tiltak for å tilpasse husdyrproduksjon til endret klima	23
5.6.2 Tiltak for reduserte utslipp fra drøvtyggere.....	23
5.7 Husdyrgjødseltiltak.....	24
5.8 Teknologisk utvikling	24
5.9 Lokal produksjon av fornybar energi	24
5.9.1 Elektrisitet	24
5.9.2 Bioenergi – biovarme	25
5.10 Kostholdsendring som klimatiltak	25
6 Rammeverk og prinsipper	29
6.1 Bærekraftsmålene – et ytre rammeverk for all politikk	29
6.2 Sammenhenger mellom utslippstiltak og tilpasning	30
6.3 Eksempler fra internasjonal litteratur	30
6.4 Eksempler fra norske rapporter	32
7 Forslag til oppbygging av rammeverk	33
7.1 Rammeverk for å vurdere et enkelttiltak	34
7.2 Rammeverk for å sammenligne flere tiltak	37
7.3 Globalt og regionalt perspektiv gir ulike svar	38
8 Tilråding om videre arbeid	41
9 Referanser	42
10 Vedlegg: Begreper og definisjoner	45

1 Innledning

Utforming av helhetlig politikk for klima, mat og landbruk innebærer å gjøre avveininger mellom ulike hensyn, noe om medfører både potensielle synergier og målkonflikter.

Både globalt og i Norge står landbruket overfor tre likestilte utfordringer som må løses både raskt og samtidig. Det handler om utslippsreduksjoner for å begrense global oppvarming, klimatilpasning for å gjøre det mulig å produsere mat i endret klima og bærekraftig produksjonsøkning som gir matsikkerhet i all framtid. Internasjonale studier har vist stort potensial for synergier, men også risiko for mistilpasning (trade-offs) mellom tiltak for klimatilpasning og tiltak for utslippsreduksjoner innenfor landbrukssektoren (UNFCCC, 2022).

Utgangspunkt for denne rapporten er en antakelse om at det også i norsk kontekst finnes både synergier og målkonflikter mellom tiltak for å redusere utslipp, øke karbonopptak og lagring og tiltak for tilpasning av jordbruket til endret klima. Formålet med utredningen er å foreslå et rammeverk og metode for, systematisk og helhetlig, å vurdere tiltak for utslippsreduksjoner i sammenheng med tiltak for klimatilpasning og reduksjon av klimarisiko, i denne sammenheng primært for å identifisere effekter på matsikkerheten.

Parisavtalen slår fast prinsippet om at klimatiltak ikke skal gå på bekostning av matsikkerheten. Matsikkerhet er også ett av fire overordnede mål for norsk landbrukspolitik. Matsikkerhet innebærer at befolkningen til enhver tid har fysisk og økonomisk tilgang på nok og trygg mat. I Norge skal dette sikres gjennom bærekraftig nasjonal produksjon, ivaretagelse av produksjonsgrunnlaget og handel.

Systematiske og helhetlige vurderinger av klimatiltakenes effekter på produksjonen, kan bidra til å unngå mistilpasning. Dette må inkludere å vurdere om tiltak for utslippsreduksjoner kan svekke tilpasningskapasiteten (evnen til tilpasning) og dermed muligheten for å oppnå økt selvforsyning og forbedret matsikkerhet. Rapporten drøfter fare for at manglende helhet i klimatiltak kan innebære mistilpasning og at både tiltak for utslippsreduksjoner og tilpasning kan påvirke matsikkerheten.

Begrepet klimatiltak omfatter i denne rapporten både tiltak for klimatilpasning, utslippsreduksjoner og økt opptak av CO₂ og lagring av karbon. Utslippsreduksjoner brukes som samlebegrep for avbøtende tiltak (mitigation).

Rapporten begrunner behov for, og beskriver forslag til, strukturert metodikk for å identifisere og synliggjøre effekter og sammenhenger med formål å realisere synergier og samtidig unngå mistilpasning.

2 Metode, begreper og avgrensninger

I mange sammenhenger blir klimaendringer betraktet som en samlet utfordring. Det er logisk fordi omfang og karakter av klimarelaterte risikoer som må håndteres, avhenger av fremgangen i arbeidet med å redusere utslipp. I visse sammenhenger kan alle klimarelaterte tiltak, også tiltak for å redusere utslipp av klimagasser, oppfattes som en form for proaktiv klimatilpasning. Det svenske Ekspertrådet for klimatilpasning anbefaler å reservere begrepet "klimatilpasning" til politikk og tiltak for å møte effekten av klimaendringer. På samme måte bør begrepet mitigation eller avbøte forbeholdes tiltak for utslippsreduksjon (Nationella Ekspertrådet för klimatanpassning, 2023). Denne rapporten følger i hovedsak samme prinsipp.

Likevel er det slik at de to innsatsområdene er avhengige av hverandre og vil vinne på å bli godt koordinert. Det mest grunnleggende er at klimatilpasningstiltak ikke må motvirke tiltak for å redusere utslipp av klimagasser og omvendt.

2.1 Begreper og definisjoner

Nedenfor følger noen begreper og definisjoner. Disse er hentet fra Miljødirektoratets begrepsoversikt¹, og kan dermed betraktes som de offisielle norske definisjonene av begreper anvendt i internasjonale dokumenter og prosesser. Flere definisjoner er gjengitt i vedlegg til rapporten.

Klimarisiko er uttrykk for fare for alvorlige konsekvenser av klimaendringer for menneskelige eller økologiske systemer. Klimaendringer og menneskelig respons på klimaendringene og andre samfunnsendringer, medfører økt fare for uønskede hendelser. Dette skaper økt risiko for skade på menneskers helse og velvære, økonomi, sosiale og kulturelle eiendeler og investeringer, infrastruktur, økosystemer og arter.

Bærekraftsrisiko er en samlebetegnelse for risiko knyttet til miljømessige, sosiale, økonomiske og styringsmessige forhold. Siden det er usikkerhet knyttet til konsekvensene av klimaendringene og tiltak for utslippsreduksjoner, oppstår det økonomisk og finansiell usikkerhet. Fysisk risiko er knyttet til konsekvensene av klimaendringer. Overgangsrisiko handler om følger av klimapolitikken og den teknologiske utviklingen ved overgang til lavutslippssamfunn (Regjeringen, 2023).

Begrepet klimatilpasning omfatter i denne rapporten både tiltak for tilpasning, utslippsreduksjoner og økt opptak av CO₂ og lagring av karbon.

Utslippsreducerende tiltak er tiltak for å redusere økningen av klimagasser i atmosfæren og dermed etter hvert begrense den globale oppvarmingen. Dette omfatter tiltak for å redusere utslipp, øke opptak av CO₂ fra atmosfæren og stabil, langvarig lagring av CO₂ eller karbon.

Klimatilpasning innebærer å forstå konsekvensene av at klimaet endrer seg og iverksette tiltak for på den ene side å hindre eller redusere skade, og på den andre siden utnytte de muligheter endringene kan innebære. Klimatilpasning er en forutsetning for bærekraftig utvikling, og virker parallelt med andre tiltak for å oppnå mål for bærekraftig samfunnsutvikling.

Mistilpasning er klimatilpasning som har vært ansett som nyttig/vellykket, men som på et senere tidspunkt slutter å være det eller fører til utilsiktede negative bivirkninger – for eksempel økende sårbarhet, økt risiko for mennesker eller økosystemer, eller økte klimagassutslipp.

Klimarobust utvikling, (Climate resilient Development), innebærer sammenkobling av klimatilpasning og tiltak for utslippsreduksjon og opptak for å fremme resiliens og bærekraftig utvikling.

Synergi beskriver samspill mellom flere faktorer som forsterker hverandre slik at den kombinerte effekten blir større enn summen av de enkelte faktorenes bidrag.

¹ [Klimabegreper på norsk - Miljødirektoratet \(miljodirektoratet.no\)](https://www.miljodirektoratet.no/tema/klima/begreper)

Målkonflikt er oppstår når et tiltak gir høyere måloppfyllelse på ett område, men samtidig gir lavere mål oppfyllelse andre steder.

Rammeverk defineres på ulike måter, avhengig av formål, disiplin og tematiske felt. Det er derfor ingen universell definisjon av et rammeverk, men Cambridge Dictionary sier f.eks. at rammeverk er «en støttende struktur som noe kan bygges rundt; et system av regler, ideer eller overbevisninger som brukes til å planlegge eller bestemme noe.» Andre kilder referert av Stefan Partelow (Partelow, 2023) beskriver at et rammeverk kan gi grunnlag for systematiske og etterprøvbare undersøkelser.

Matriser har utgangspunkt i matematikk og defineres som et rektangulært sett av elementer ordnet i rader og kolonner. Matriser brukes i mange sammenhenger der det er hensiktsmessig å etablere sammenhenger mellom ulike elementer ved å strukturere disse i et system basert på rader og kolonner. Cellene i en slik struktur kan inneholde enten numeriske verdier, symboler eller tekst.

2.2 Avgrensninger

Hovedformålet med prosjektet er å oppdatere kunnskapsgrunnlaget om tiltak for reduserte utslipp av klimagasser og økt karbonbinding og lagring i norsk jordbruk. Tiltak deles inn i to hovedgrupper - tiltak i husdyrproduksjonen og tiltak i planteproduksjonen. Dette har tatt utgangspunkt i oversikter over tiltak utarbeidet i 2018 av NMBU (Aass & Aspeholen Åby, 2018) og NIBIO (Bardalen, et al., 2018). Det er nå utarbeidet oppdaterte oversikter over utslippspotensialer som ble utredet i 2018 med tillegg av eventuelle nye tiltak. Resultatene fra dette arbeidet er publisert i delrapport 1 og 2 fra prosjektet.

Denne rapporten er et bidrag til å utvikle rammeverk for å kunne se ulike klimatiltak mer i sammenheng og samtidig vurdere effekter på matproduksjon/matsikkerhet. Det er tidligere gjort noen vurderinger av synergier og målkonflikter mellom ulike klima- og miljøtiltak, men det er ikke etablert strukturerte rammeverk eller standardiserte krav til risikoanalyser (Øygarden & Bechmann, 2017) (Øygarden, Bechmann, Svendgård Stokke, & Starkloff, 2019).

Basert på et begrenset arbeid skisseres en metodikk i form av rammeverk for å analysere samspill og sammenhenger mellom ulike klimatiltak og effekt på matsikkerhet. Formålet er å skissere forslag til metode og struktur. Noen drøftinger inkluderer også problemstillinger som kan illustrere mulige synergier og risiko for mistilpasning som følge av tiltak som påvirker etterspørsel, produksjon og selve jordbrukssystemets utvikling.

Det har ikke vært mulig, innen dette prosjektets ramme, å gjøre konkrete og helhetlige faglige analyser av de enkelte tiltakenes effekter, og «klassifiseringen» i matrisene i kapittel 7, er derfor kun illustrative. Det understrekes at det vil være behov for vesentlig mer omfattende og konkrete analyser av effekter, som grunnlag for å identifisere synergier, målkonflikter og konsekvenser for matproduksjonen.

2.3 Metode

Arbeidet bygger på en begrenset gjennomgang av litteratur, både vitenskapelige artikler, norske og internasjonale fagrapporter og politiske styringsdokumenter. Formålet med litteraturgjennomgangen er å undersøke om det finnes relevante arbeider som adresserer tema i tråd med denne rapportens formål. For å sette rapporten i kontekst er det gitt en relativt kortfattet beskrivelse av hvordan klimaendringer påvirker matproduksjon globalt og i Norge. Som grunnlag for metoddelen i rapporten er det også tatt med beskrivelser av noen aktuelle klimatiltak for utslippsreduksjoner og tilpasning i jordbruket.

3 Bakgrunn

Flere studier har vist stort potensial for synergier mellom tiltak for tilpasning og utslippsreduksjoner innenfor landbrukssektoren. I litteraturen er det også vist til at tilpasningstiltak som har vært ansett som vellykket, på et senere tidspunkt slutter å være det eller har ført til utilsiktede negative bivirkninger. Dette kan for eksempel være økende sårbarhet, økt risiko for mennesker eller økosystemer, eller økte klimagassutslipp (UNFCCC, 2022).

Når klimatiltak får slike konsekvenser, kan det være et resultat av mistilpasning, altså situasjoner når tiltak for tilpasning til klimaendringer eller tiltak for utslippsreduksjoner slår tilbake og øker sårbarheten. En årsak til mistilpasning kan være mangel på systematisk analyse av overgangsrisiko ved klimatiltak. Litteraturen viser også til at noen klimatiltak har som mål å integrere tilpasning og utslippsreduksjon i mål om bærekraftig utvikling. Da er fokuset å oppnå trippel-vinn, ved samtidig å redusere utslipp og øke tilpasningsevnen på en måte som resulterer i klimarobust, bærekraftig utvikling. (UNFCCC, 2022).

3.1 Politisk relevans - klimatilpasning

Klimatilpasning handler både om å forebygge og redusere de negative virkningene av klimaendringene og utnytte nye muligheter klimaendringene kan gi. Verden over blir det gjennomført ulike tiltak for å tilpasse samfunnet til klimaendringer og mer ekstremvær, men tilpasningen må skje mye raskere i årene framover, ifølge klimapanelet (IPCC, 2022).

I Norge viste erfaringene fra storflommen Hans sommeren 2023 at klimatilpasningstiltak som flomvoller og systemer for farevarsler til befolkningen, kan ha forhindre tap av liv og eiendom. Samtidig viste skadene at Norge på langt nær er tilpasset i en slik grad at store skader kan unngås.

Erfaringer, både fra Norge og andre land, har også gitt grunnlag for diskusjoner om det er grenser for hvilke klimatilpasninger som faktisk er mulig. Dette har ledet til spørsmål om kommende ekstremvær kan gjøre det nødvendig med større strukturelle endringer i tillegg til konkrete fysiske tiltak. Eksempelvis kan det bli nødvendig med fraflytting av områder hvor forebyggende tiltak ikke er tilstrekkelig til å forhindre gjentatte, alvorlige flomskader.

Både forskning, observasjoner og praktiske erfaringer viser store behov både for å begrense klimaendringene og prioritere klimatilpasning. Mange av dagens initiativ fokuserer kun på umiddelbare tiltak og risiko på kort sikt. Lavutslippsutvalget peker i NOU 2023:25 på at virkemidler bør koordineres på en måte som gir tilstrekkelige utslippskutt, oppnår synergier, håndterer målkonflikter, og gjøre dem politisk gjennomførbare (Lavutslippsutvalget, 2023).

Flere rapporter peker på at det skjer for lite, og klimatilpasningen går for sakte. Det er et gap mellom de tiltakene som blir gjort og det som faktisk kreves for å kunne mestre klimaendringene framover (Riksrevisjonen, 2022). Riksrevisjonens hovedkonklusjoner i undersøkelse av myndighetenes arbeid med å tilpasse infrastruktur og bebyggelse til et klima i endring er at:

- *Antallet bygninger innenfor kartlagte fareområder vil øke som følge av klimaendringene*
- *Myndighetene mangler nødvendig oversikt over fare for naturhendelser i et framtidig klima*
- *Sikring av eksisterende bebyggelse for framtidige klimaendringer blir ikke godt nok ivare tatt*
- *Samferdselsdepartementet mangler oversikt over den eksisterende transportinfrastrukturens sårbarhet for framtidige klimaendringer*
- *Sentrale departementer har ikke et godt nok informasjonsgrunnlag for å vurdere status for klimatilpasningen i Norge*
- *Rapporteringen i Klima- og miljødepartementets årlige budsjettproposisjon gir ikke informasjon om måloppnåelse eller kjente utfordringer*

- *Samordningen av arbeidet med klimatilpasning mellom nasjonale myndigheter er svak*

3.2 Matsikkerhet og beredskap

Riksrevisjonen har i rapport om undersøkelse av «Matsikkerhet og beredskap på landbruksområdet» (Riksrevisjonen, 2023) trukket følgende hovedkonklusjoner:

- *Mye av maten er importert, men forvaltningen kjenner ikke potensialet for å omstille verken produksjonen eller vårt forbruk i en krisesituasjon*
- *Norge kan bli mer selvforsynt med mat ved å øke kornproduksjonen, men dagens virkemidler er ikke tilstrekkelige for å oppnå økt produksjon*
- *Arealressursene i jordbruket forvaltes ikke på en fullt ut bærekraftig måte*
 - *Dreneringsaktiviteten er lavere enn behovet, noe som svekker både produksjonsgrunnlaget og produktiviteten i jordbruket*
 - *Betydelige jordbruksareal av god kvalitet bygges ned og omdisponeres, noe som svekker produksjonsgrunnlaget*
 - *Det er svakheter ved bruken av virkemidlene som skal ivareta dyrka og dyrkbar jord*
 - *Store jordbruksarealer av god kvalitet er ikke i drift, og oppfølgingen av driveplikten er svak*
- *Beredskapsplanleggingen på matsikkerhetsområdet er mangelfull*
 - *Myndighetene overvåker kontinuerlig markedene og verdikjedene for mat*
 - *Myndighetene har ikke vurdert ulike hendelser som kan medføre vesentlig svikt i tilgangen på mat*
 - *Myndighetene mangler felles mål for beredskapsplanleggingen.*

3.3 Sammenhenger i politikk for matsikkerhet og klima

Riksrevisjonens konklusjoner i disse rapportene er at myndighetenes arbeid med klimatilpasning og matsikkerhet, ikke er tilstrekkelig prioritert. Dette er alvorlig på bakgrunn av at verdens matproduksjon og matvarehandel blir mer sårbar med klimaendringer, naturkriser og krig, noe som fører til mer ustabile mat- og fôrvaremarkeder (Dombu, Bardalen, Strand, Henriksen, & Lamprinakis, 2021). Det synes derfor å være behov for at norsk landbrukspolitikk i større grad prioriterer tiltak for å redusere klimarisiko. Bonden må derfor også ha rammebetingelser som gjør det mulig investere for å redusere klimarisiko. Dette er en av flere forutsetninger for å oppnå politiske mål om forbedret matvareberedskap og økt selvforsyning.

I stortingsmeldingen om klimatilpasning fra 2023 (Meld. St.26 2022-2023) *Klima i endring – sammen for et klimarobust samfunn*, fremheves at klimaendringene vil tilta i styrke og gi mer alvorlige og vidtrekkende konsekvenser utover i århundret. Selv om verden lykkes med de omfattende utslippskuttene som kreves de nærmeste årene, vil oppvarmingen uansett fortsette i flere tiår fremover på grunn av tidligere utslipp (Regjeringen, 2023).

Regjeringen peker videre på at klimaendringene allerede har ført til redusert matsikkerhet i verden og viser til at landbruk i hele landet, blir viktig for å opprettholde produksjonsmuligheter og spre risiko i møte med klimaendringene. Å nyttiggjøre varierte ressurser, blant annet gjennom å satse på utmarksbeite og nye fôrressurser, er en viktig del av dette. Dyrkingssystemene må rustes for et klima som endrer seg i retning høyere temperaturer, lengre frostfrie perioder, flere fryse- og tineepisoder, mer ekstremnedbør og tørke, og endret biologisk mangfold (Regjeringen, 2023).

Regjeringen vil nå utarbeide et mandat og sette ned en bredt sammensatt arbeidsgruppe som skal gjennomgå klimatilpasning i landbruket og oppdatere ny kunnskap etter rapporten Landbruk og klimaendringer som ble publisert i 2016 (Eid Hohle, 2016). Regjeringen viser i Meld. St.26 2022-2023 blant annet til at den vil:

- *arbeide videre med klimatilpasningstiltak og klimarobuste driftsformer som kan bidra til både å nå landbrukspolitiske mål, det nasjonale målet for klimatilpasning og sikre øvrige samfunnsinteresser*
- *utarbeide et mandat og sette ned en bredt sammensatt arbeidsgruppe med medlemmer fra forskning, næring og forvaltning, som skal gjennomgå klimatilpasning i landbruket*
- *gjøre en vurdering av hvordan landbrukssektorens virkemidler kan brukes for å legge til rette for klimatilpasning og klimarobuste driftsformer i forbindelse med oppfølgingen av arbeidsgruppens arbeid*

Det pekes på at det er viktig å ruste landbruket slik at det kan sørge for nødvendig produksjon og klimatilpasning, og samtidig redusere miljøpåvirkning. Teknologiutvikling og ny kunnskap innenfor agronomi, ulike driftsformer, sortsutvikling og husdyravl vil spille en sentral rolle i videreutviklingen av et fremtidsrettet og klimatilpasset landbruk. Regjeringen vil derfor arbeide videre med klimatilpasningstiltak og klimarobuste driftsformer som kan bidra til både å nå landbrukspolitiske mål, det nasjonale målet for klimatilpasning og sikre øvrige samfunnsinteresser (Regjeringen, 2023).

Det synes relevant å se dette i sammenheng med arbeidet for å oppnå mål om utslippsreduksjoner, jf målene som er satt for 2030 og 2050, samt i klimaavtalen mellom Regjeringen og jordbruksorganisasjonene om å redusere akkumulerte utslipp fra jordbruket med 5 millioner tonn CO₂-ekvivalenter innen 2030.

Den politiske konteksten for denne rapporten knytter seg derfor til de utfordringer som følger av blant annet prioriteringene i Meld. St.26 2022-2023, i Klimaplan 2021-2030 (Meld. St. 13 2020-2021) og Klimaloven som fastsetter mål om lavutslipp i 2050 (Regjeringen, 2021). Den krevende utfordringen det er å oppnå målene, samtidig som selvforsyningen skal økes til 50 % og forsynings sikkerheten for mat skal forbedres, viser behov for i langt større grad å legge helhetlige perspektiver til grunn for utforming av politikk, virkemidler og tiltak.

Stortingets vurdering av alvoret og derav følgende politiske prioriteringer kommer frem i Kontroll- og konstitusjonskomitéens Innst. 173 S (2023–2024) (Stortinget, 2024) avgitt ved behandling av Riksrevisjonens Dokument 3:4 (2023–2024). Komitéen har enstemmig sluttet seg til Riksrevisjonen tilrådinger der følgende punkter inngår (Riksrevisjonen, 2023):

- *Landbruks- og matdepartementet legg fram ei vurdering av kva for verkemiddel – både eksisterande og eventuelle nye – som kan bidra til å auke sjølvforsyninga, og som samstundes tek omsyn til forbrukarane sine preferansar og situasjonen i marknaden*
- *Landbruks- og matdepartementet og Kommunal- og distriktsdepartementet i samarbeid greier ut om verkemidla bør verte styrkte for å beskytte jordbruksareala*
- *Landbruks- og matdepartementet systematisk overvakar utviklinga i dreneringsaktiviteten i jordbruket og legg fram ei vurdering av eventuelle andre verkemiddel for å auke omfanget av drenert jordbruksareal*
- *Landbruks- og matdepartementet forsterkar oppfølginga av at driveplikta vert handheva, spesielt for drivverdig jordbruksareal av god kvalitet*
- *Justis- og beredskapsdepartementet saman med Nærings- og fiskeridepartementet og Landbruks- og matdepartementet etablerer felles dimensjonerande planføresetnader for den norske mat- og forsyningsberedskapen*
- *Nærings- og fiskeridepartementet og Landbruks- og matdepartementet i samarbeid utarbeider eit anslag for Noreg si sjølvforsyningsevne og greier ut korleis kosthaldet og matproduksjonen i jordbruket, havbruket og fiskeria ved behov kan omstillast ved kortvarige eller langvarige kriser*

- *Nærings- og fiskeridepartementet og Landbruks- og matdepartementet i samarbeid gjennomfører ein risiko- og sårbarheitsanalyse av norsk matforsyning som òg omfattar ei vurdering av situasjonar med ein ikkje velfungerande internasjonal handel*

3.4 Økende klimarisiko krever rask respons

Emission Gap Report 2023 beskriver at fullstendig implementering av nasjonalt bestemte bidrag (NDC) gjort under Parisavtalen, vil kunne begrense temperaturstigningen til 2,9 °C over førindustrielle nivåer i dette århundret. Fullstendig implementering av betingede NDC'er vil senke dette til 2,5 °C. Utviklingen er ikke i samsvar med Parisavtalens mål om å begrense global temperaturøkning til 1,5 grader eller helst under 2,0 grader (UNEP, 2023).

Konsekvensene av en økning på to grader vil ifølge IPCC ha langt mer alvorlige konsekvenser enn 1,5 grader. Det kreves derfor snarlig forsterket innsats for å begrense klimaendringene ved utslippskutt og tiltak for varig lagring av karbon. Fordi det synes lite sannsynlig at verden vil lykkes med å begrense global oppvarming i tråd med Paris-målene, er det også avgjørende med vesentlig forsterket prioritering av tiltak for klimatilpasning. (UNFCCC, 2022).

Vellykket tilpasning er en forutsetning for å redusere klimaendringenes negative effekter på natur og samfunn, herunder fare for redusert og mer ustabil matproduksjon. Tilpasning er også en forutsetning for å utnytte de muligheter klimaendringene kan gi for jordbruket i Norge. Det er ingen motsetning mellom å prioritere tiltak for å begrense klimaendringene på den ene side, og tiltak for tilpasning på den andre side (IPCC, 2022). Lavutslippsutvalget peker også på at omstillingen ikke bare må handle om utslippskutt, men også om at konsekvensene for den enkelte skal være til å leve med og at samfunnet samlet sett utnytter de mulighetene omstillingen vil gi (Lavutslippsutvalget, 2023).

Samtidig som det haster med å skape resultater, er det betydelig usikkerhet og mangel på kunnskap om en rekke forhold. Klimaendringer er omtalt som et såkalt "ondskapsfullt" problem. I dette legges at klimaendringene har mange dimensjoner, er vanskelig å definere og at det er vanskelig å forutsi virkninger for menneskelige og naturlige systemer. Utfordringenes kompleksitet er en konsekvens av at vi for det meste kan forutsi retningen om klimaendringer, men ikke i detalj når eller hvor kritiske endringer vil være (Nasjonella Ekspertrådet for klimatanpasning, 2023).

Det er stort trykk på gjennomføring av tiltak for utslippsreduksjoner i primærproduksjonen. I tillegg til de konkrete tiltakene i produksjonssystemene, er også tiltak for å påvirke kosthold og redusere matsvinn og dermed etterspørsel etter matvarer en del av klimapolitikken. Slike tiltak påvirker primært, gitt at de ikke fører til endret import, volum, sammensetning og lokalisering av norsk jordbruksproduksjon. Vesentlige endringer i produksjonsvolum er eksempel på effekter av tiltak som kan ha mange ulike virkninger for norsk jordbruk, herunder betydelig endret struktur og lokalisering av gjenværende produksjon dersom volumene reduseres betydelig. De indirekte effektene er sammensatte og synes ikke å være fullstendig ut utredet. Det betyr at norsk jordbruk står overfor en situasjon med overgangsrisiko, men hvor risikoen ikke er fullstendig analysert eller kvantifisert.

Den mest alvorlige mistilpasning er tiltak med irreversible konsekvenser for natur og samfunn. Mangel på helhetlig forståelse av sammenhenger mellom klimatiltak med ulike formål, kan ha slike effekter hvis klimapolitikken ikke er tilstrekkelig kunnskapsbasert og samordnet på tvers av politikk- og tiltaksområder.

Alle endringer skyldes heller ikke klimaendringer og få endringer skyldes klimaendringer alene (Jordbruksverket, 2022), se også tekstboks:

Det svenske Ekspertådet för klimatanpassning har gjort en vurdering som også kan være relevant for norske forhold (Nationella Ekspertådet för klimatanpassning, 2023):

”Vi anser därför att planering för ett framtida samhälle bör bygga på en samlad hantering av hela klimatfrågan, såväl som på andra förändringar i samhället. Det samhälle som vi ska klimatanpassa oss till behöver vara ett klimatomställt samhälle. Detta kan påverka utformningen av olika anpassningsåtgärder. På samma sätt behöver arbetet med utsläppsminskningar ta hänsyn till att åtgärder bör planeras för att fungera optimalt i en klimatanpassad framtid.

Ett integrerat synsätt på klimatfrågan genomsyrar tyvärr inte politiken i dagsläget, vare sig nationellt i Sverige eller på EU-nivå”.

Landbruket skal oppfylle flere ulike landbrukspolitiske mål. Landbruksproduksjonen er sterkt påvirket av endringer i klima og matproduksjon og matsikkerhet er avhengig av god klimatilpassning.

Klimatilpassning kan i en utvidet kontekst også inkludere tiltak for utslippsreduksjoner, siden det å begrense klimaendringene er en nødvendig forutsetning for å opprettholde matproduksjonen i framtida. Tiltak for utslippsreduksjoner inngår ut fra en slik betraktning i tiltak for å muliggjøre matproduksjon og sikre framtidig matsikkerhet, og vil dermed ha et formål som er sammenfallende med andre tiltak for å gjøre det overkommelig å mestre klimarisiko og sikre resiliens i produksjonssystemene. Det er et klart uttrykk for mistilpassning dersom det ikke lykkes å synliggjøre slike sammenhenger for å identifisere synergier mellom ulike klimatiltak (UNFCCC, 2022).

En avgjørende forutsetning for bærekraft i jordbruk og matsystemer er resiliens, det vil si at norsk jordbruk har evne til å motstå kraftige påkjenninger og gjenopprette produksjonen etter slike. Dersom klimatiltak svekker jordbrukets resiliens, vil det ha negative konsekvenser for matproduksjon og matsikkerheten i Norge. Følgelig vil også sårbarhetsreduksjon stå sentralt for vurdering av alle klimatiltak, både utslippstiltak og tilpasningstiltak. Å se klimatilpassning og utslippstiltak i sammenheng kan være viktig bidrag til resiliente systemer i tråd med forutsetningene for å oppnå FN's bærekraftsmål (UNFCCC, 2022).

Landbruksdirektoratets utlysning av midler til det nasjonale Klima- og miljøprogrammet 2024 prioriterer prosjekter med formål klimatilpassning, utslippsreduksjoner og karbonopptak hver for seg. Det er lagt lite vekt på prosjekter for å se tiltak med ulike formål i sammenheng, herunder prosjekter som kan bidra til å synliggjøre synergier eller avdekke målkonflikter mellom tiltak med ulike formål².

Det er i dette kapitlet pekt på ulike forhold som begrunner behov for å undersøke sammenhenger mellom klimatiltak for å redusere klimagassutslipp og klimatilpassning, klimarisiko og matsikkerhet. For å kunne gjøre dette er det behov for en systematisk metodikk, et rammeverk for helhetlige vurderinger.

² [Utllysning av nasjonale prosjektmidler for 2024 - Landbruksdirektoratet](#)

4 Matsikkerhet og klimaendringer

Klimaendringene ventes å påvirke global matproduksjon negativt, både på landarealer, i akvakultur og havøkosystemer. Landbruket har til alle tider vært avhengig av å tilpasse seg vær og klima, men nå er kunnskap om nye og raskere endringer i klima og værforhold avgjørende for en vellykket tilpasning. Klimapanelets Landrapport beskriver, på globalt og regionalt nivå, sammenhenger mellom klimaendringer, arealbruk og matproduksjon (IPCC, 2019a). Klimapanelets havrapport beskriver påvirkning på akvakultur, havøkosystemenes produktivitet, høstbare fiskebestander og andre marine organismer (IPCC, 2019b). Klimapanelets rapport om det fysiske klimasystemet viser hvordan utslipp og global oppvarming øker behovet for raske utslippskutt (IPCC, 2021c).

Klimaendringer påvirker matsikkerheten direkte gjennom avlingenes volum og kvalitet. Global oppvarming fører til endrede værforhold som påvirker vanntilgang og vannkvalitet, gir økt forekomst av skadedyr, plante- og dyresykdommer og forstyrrelser i pollinering (IPCC, 2019a).

Klimaendringer som svekker matproduksjonen i land som er store produsenter og eksportører av mat, kan gå ut over matsikkerheten i land med stor matvareimport. Klimarisiko i matsystemet blir dermed i stor grad grenseoverskridende (Adams, Benzie, Croft, & Sadowski, 2021).

Nyere forskning viser økt risiko for at klimaendringene kan gi opphav til samtidige klimasjokk som påvirker flere viktige matproduksjonsregioner samtidig (IPCC, 2022). En rapport fra Global Food Security Program³ (GFS) fant at risikoen for ekstremvær som rammer flere store matproduserende regioner i verden samtidig, kan tredobles innen 2040. En slik utvikling kan føre til hyppigere og større variasjoner i priser og varetilgang i globale mat- og førvaremarkeder.

De grunnleggende, generiske sammenhengene mellom endringer i klima, vær og påvirkning på primærproduksjonen i matsystemene er gyldige både globalt og under norske forhold. Plantevekst og avlinger bestemmes av faktorer som vann, næringsstoffer, temperatur, jordstruktur og -kjemi, og lys. Klimaet kan endre seg raskere enn planter tilpasses. Produksjonen kan svekkes av både hyppigere og mer ekstreme værhendelser, men også gradvise endringer i klima over lengre tid. Resultatet er at avlingene blir mer usikre, og med større variasjoner mellom år (Bardalen A. , 2018).

4.1 Klimarisiko i jordbruksproduksjon i Norge

Klimaendringer vil påvirke fremtidig jordbruksproduksjon i Norge. Lokal tilpasning er nødvendig både for å forebygge tap og skade, men også for å utnytte nye muligheter. Rapporten Klima i Norge 2100 gir oversikt over forventede endringer i klima frem til 2100 basert på ulike utslippsscenarioer og klimamodeller (Hanssen- Bauer & al, 2015).

Norsk jordbruksproduksjon foregår i agroklimatiske regioner der produksjonsvilkårene varierer mye fra nord til sør, mellom kyst og innland og mellom flatbygder og fjellbygder. Mange kulturer dyrkes opp mot grensen for hvor dyrking er mulig. Klimatiske begrensninger er derfor én av flere årsaker til lav selvforsyningsgrad sammen med høye kostnader og driftsmessige utfordringer. Mulighetene for å styrke norsk matsikkerhet og forsyningsberedskap må vurderes ut fra slike begrensninger, men faktorer som begrenser produksjonen i dag vil ikke nødvendigvis være like begrensende i et endret klima.

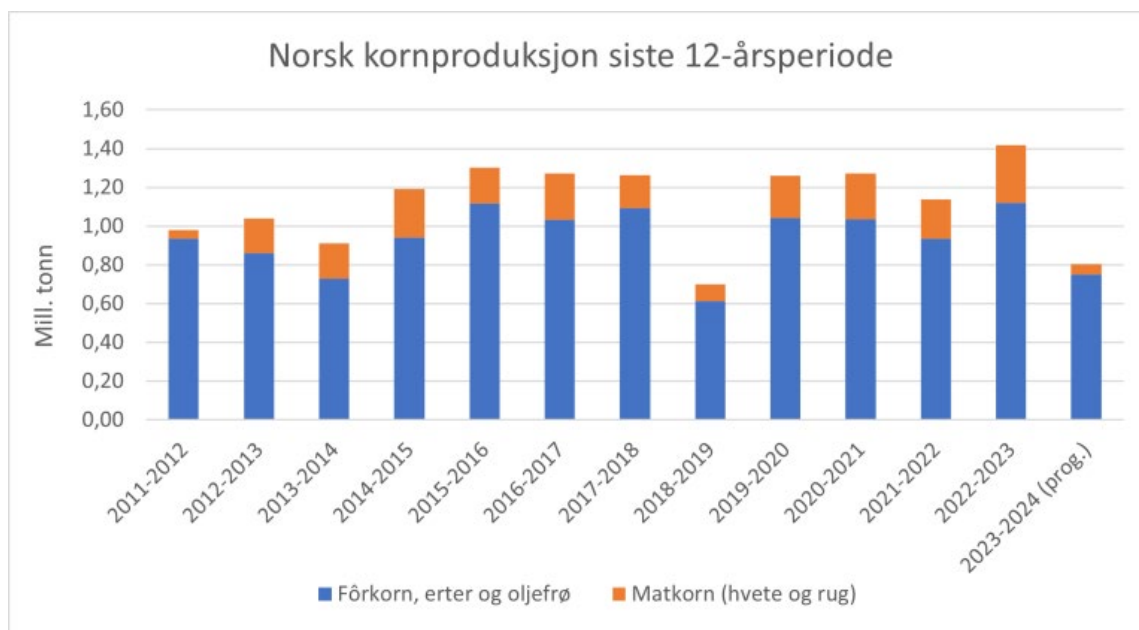
Tempoet i klimaendringene er trolig ikke raskere enn at det er mulig, trinn for trinn, å tilpasse nordisk landbruk til et varmere klima. Dette forutsetter imidlertid proaktiv kunnskapsutvikling for å planlegge og gjennomføre klimatilpasning i det norske og nordiske jordbruket (Jordbruksverket, 2022) (Nationella Ekspertrådet för klimatanpasning, 2023).

Klimaendringer skaper både utfordringer og muligheter for norsk matsikkerhet. Klima og værforhold i endring gjør produksjonen mer krevende og uforutsigbar, og skaper økende behov for tilpasning for å redusere fare for skade og avlingssvikt. Samtidig gir endret klima noen muligheter for økt og mer

³ [Global Food Security programme - Global Food Security](#)

varierte produksjon. Vurdering av klimarisiko i norsk jordbruksproduksjon må derfor inkludere utvikling nye muligheter basert på særskilte norske fortrinn. Dette kan bidra positivt til forbedret forsyningssikkerhet (Dombu, Bardalen, Strand, Henriksen, & Lamprinakis, 2021).

Erfaringer fra de siste årene har vist at vær og klimaforhold i enkelte år kan avvike mye fra 30 års normalen i form av perioder med varme og tørkerekorder, men også med mye nedbør og flom (Gangstø Skaland & al, 2019). Variasjon i norsk kornproduksjon og norsk-andelen i matkornet er et speilbilde av værforholdenes variasjoner mellom år og gjennom dyrkingssesongen, se Figur 4.1 og tekstboks nedenfor (Kilde: Landbruksdirektoratet, publisert 16.11.2023 ⁴).



Figur 4.1 Både total Kornproduksjon og særlig matkornandelen varierer betydelig med værforholdene. Dette gir direkte utslag i selvforsyning og norsk matsikkerhet. Kilde: Landbruksdirektoratet, publisert: 16.11.2023

⁴ [Svak kornsesong – lite mathvete - Landbruksdirektoratet](#)

Landbruksdirektoratets vurdering av kornsesongen 2023 (publisert 16.11.2023)

Årets kornsesong er sterkt preget av vanskelige værforhold. Den siste kornprognosen anslår en totalproduksjon av korn på 785 000 tonn. Dette er 43 prosent lavere enn 22/23 sesongen, og 31 prosent under femårssnittet.

Det forventes også at andelen matkorn fra årets avling blir svært lav. Mengden hvete med matkvalitet er estimert til 51 000 tonn. Dette utgjør kun 30 prosent av hveteproduksjonen og er den laveste andelen siden 2011.

Årets produksjon står i stor kontrast til fjoråret. I 2022 var det rekordstor produksjon med 1 371 800 tonn korn, hele 23 prosent over femårssnittet. Nær 70 prosent av hveten hadde matkvalitet og mengden mathvete var på 274 200 tonn.

Hvor stor andel korn som ender opp med matkornkvalitet påvirkes i stor grad av været, og regn ved innhøsting har negativ effekt. I år hadde vi tørke på forsommeren og ekstreme nedbørsmengder på sensommeren, dette skapte problemer for kornprodusentene. Avlingsnivået ble lavere, og kvaliteten på kornet ble dårligere.

Sammenlignet med det rekordtørre året 2018, er totalproduksjonen i år høyere, men mengden matkorn er mindre.

Det vil alltid være noe usikkerhet knyttet til prognosene. Det er likevel liten tvil om at årets totalproduksjon og matkornandel blir vesentlig lavere enn den har vært de siste årene. Dette indikerer at mer av etterspørselen må dekkes av import.

Denne sesongen har vært utfordrende også internasjonalt, og mange land i Europa sliter med lav kornkvalitet. Møllene i Norge opplever utfordringer med å skaffe seg korn av høy kvalitet også gjennom import.

Forventet importbehov for matkorn denne sesongen er på 218 000 tonn. Dette inkluderer også bygg til mat. Bygg er den kornarten det dyrkes mest av i Norge, og det er svært uvanlig at matkornforbruket av bygg ikke dekkes gjennom norsk produksjon.

Det er god kunnskap om hvilken retning utviklingen av jordbruksproduksjonen vil ta som følge av gradvise klimaendringer, men vi har for lite dokumentasjon til å angi kvantitative effekter (Bardalen, et al., 2022). Usikkerhet gjelder særlig tidsperspektiver. Det er også vanskeligere å forutse sannsynlighet for, og forløp av, ekstreme værhendelser enn av de gradvise endringene. Hovedtrekkene i klimaendringenes påvirkninger på jordbruket i Norge vil gjelde for hele landet, men med ulik styrke i ulike regioner. Dette er kjente forskjeller under dagens klima, men klimaendringer kan både forsterke og redusere regionale forskjeller (Uleberg & Dalmannsdottir, 2018), (Eid Hohle, 2016). NIBIO har publisert en rekke «NIBIO POP» skrifter om klimatilpasning i planteproduksjonen⁵. I prosjektet Optikorn har NIBIO utviklet tilpasningsstrategier for norsk kornproduksjon i møte med et fremtidig våtere klima⁶.

⁵ Klimatilpassa grovfôrproduksjon på Vestlandet: <https://hdl.handle.net/11250/3032497>, Klimatilpasning av potetproduksjonen i Innlandet: <https://hdl.handle.net/11250/3032490>, Klimatilpasning av grovfôrproduksjon i Nord-Norge: <https://hdl.handle.net/11250/3035010>, Klimatilpasning av høstkornproduksjon i Østfold : <https://hdl.handle.net/11250/3038504>, Klimatilpasning av byggdyrking i Hedmark: <https://hdl.handle.net/11250/3038510>

⁶ [Klimatilpasning for økt norsk kornproduksjon - Nibio](#)

Potet- og grønnsakproduksjon er eksempler på produksjoner som i dag er begrenset av vekstsesongens lengde og varmesum. Lengre og varmere vekstsesong kan gi produksjonsmuligheter for grønnsaker utover dagens hovedområder, både for eksisterende vekster og nye vekster/sorter. Erfaringene fra ekstremværet Hans viste imidlertid hvor utsatt disse produksjonene er ved ekstremnedbør og flom. Konsentrert storskala drift forsterker fare for avlingstap i en størrelsesorden som kan skape markedssvikt.

Frukt- og bær dyrking er følsom for endringer i sommer- og vintertemperatur og nedbørforhold. Økt middeltemperatur og lengre vekstsesong kan gi bedre vilkår for norsk frukt- og bærproduksjon og utvide dyrkingsområdene nordover og i høyden. Samtidig gir økt forekomst av ekstremvær økt risiko for avlingstap, økonomiske tap og markedsforstyrrelser.

For grovfordyrking må det høstes flere ganger per år for å utnytte lengre vekstsesong. Simuleringer for 2050 viser 1–2 flere høstinger av eng, utvidet beitesesong med 1 – 2 måneder og 10–30 prosent høyere engavlinger der planteveksten vår og høst er begrenset av lave temperaturer (Höglind, Persson, et al. 2015, i (Hohle & al, 2016)). Økt temperatur bidra til økt dyrking av belgvekster og dermed bidra til fôr med høyere proteininnhold.

For grønnsaker, korn, frukt og bær kan lengre vekstsesong gi muligheter for tidligere modning, tidligere innhøsting, innhøsting under gunstigere værforhold og dermed bedre kvalitet. Høye temperaturer kan gi dårligere kvalitet for noen grønnsaker.

Endret klima kan i noen tilfelle gi bedret mulighet for plantevern. Dersom ikke hele forlengelsen av økt vekstsesong brukes til å dyrke arter og sorter med lengre veksttid, kan det bli bedre tid til ugrasbekjempelse om høsten. Dette må imidlertid sees i sammenheng med utslippstiltak som bruk av fangvekster om høsten.

Jordhelse er et uttrykk for jordsmonnets tilstand, herunder egnethet for dyrking og evne til å levere økosystemtjenester. God jordhelse betyr at jordas fysiske, kjemiske og biologiske komponenter fungerer godt sammen, både for produksjon og andre jordfunksjoner (Landbruksdirektoratet, 2020).

Den viktigste trusselen mot jordhelse er tapet av organisk materiale (SOC: Soil Organic Carbon). Klimaendringer kan ha negative konsekvenser for jordhelse og ekstremnedbør kan skade jordas biologiske funksjoner, og øke overflateavrenning og tap av jordsmonn (IPCC, 2022). Overgang fra eng til åpen åker fører til at jordsmonnet blir mer utsatt for tap av organisk materiale til både luft og vann.

Mer og mer intens nedbør øker risiko for skader på hydrotekniske anlegg i jordbruket. Slike hendelser kan, foruten å føre til tap av jordsmonn, også føre til redusert kvalitet, vesentlig skade eller fullstendig tap av avling. Hydrotekniske anlegg som ikke er vedlikeholdt øker faren for skader på arealer og på vannkvalitet i resipienter (Hohle & al, 2016).

4.2 Klimarisiko og global matproduksjon

OECD-FAO Agricultural Outlook 2022-2031 anslår at det vil bli en økning i det globale matforbruket på 1,4 prosent per år de neste 10 årene (OECD; FAO, 2022). Det er beregnet at behovet for mat vil øke med inntil 50 prosent fram mot 2050, mens etterspørselen etter animalske matvarer vil øke med nesten 70 prosent (FAO, 2018). Økte matbehov dekkes likevel ikke kun med økt produksjon. Både endret kosthold, redusert avlingstap og matsvinn reduserer behovet for økt produksjon.

Klimapanelet beskriver at flere risikoer virker sammen og skaper nye kilder til sårbarhet og forsterker samlet risiko for svikt i matproduksjonen. Eksempelvis vil global oppvarming over 1,5 °C øke forekomst av ekstremvær, og øke risikoen for samtidig avlingssvikt på grunn av sammenfallende klimasjokk i noen av verdens viktigste matproduserende regioner (IPCC, 2022).

De fleste drivere i de globale matvaresystemene (økonomiske, miljømessige og demografiske) er i endring. Effekter av klimaendringer endre dynamikken i global matproduksjon sammenliknet med de siste årtier. Dette skyldes blant annet at klimaendringene fører til endrede nedbørsmønstre, mer langvarig tørke, mer ekstremnedbør som direkte bidrar til å svekke matproduksjonen, men også indirekte ved å forsterke utfordringer med jordforringelse, ørkenspredning, økende knapphet på vann

og økt spredning og forekomst av planteskadegjørere og husdyrsykdommer. Konsekvenser og risikoer som følge av klimaendringer blir derfor stadig mer komplekse og vanskelige å håndtere. Flere typer klimafare vil oppstå samtidig, og flere klimatiske og ikke-klimatiske risikoer vil virke i samspill. Dette vil bidra til å forsterke den samlede risiko og risiko på tvers av sektorer og regioner (IPCC, 2022). Dette bildet indikerer økt behov for å forstå risiko for mistilpasning ved at f.eks. utslippsreducerende tiltak motvirker klimatilpasningen og dermed kan svekke matsikkerheten.

Norden er en av få regioner i verden hvor et varmere klima kan gi noen fordeler for matproduksjon. Et varmere klima i Norden, samtidig som søreuropeiske lands betingelser forverres, gir nordisk jordbruk potensial for økt eksport (Jordbruksverket, 2022). Dette forutsetter imidlertid at det nordiske jordbruket prioriterer klimatilpasning både for å hindre skade, men også for å kunne utnytte de positive muligheter endret klima kan gi. I dette perspektivet blir det avgjørende at utslippstiltak ikke svekker muligheten for å øke den nordiske jordbruksproduksjonen i fremtiden (Bardalen A. , 2018).

5 Sammenhenger mellom tilpasning og utslippstiltak

I dette kapitlet omtales tilpasnings- og utslippstiltak for å illustrere sammenhenger mellom tiltak for utslippsreduksjoner, klimatilpasning og effekter på matsikkerhet. Kildene er NIBIO sine fagrapporter, faktaark og informasjon på www.nibio.no og de to delrapportene i dette prosjektet.

5.1 Klimatiltak i Norge mot 2030

Det er foran begrunnet hvorfor ulike klimatiltak i større grad bør vurderes i sammenheng. Både arbeidet med klimarapportering, tiltaksanalyser og oppfølgingen av klimaavtalen mellom Regjeringen og jordbruksnæringen, bør fange opp helhetlige effekter av klimatiltak. Et rammeverk kan sikre metodikk som fanger opp alle effekter av tiltak for utslippsreduksjoner og klimatilpasning, samt konsekvenser for matsikkerhet og omstillingsrisiko.

Miljødirektoratet har i rapporten Klimatiltak i Norge mot 2030 (Miljødirektoratet, 2023) oppsummert det som etter direktoratets vurdering er de viktigste tiltak for utslippsreduksjoner og økt karbonlagring i jordbrukssektoren. Denne oversikten inkluderer også tiltak i Regjeringens klimaavtale med jordbruksorganisasjonene hvor ansvaret ligger på Regjeringen. Oversikten inkluderer henholdsvis tiltak på etterspørselssiden og tiltak på gårdsnivå. Begge tiltakstyper kan ha samspillseffekter i forhold til klimatilpasning og dermed påvirkning på matproduksjon og matsikkerhet. Effektene er likevel så vidt forskjellige at analysene må gjøres separat, men det er mulig å bruke samme grunnleggende metodikk, se kapittel 7.

Nr.	Tiltaksnavn	Sektor	Reduksjonspotensial i 2030 i millioner tonn CO ₂ -ekvivalenter
Tiltak på etterspørselssiden			
J01	Forbruk i tråd med gjeldende nasjonale kostråd	Jordbruk	1,17
J02	Redusert matsvinn	Jordbruk	0,21
Tiltak på gårdsnivå			
J03	Husdyrgjødsel til biogass	Jordbruk	0,06
J04	Diverse gjødseltiltak	Jordbruk	0,02**
J05	Stans i nydyrking av myr	Jordbruk	0,005
		LULUCF	0,08
J06	Fangvekster*	Jordbruk	0,003
		LULUCF	0,06
J07	Biokull*	LULUCF	0,08
J08	Førtiltak, avl og produksjonsstyring i husdyrhold	Jordbruk	Ikke kvantifisert
L04***	Redusere avskoging til jordbruksformål	LULUCF	0,66
TM03****	Overgang til elektriske maskiner i jordbruket	Transport	0,024

Figur 5.1 De viktigste tiltak for utslippsreduksjoner og økt karbonlagring i jordbrukssektoren slik det er oppsummert av Miljødirektoratet i rapporten Klimatiltak i Norge mot 2030 (Miljødirektoratet, 2023).

5.2 Landbrukets klimaplan

Landbrukets klimaplan er nå (februar 2024) under revisjon. Planens hovedformål er å bidra til at jordbruket kan oppfylle sin del av intensjonsavtalen med Regjeringen om utslippskutt innen 2030. Forslaget til revidert plan er bygget opp med 9 satsingsområder, hvorav ett direkte angår klimatilpasning:

- Satsingsområde 1: Klimakalkulator & klimarådgivning
- Satsingsområde 2: Avl og friskere husdyr
- Satsingsområde 3: Klimavennlig fôring
- Satsingsområde 4: Fremtidsrettet agronomi
- Satsingsområde 5: Fossilfri maskinpark
- Satsingsområde 6: Fossilfri oppvarming
- Satsingsområde 7: Bruk av husdyrgjødsel i biogassanlegg
- Satsingsområde 8: Jorda som karbonlager og arealbruk
- Satsingsområde 9: Klimatilpasning

Det er usikkerhet om både klimaendringenes effekter og virkningen av klimatiltak. Alle tiltak innebærer risiko, både knyttet til gjennomførbarhet, men også om tiltaket faktisk er formåls effektivt. En generell analyse av sammenhenger mellom utslippstiltak og tilpasning og hvordan tiltakene kan påvirke produksjon og matsikkerhet, kunne f.eks. ta utgangspunkt i tiltaksområdene i landbrukets klimaplan. Tiltak innen hvert område i planen måtte i så fall vurderes med tanke på samspillseffekter med både klimatilpasning og produksjon, herunder både synergier og målkonflikter. Med en slik kategorisering kan man på overordnet nivå lettere komme på sporet av konkrete samspillseffekter på gårdsnivå. Dette kan deretter analyseres for å etablere et faglig grunnlag for systematikk i vurderinger av om et tilpasningstiltak kan innebære målkonflikt eller ha potensial for synergi i forhold et utslippstiltak.

5.3 Indirekte effekter og sammenhenger

Tabell 5.1 inkluderer ikke indirekte tiltak (tiltak som foreløpig ikke kan føres i klimagassregnskapet) utover det som er knyttet til redusert norsk produksjon som følge av forbruk i tråd med kostholdsråd og redusert matsvinn. Kostholdstiltaket er eksempel på tiltak som har til hensikt å redusere produksjoner med høye utslipp, men som også vil påvirke produksjonens volum, sammensetning og lokalisering. Slike tiltak kan ha betydelige og relativt komplekse indirekte effekter for næring og samfunn. Dersom effektene av slike tiltak ikke analyseres helhetlig, står man i fare for å undervurdere de målkonflikter tiltakene innebærer. Dette kan f.eks. dreie seg om effekter på jordbrukssystemets resiliens og dermed matsikkerheten, men også målkonflikter i forhold til andre samfunnsinteresser.

En annen type indirekte tiltak er tiltak som kan påvirke effektivitet, føreffektivitet eller bruk av gjødsel (nitrogener effektivitet). Drenering og redusert jordpakking er andre eksempler på slike indirekte tiltak. Indirekte tiltak kan også være avlsfremgang og redusert forekomst av sykdommer som påvirker fôropptak, eller agronomiske tiltak som påvirker dyrkingsforhold, avling og bruk av nitrogengjødsel. I utgangspunktet vil risiko for målkonflikt være lav ved slike tiltak fordi tiltakets primære formål er knyttet til å øke eller gjøre produksjonen mer robust (Aass, Aspehølen Åby, & Lind, 2024).

I det nasjonale klimagassregnskapet for jordbrukssektoren blir klimagassutslipp fra husdyr- og planteproduksjon beregnet og vurdert separat. I en analyse fra 2022 demonstrerte (Øygarden, et al., 2022) tydelig at plante- og husdyrproduksjonen, er integrerte systemer hvor endringer i ett system vil gi endringer i det andre. Det pekes på at slåttesystem, botanisk sammensetning, avlingsmengde og ytelsesnivået per ku vil påvirke klimagassutslipp, både per kg produkt og totalt, arealbehov til eng og korn og forbruk av mineralgjødsel. I praksis er produksjonene integrerte systemer der tiltak for

reduserte klimagassutslipp i husdyrproduksjonen, kan påvirke arealbehovet og bruken av innsatsfaktorer til gras- og kornproduksjonen, og vice versa (Øygarden, et al., 2022).

Den samme rapporten viser til at økning i melkeytelsen per ku, reduserte utslippet per kg produserte enhet grunnet reduserte utslipp av enterisk metan og klimagassutslipp fra lagring og spredning av husdyrgjødsel, lystgassutslipp fra jord og CO₂- utslipp fra bruk av energi. Dette er igjen et resultat av at det trengs færre melkekyr, og dermed også mindre engareal for å produsere samme mengde melk. På den andre siden førte høyere melkeytelse til et høyere kraftforforbruk og en noe høyere utslipp fra denne innsatsfaktoren. Slike sammenhenger gjør det krevende å analysere sammenhenger mellom utslippsintensiteter, endringer i produksjonssystemet og hvordan dette kan slå ut for produksjonens utsatthet i endret klima. Bruk av areal og størrelse på areal i drift er en variabel som må inngå i slike vurderinger (Øygarden, et al., 2022).

5.4 Arealtiltak – sikring av produksjonsgrunnlaget - vinn-vinn

Det grunnleggende tiltaket for å opprettholde en stabil matproduksjon er at produksjonsgrunnlaget beskyttes. Bevaring av jordbruksareal har avgjørende betydning for matsikkerheten, særlig i et lengre perspektiv. Å bevare jordbruksareal kan betraktes som et klimatilpasningstiltak i seg selv (Bardalen, Aune Lundberg, & Ulfeng, 2023).

Bevaring av dagens jordbruksareal er samtidig et utslippsreducerende tiltak. Nedbygging av jordbruksareal medfører utslipp både fra det nedbygde arealet, men også indirekte dersom annet areal må nydyrkes for å erstatte nedbygd areal eller fordi produksjonen må erstattes på jord med lavere avkastning. Dette fører til at mer areal må tas i bruk, med økte utslipp som konsekvens (Bardalen, Aune Lundberg, & Ulfeng, 2023).

Bevaring av jordbruksarealer er også et tilpasningstiltak i den forstand at det i en situasjon med knapphet på innsatsfaktorer, kan bli nødvendig å produsere på et større areal, herunder å ta i bruk arealer med lavere produksjonsevne. Jordvern, både i form av å ta vare på arealet og beskytte jordhelsen, er dermed eksempel på et tiltak som har positiv effekt både i forhold til utslippsreduksjoner og klimatilpasning, og som naturlig nok også bidrar positivt til produksjon og matsikkerhet. (Bardalen, Aune Lundberg, & Ulfeng, 2023)

Overvannshåndtering er avgjørende for å unngå erosjon og utvasking av jordsmonn. Tap av jord og ødeleggelse av produksjonsarealer har både direkte og indirekte utslippseffekter og vil redusere matproduksjonen. Alle tiltak for å motvirke erosjon og utvasking av jord er dermed i utgangspunktet positive for både utslippsreduksjoner, klimatilpasning og resilient produksjon, altså matsikkerheten.

Håndteringen av vann i plantedyrkingen har som mål å skape en tilstrekkelig dyp rotsone og sikre at balansen mellom luft og vann er gunstig for avlingsvekst. Drenering har virkning på jordfuktigheten og dermed også direkte påvirkning på utslipp av klimagasser fra jordsmonnet. God drenering er av stor betydning for å kunne utføre arbeidsoperasjoner under lagelige fuktighetsforhold og dermed unngå skader på jordstrukturen. God drenering har også stor betydning for avlinger, både mengde og kvalitet, noe som bidrar til at arealer i drift brukes effektivt og dermed indirekte bidrar til mindre utslipp fra arealer og energibruk. Samtidig er både drenering og god overvannshåndtering blant de mest aktuelle og treffsikre klimatilpasningstiltak og er avgjørende for stabile avlinger under mer krevende værforhold (Jordbruksverket, 2022).

Jordpakking har en rekke negative effekter, både for utslipp og produksjon, ikke minst under mer krevende klima- og værforhold. Beskyttelse av produksjonsgrunnlaget, jordsmonnet, arealene og jordhelsen bidrar både direkte og indirekte til reduserte utslipp, men er samtidig viktig for å sikre produksjon i endret klima. Dette er også helt grunnleggende forutsetninger for å opprettholde og øke matproduksjonen i norsk jordbruk.

Karbonlagring i jord er en nettoeffekt av tilførsel av organisk materiale, fotosyntese, avling og nedbryting, både av nåværende planterester og tidligere lagret organisk materiale i jord. Tiltak som øker innholdet av karbon i jord bidrar positivt til agronomiske egenskaper og virker dermed som tilpasningstiltak, men øker også karbonlagring og bidrar til større og mer stabile avlinger, og er med andre ord et trippel vinn-tiltak.

Et annet eksempel på klimatiltak for utslippsreduksjoner og karbonlagring, med både strukturelle og volummessige konsekvenser, kan være dersom det prioriteres å restaurere oppdyrket myrjord, i betydningen tilbakeføre til «naturtilstand» ved heving av grunnvannsnivået. Konsekvensen vil være at areal som i dag benyttes til matproduksjon går ut av drift og produksjonen reduseres. Tiltaket kan også, på grunn av anaerobe forhold, medføre økte utslipp av lystgass og metan. I et alternativt scenario kan situasjonen være at det er overskudd av jordbruksareal, i så tilfelle kunne man vurdere hvilke areal som er viktig for produksjon og hvilke som eventuelt kunne restaureres. En effekt av et slikt tiltak kan også være redusert areal og produksjon for gårdsbruk som har mye myrjord og lite mineraljord, eller muligheter for å leie jord.

Dersom nydyrking går på bekostning av skog, vil skogens potensial for CO₂-opptak og lagring forringes, og det vil gå tapt skogbiomasse til substitusjon. Eksemplene illustrerer at det er mange og relativt komplekse sammenhenger som må analyseres grundig og helhetlig for å synliggjøre synergier og målkonflikter ved et slikt tiltak.

5.5 Planteproduksjon

Matsikkerhet forutsetter stabil planteproduksjon i endret klima med økt forekomst og intensitet av ekstremnedbør, endret temperatur og fuktighetsforhold både i vekstsesongen og vinterstid. Disse endringene kan bidra til at utslipp fra jordsmonn og planterester øker, samtidig som hyppigere fryse/tine-episoder og økt avrenning også kan skade planteveksten, herunder gi mer vinterskader. Omlegging av produksjonen til f.eks. økt areal med høstkorn er eksempel på endringer som øker omfanget av produksjoner som er mer utsatt for høst- og vintereffekter av endret klima. Dette vil dermed indirekte skape økte tilpasningsutfordringer, øke faren for avlingstap som gir indirekte utslipp og dersom konsekvensen er redusert matkornproduksjon, også svekke norsk selvforsyning og matsikkerhet.

Det er dermed særlig viktig å undersøke både om agronomiske tiltak for utslippsreduksjoner eller endringer i produksjonsfordelingen med formål å gi reduserte utslipp eller økte opptak og lagring av karbon, bidrar positivt eller negativt som tilpasningstiltak. Dersom et tiltak bidrar til lavere eller mer ustabil produksjon, vil tiltaket i utgangspunktet også være negativt for matsikkerheten. Et rammeverk for analyser av synergier og målkonflikter, må derfor bidra til systematisk og strukturert faglig vurdering av slike sammenhenger.

5.5.1 Eksempler på tilpasning i planteproduksjon

En rekke tiltak er anbefalt for klimatilpasning i planteproduksjonen. I prosjektet Tilpasningsstrategier jordbruk- innenfor ulike regioner og klimasoner er det utgitt en serie med fakta ark (NIBIO POP), se også kapittel 4.1. Faktaarkene gir eksempler på tilpasninger og har henvisning til nettsider, rapporter, kart og hjelpemidler for planlegging. Her gjengis, for å eksemplifisere typer tiltak det kan dreie seg om, en oversikt over tiltak i kornproduksjonen, summarisk presentert:

Vekstskifte: Et godt gjennomført vekstskifte kan ha positiv effekt både på avlinger og kornkvalitet, og dermed også på økonomien. Generelt vil en lengre vekstsesong øke valgmulighetene av arter som kan dyrkes i vekstskifte med korn.

Sortsforedling og valg av arter/ sorter: Målrettet kornforedling er nødvendig for å sikre sorter som er tilpasset klimaendringene og en lengre vekstsesong. Høy grad av resistens mot skadegjørere er viktig inn mot et endret klima. Endringer i nedbørsfordeling gjør det nødvendig med sorter som har robust og kraftig rotsystem og rotvekst for å være sterkere både mot tørke og vannmettet jord.

Fangvekst: Lengre vekstsesong om høsten åpner for økt bruk av fangvekster, sådd både om våren og før og etter innhøsting. Dette kan hjelpe til å utnytte vekstsesongen bedre og samtidig øke andel organisk materiale som tilbakeføres til jorda. Bruk av fangvekster kan redusere erosjon og avrenning av næringsstoffer, forbedre jordstrukturen og er et viktig klimatiltak.

Gjødsling: Tilpasset gjødsling er viktig for avling, produktkvalitet, økonomi og miljø. Delt gjødsling bør være hovedregelen også i bygg og gir bedre mulighet å tilpasse gjødslingen til vekstsesongen og kan dermed bidra til en bedre gjødselutnyttelse og mindre risiko for tap.

Plantevern: Endringer i klimaet vil føre til endringer også i forhold til planteskadegjørere. En del ugrasarter, soppsjukdommer og skadeinsekter kan i større grad spre seg fra sørlige til nordlige områder og oppformere seg raskere enn før. Økt omfang av grøntproduksjon, dvs ettårige plantevekster til direktekonsum, antas å øke behovet for planteverntiltak.

Bedre jordstruktur: Bedre jordstruktur og jordhelse er viktig for å øke jordas robusthet mot klimaendringene. Aktuelle tiltak for god jordstruktur er drenering, bevisst forhold til maskinbruk, tilpasset maskinutstyr med lavt lufttrykk og brede dekk, ingen kjøring når jorda ikke er lagelig, bruk av faste kjørespor der det er mulig, tilførsel av husdyrgjødsel, veksling mellom ulike type vekster på et skifte, gjerne med ulik rotdybde, rotvekst og plantedekke i en større del av året, tiltak for å redusere nedgang av organisk materiale vil hjelpe til å forbedre jordstabiliteten, unngå unødvendig mekanisk bearbeiding av jorda, redusert jordarbeiding om høsten, biologisk løsning av pakket jord gjennom bruk av vekster med dype røtter

5.5.2 Eksempel på utslippstiltak i planteproduksjon

I delrapporten om tiltak i planteproduksjonen i dette prosjektet er det omtalt tiltak i planteproduksjonen med formål å bidra til reduserte utslipp, økt opptak og lagring av karbon (Byers, Rivedal, Budai, & Øygarden, 2024). Disse tiltakene omfatter blant annet vekstskifte, fangvekster, tiltak knyttet til engdyrking med innslag av kløver, forbedret utnyttelse av nitrogengjødsel og tiltak som påvirker nedbrytning av planterester. Generelt er dette tiltak som bidrar til forbedret utnyttelse av innsatsfaktorer og dermed redusert tap av næringsstoffer ved utslipp både til luft og vann.

Drenering inngår ikke i Klimagassregnskapet og har status som indirekte tiltak fordi det kan påvirke avlingsnivå og utnyttelse av tilført gjødsel og dermed utslipp av lystgass. Effekten av drenering bidrar også til tidligere våronn, raskere opptøring etter nedbørsepisoder, redusert risiko for jordpakking og større og mer stabil avling. Drenering er derfor et trippel vinn tiltak som bidrar til utslippsreduksjoner, tilpasning til endret klima og matsikkerhet.

Planteforedling forbedrer plantematerialet, både med hensyn på kvalitet og avlingsnivå, herunder også eventuelt til planter med dypere rotutvikling som er mer robuste under både tørt og vått vær. Planter som tåler mer krevende vekstforhold, vil gi mer stabile avlinger og dermed indirekte bidra til lavere utslipp ved at innsatsfaktorene blir bedre utnyttet. Planter med dypere rotutvikling antas å kunne bidra til akkumulering av organisk karbon i dypere jordsjikt og økt opptak og lagring av karbon.

Andre tiltak er tilpassede gjødslingsstrategier og kalking, begge deler med forbedret presisjon for å tilpasse dosering til jordsmonnets behov og til forhold som kan påvirke f.eks. lystgassutslipp fra tilført N-gjødsel. Det inngår også i tiltakene i planteproduksjonen å tilpasse jordarbeidinga bedre til jordtype og fuktighetsforhold slik det sikres god rotutvikling og jordstruktur.

Tiltakene for utslippsreduksjoner og økt karbonlagring i planteproduksjonen omtalt her vil være godt i samsvar med tiltak for klimatilpasning og dermed positive for stabil produksjon/ matsikkerhet.

5.6 Tiltak i husdyrproduksjoner

Klimaendringer påvirker dyreproduksjonen direkte ved blant annet effekter på dyrehelse, tilvekst og produksjon. På globalt nivå omfatter dette ekstremvær som hetebølger, tørke, branner, intenst regn, flom og stormer, og indirekte gjennom økosystemendringer, nye vektor- eller vannbårne infeksjoner og gjentatte hendelser med vann- eller fôrmangel. Denne innvirkningen kan igjen gi redusert førkvalitet, samt behov for endrede omsorgsrutiner og transport av dyr.

Under norske forhold er den direkte påvirkningen på husdyrene av klimaendringene mindre dramatisk, men de samme elementene gjør seg i varierende grad gjeldende også i nordlige områder. I denne rapporten er spørsmålet om ulike tiltak for å redusere utslipp av metan fra drøvtyggere, kan ha negative konsekvenser for dyrehelse, produksjon og dyrenes evne til å utnytte f.eks. utmarksbeiter valgt som eksempel for å illustrere et rammeverk.

5.6.1 Tiltak for å tilpasse husdyrproduksjon til endret klima

Norge har generelt en god situasjon når det gjelder dyrehelse og dyrevelferd. Viktige årsaker til dette er landets geografiske plassering med klima og topografi, små og spredte enheter og liten import av levende dyr. Samarbeid mellom næring, veterinærmyndigheter og fagmiljøer er også en årsak til dette. Institusjonell kapasitet, forvaltning og regelverk spiller en viktig rolle, gjennom overvåkning, importkontroll, beredskap og bekjempelse av smittsomme dyresykdommer. Sett i lys av eksisterende trusler og drivere, er det imidlertid avgjørende å ivareta og utvikle kompetanse på nye og kjente skadegjørertrusler og bekjempelsestiltak, i tillegg til kunnskapsbasert forvaltning og utvikling av regelverk. Varsling av angrep, risikoanalyser og beredskapsplaner er svært viktig både for Norge og andre land, og særlig de landene vi importerer mat- og forvarer fra når utfordringer på plante- og dyrehelseområdet øker som følge av klimaendringer (Bardalen, et al., 2022).

Høyere temperaturer gjennom året kan gi muligheter for at husdyr kan være mer ute i vintermånedene. Dette er i utgangspunktet positivt for dyrevelferden, selv om høyere temperatur i kombinasjon med mye nedbør kan øke risiko for parasitter, tråkkskader, økt erosjon og avrenning av partikler og næringsstoffer (Bardalen, et al., 2022). Dette kan også ha effekter på utslipp fra husdyrgjødsel, fra jord og må tas hensyn ved tildeling av metanhemmere i fôret.

5.6.2 Tiltak for reduserte utslipp fra drøvtyggere

I delrapport 2 i dette prosjektet har NMBU utredet kunnskapsstatus for tiltak for reduserte utslipp fra drøvtyggere. Det er gjort betydelig forskning på tilsetningsstoffer i fôret til drøvtyggere siden 2018. Delrapporten gir oppdatert kunnskapsgrunnlag for norsk forskning samt forskningsaktivitet som pågår eller er i oppstartsfasen. Resultatene fra utenlandske forsøk med bruk av tilsetningsstoffer er ikke nødvendigvis overførbare til norske forhold. Samtidig er det en utfordring at tilsetningsstoffer ikke uten videre kan inkluderes i det nasjonale utslippsregnskapet. Dette er imidlertid til dette tiltaket det knyttes størst forventninger om reduserte utslipp av enterisk metan fra drøvtyggere.

Et tilsetningsstoff, Bovaer®, 3-NOP, har blitt testet ut siden 2014 på melkekyr, kjøttfe og sau. Stoffet har gitt konsekvente reduksjoner i metanproduksjon i alle studier, også i langtidsforsøk (flere måneder), uten åpenbare negative effekter på helse og produksjonsresultater eller miljø (Aass, Aspeholen Åby, & Lind, 2024). I forhold til formålet med denne rapporten, er dette viktige funn. Slike helhetlige analyser av potensial for uheldige bieffekter av utslippsreducerende tiltak, er en absolutt forutsetning for både å undersøke om tiltaket kan gjøre produksjon og dyr mer utsatt i et endret klima og om det vil påvirke produksjon og produktkvalitet, det vil si om det har effekter på matsikkerhet og mattrygghet.

MetanHUB er et 4-årig utviklingsprosjekt (2023-2027) finansiert over Jordbruksavtalen med et budsjett på rundt 40 millioner som ledes av TINE. I prosjektet skal det testes eksisterende kjente og nye metanhemmere under norske forhold. Dokumentasjon av ulike metanhemmere og løsninger skal linkes mot metanutslipp, fôropptak, tilvekst, melkeproduksjon, fôreffektivitet, fruktbarhet, dyrehelse og ernæringsmessig kvalitet av melk og kjøtt. Det vil bli utviklet løsninger for tildeling, standardisert og tilpasset driftsopplegg, brukerstøtte og rådgiving for norske forhold. Risikovurderinger vil løpende bli oppdatert og tatt hensyn til (Aass, Aspeholen Åby, & Lind, 2024). Denne brede tilnærmingen antas også å fange opp eventuelle negative effekter knyttet til dyrenes og produksjonssystemenes tilpasning til endret klima samt effekter på produksjon og dermed matsikkerhet.

Andre husdyrtiltak er å inkludere metanutslipp i avlsmål, tiltak knyttet til organisering av produksjonen som f.eks. alder ved kalving, sammenhenger mellom foring og slaktealder for kjøttfe mv. (Aass, Aspeholen Åby, & Lind, 2024)

Det er i denne konteksten også interessant å undersøke om det er forskjeller i metanproduksjon mellom ulike ku- og saueraser. Dersom det er slike forskjeller mellom husdyrraser, vil det dermed også være av stor interesse å benytte en rammeverkstruktur for å undersøke om disse raseforskjellene er korrelert med dyrenes evne til å tåle de endringer som følger av endret klima, som nye sykdommer, endrede beiteforhold og endret forvaltning.

5.7 Husdyrgjødseltiltak

Husdyrgjødseltiltak handler både om å redusere de direkte utslippene og de indirekte ved å redusere tap av ammoniakk og ta bedre vare på nitrogenet i gjødsla. De tiltakene som er omtalt i delrapport 1 omfatter tak på åpne gjødslager, valg av spredetidspunkt og miljøvennlig spredemetode, bedre arealmessig utnyttelse av husdyrgjødsel, biofiltrering av metan fra husdyrgjødsel, ulike tilsetninger til husdyrgjødsel på lager og produksjon av biogass (Byers, Rivedal, Budai, & Øygarden, 2024).

Det gis ikke nærmere omtale av husdyrgjødseltiltak i denne rapporten, delvis fordi det er få klimatilpasningstiltak direkte knyttet til håndtering av husdyrgjødsel. Det kan imidlertid være et moment at dersom det blir mer nedbør om høsten, så vil det være god tilpasning i enda større grad å vente med spredning til våren i starten av neste vekstsesong. Nedfelling kan også gi mindre risiko for tap ved overflateavrenning. Husdyrgjødsel til biogass gir også en biorest med andre egenskaper for spredning enn å kjøre ut med tunge bløtgjødsel i tillegg til reduserte metanutslipp fra lager.

Dette illustrerer at det er koblinger mellom tiltak som gjødselspredning, tilpasning av drift under mer krevende værforhold og risiko for skader på jord, tap av næringsstoffer og utslipp til vann og luft.

5.8 Teknologisk utvikling

Teknologisk utvikling kan bidra til mer presis og effektiv bruk av innsatsfaktorer i jordbruket. Dette innebærer generelt at det går med mindre ressurser per produsert enhet, noe som direkte eller indirekte også medfører mindre utslipp av klimagasser. Effektivisering eller økt produktivitet pr arealenhet kan også føre til redusert behov for nydyrking. Klima- og naturnytten vil i så fall være unngått arealendring, f.eks. for skog på mineraljord eller myr, samt spart energiforbruk ved kjøring til leid areal.

Klimakur 2030 påpekte at noen oppgaver kan være relativt lette å elektrifisere, f.eks. gjødsling og sprøyting. Det er mulig at kombinasjonen av autonomi, digitalisering og elektrifisering, kan drive utviklingen i retning av flere små maskiner framfor én tung traktor. Dette kan også ha synergier med å unngå jordpakking (Miljødirektoratet, 2020). Slik teknologi kan i tillegg ha positiv effekt både på utslipp fra jord og virke som tilpasningstiltak med positiv effekt på produksjon under mer krevende værforhold.

I tillegg vil effektivisering av ressursbruken, foruten å ha utslippsreduserende effekt, også ha flere andre positive effekter på bærekraftsindikatorer, blant annet for naturmiljø, arbeidsmiljø og økonomi.

5.9 Lokal produksjon av fornybar energi

5.9.1 Elektrisitet

Utbygging av bakkemonterte solkraftanlegg på jord- og skogbruksarealer for produksjon av fornybar energi kan innebære målkonflikter i forhold til både andre klimahensyn og matsikkerhet. Foreløpig har det ikke blitt bygget mange slike anlegg, og derfor er kunnskapsgrunnlaget for norske forhold begrenset. Landbruksdirektoratet har nylig publisert en rapport om konsekvenser av slike anlegg på jord- og skogbruksmark (Landbruksdirektoratet, 2024).

Rapporten peker på noen overordnede utfordringer ved bakkemonterte solkraftanlegg på jordbruksarealer og i skog. Bygging i skog kan bli en driver for avskoging og nydyrking som det ikke er jordbruksmessig behov for. Avskogingen i Norge er allerede høy. Storskala utbygging av bakkemonterte solkraftanlegg i skog kan bidra til å øke avskogingen med mellom 15 og 70 prosent frem mot 2030, avhengig av solkraftanleggets arealbeslag og hvor mange anlegg som bygges.

For utbygging på jordbruksarealer gir solcellepanelene en skyggeeffekt som gir reduserte avlinger og driftsmessige hindringer ved maskinell drift, og øker jordbrukets arealbehov (Landbruksdirektoratet, 2024). Dette er eksempel på at tiltak som primært har til hensikt å bidra til utslippsreduksjoner, samtidig fører med seg en rekke målkonflikter. Den kunnskapsmangel Landbruksdirektoratet påpeker,

viser at det er behov for et godt strukturert rammeverk for å håndtere både synergier og målkonflikter knyttet til denne type klimatiltak.

Mer ekstreme værhendelser øker risiko for avbrudd i energinettet. Lokal energiproduksjon er et tilpasningstiltak som kan forbedre lokal energisikkerhet. Lokal og autonom energisikkerhet kan i større grad bli en nødvendighet, forsterket av trusselbildet som følger av ny geopolisk situasjon. Samtidig vil elektrifisering i jordbruket kreve enormt mye elektrisitet - i fleksible energisystemer. Lokal strømproduksjon ventes derfor å bli av større betydning både av hensyn til energisikkerhet og overføringsnettets kapasitet (Statnett, 2023).

Gården må i fremtiden være forberedt på å løse mer av egne behov for energi, på egne ressurser samtidig som landbruket må bli sirkulært med korte biomasse- og næringsstoffkretsløp. Tiltak for å gjøre gården nær selvforsynt med energi eller også å bli bidragsyter til lokale energifleksibilitetsmarkeder, vil kunne bidra til både utslippsreduksjon og tilpasning (risikoreduksjon) og dermed også produksjon/matsikkerhet. Men samtidig er målkonfliktene åpenbare knyttet til avveininger om bruk av landbruksarealer til sol- og vindkraft.

5.9.2 Bioenergi – biovarme

Utbygging av biovarmeanlegg basert på ressurser fra jord- og skogbruket er et utslippsreduserende tiltak som erstatter både fossil energi og annen fornybar energi (strøm) i hovedsak til oppvarming. Bioenergi kan betraktes som et klimatilpasningstiltak dersom man ser det som ledd i å utvikle en mer robust lokal energiforsyning i et klima preget av mer og kraftigere ekstremvær, jf forrige avsnitt. Det vil dermed være synergi mellom lokal biovarmeproduksjon og behov for tilpasning til et endret klima.

Biogassproduksjon krever kunnskap, teknologi og investeringer som kan gjøre det krevende på gårdsnivå. Spredt produksjon kan gjøre det utfordrende å etablere store anlegg. Det kan samtidig være målkonflikt også her dersom transport av husdyrgjødsel og biorest øker klimagassutslipp så mye at effekten på utslippsreduksjon totalt sett blir liten. I prinsippet kan imidlertid lokal produksjon av biogass bidra til klimatilpasning ved forbedret lokal energisikkerhet.

Samtidig må de tas med i en mer helhetlig analyse av bærekraften at bioenergi, kan ha ulike effekter på bærekraft avhengig av hvilke biomasseressurser som benyttes og intensiteten i uttaket av disse. Forutsatt at ressursuttaket ikke går på bekostning av arealer eller andre ressurser for matproduksjon, er det ingen målkonflikt i forhold til matsikkerheten. Det er likevel en rekke avveininger som må gjøres for å kunne konkludere med effektene av lokal bioenergiproduksjon som utslipps- eller tilpasningstiltak. Et strukturert rammeverk vil bidra til et forbedret beslutningsgrunnlag i slike avveininger.

5.10 Kostholdsending som klimatiltak

I tillegg til de konkrete tiltakene som tar sikte på å redusere utslipp eller øke opptak av CO₂ og lagring av karbon i primærproduksjonen, er det foreslått tiltak med formål å endre kosthold og dermed konsum av enkelte matvarer. Dette bygger på forutsetninger som at endret etterspørsel vil redusere eller endre produksjonen i Norge i en retning som virker positivt på det norske klimagassregnskapet. Slike tiltak kan ha en rekke konsekvenser for både jordbruksproduksjonens volum og lokalisering, men også samfunneffekter utover jordbrukssektoren. I Klimakur 2030 (Miljødirektoratet, 2020) ble det lagt til grunn at

«når forutsetningene for utregningene i tiltaksarkene er satt, har det vært viktig å se på hvordan det kan være mulig å minimere målkonflikter, for eksempel å både ivareta matproduksjon og selvforsyningsgrad samtidig med å gi et lavere klimaavtrykk. Dette er blant annet grunnen til at det i kostholdstiltaket er lagt opp til økt norskandel i frukt, grønt og andre varer det skal spises mer av, slik at konsekvensene for jordbruket ikke blir like negative, samtidig som befolkningen går i retning av et mer klimavennlig kosthold»

Klimakur 2030 peker på at

«tematikken rundt kosthold og klima er kompleks, og informasjonen kan være ubalansert fordi den reflekterer avsenders særinteresser. Dette bidrar til bærekraftsforvirring hos forbruker. Med bærekraftsforvirring menes at forbruker er usikker på hva slags mat man skal velge ut ifra bærekraftshensyn Dette kan både skyldes manglende kunnskap, men også at ulike matvarer kan imøtekomme ulike bærekraftskriterier (miljø – klima – helse – økonomi)».

Klimakur 2030 omtaler ikke målkonflikter knytta til hvordan konsumrettede tiltak påvirker jordbrukets evne til å mestre endret klima gjennom klimatilpasning. Dermed er heller ikke synergier og målkonflikter mellom utslippstiltak, klimatilpasning og effekter på produksjon/matsikkerhet analysert i Klimakur (Miljødirektoratet, 2020). Klimakur 2030 peker imidlertid på at

«for å minimere de negative effektene av klimatiltaket innenfor viktige politiske målsettinger som matsikkerhet, spredt bosetting/landbruk i hele landet og produksjon av andre fellesgoder innen miljø med mer, er det behov for ytterligere vurderinger og analyser av hvilke mest målrettede, kompenserende virkemidler som kan settes inn».

I rapporten *Klimatiltak i Norge mot 2030* angis at de tiltak som er forutsatt å ha størst effekt, er redusert konsum av rødt kjøtt, gitt at dette også fører til redusert produksjon i Norge slik at effekten kan regnskapsføres i det norske klimagassregnskapet (Miljødirektoratet, 2023):

De største utslippsreduksjonene i jordbruket får man ved at forbrukerne endrer etterspørsel etter mat, som i neste omgang påvirker hva som blir produsert. Kostholdstiltaket reduserer utslipp ved at hva som produseres endres sammenliknet med det som er forventet i referansebanen. Matsvinntiltaket reduserer utslipp ved at vi produserer mindre, fordi vi spiser og ikke kaster maten. Omfang og sammensetning av produksjonen har betydning for hvilken utslippsinnsparing som kan oppnås som følge av tiltakene på gårdsnivå.

Miljødirektoratet viser i samme rapport (ibid) til at:

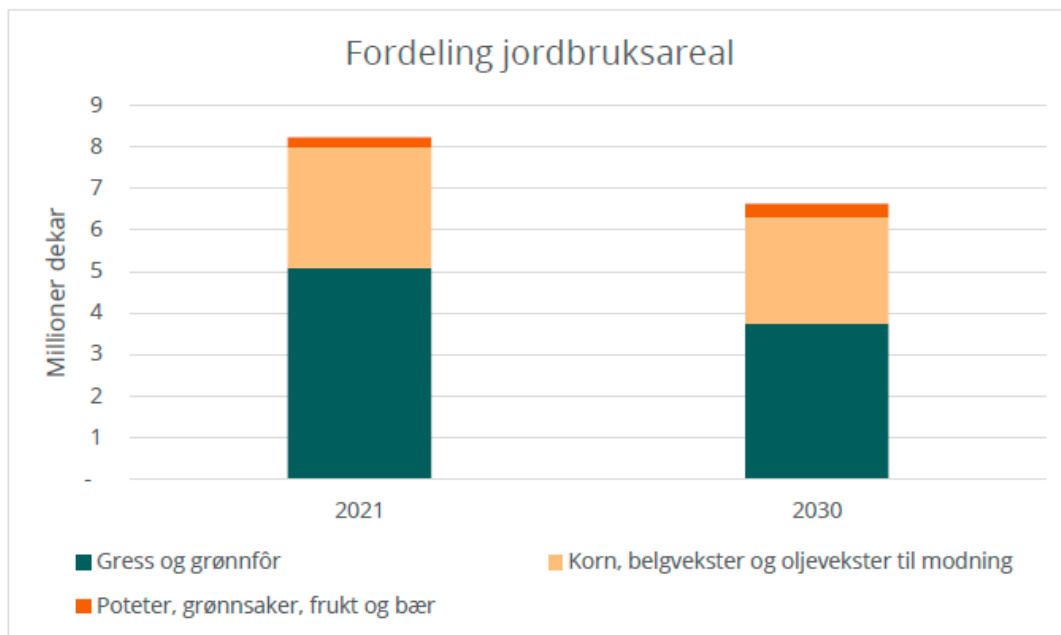
Hvordan klimaendringene vil øke risikoen for forsyningssvikt i globale verdikjeder for mat er beskrevet i en rapport NIBIO skrev på oppdrag fra Miljødirektoratet i 2022. En økning i norskandel som tiltaket legger til grunn, vil isolert sett være positivt for beredskapen og nasjonal matsikkerhet. Matplanteproduksjon er imidlertid mer sårbar for virkninger av klimaendringene som tørke, styrtregn og plantesykdommer enn fôrvekster. Selv om over halvparten av kraftfôret i dag går til drøvtyggere, vil de kunne gå over til grovfôr dersom en krisesituasjon reduserer muligheten for import av kraftfôr. I beredskaps-sammenheng kan dermed drøvtyggere bidra mer til matsikkerhet enn kylling og svin.

Effektene på arealbruken av en endret sammensetning av produksjonen er illustrert i rapporten fra Miljødirektoratet (ibid) som vist i Figur 4.1.

Gitt at det er av betydning for norsk matsikkerhet å sikre arealgrunnlaget for framtidig produksjon, og i en situasjon med sviktende global matproduksjon eller alvorlige markedsforstyrrelser, er det relevant å vurdere hvordan det såkalte «kostholdstiltaket» påvirker resiliens i den jordbruksbaserte del av det norske matsystemet.

I rapporten *Klimatiltak i Norge mot 2030* er det beregnet at tiltaket «endret kosthold» vil kunne redusere klimagassutslipp med 1,17 mill tonn CO₂ ekvivalenter i 2030 og at det samlet for perioden 2021- 2030 vil gi en sumeffekt på 4,5 millioner tonn CO₂ ekvivalenter. I rapporten er det også beregnet at tiltaket «Redusert matsvinn» kan redusere klimagassutslipp med 0,21 mil tonn i 2030 og 1, 3 millioner tonn i perioden 2021- 2030 (Miljødirektoratet, 2023).

I Klimakur 2030 ble det påpekt at endring i relativ lønnsomhet kan føre til at man legger om til korn/grønnsaker i den grad arealene kan benyttes til dette. Samtidig ble det vist til at mesteparten av det grovfôrbaserte husdyrholdet foregår i deler av landet der de klimatiske forholdene umuliggjør slik omlegging. I disse områdene vil det være sannsynlig at drifta avvikles (Miljødirektoratet, 2020).



Figur 5.2 Fordelingen av jordbruksareal i 2021 og i 2030 dersom kostholdstiltaket gjennomføres. Gress og grønnfôr omfatter fulldyrka eng, overflatedyrka eng, grønnfôr og silovekster (Miljødirektoratet, 2023).

I en rapport for Klimautvalget 2050 har Bakken & Mittenzwei vist til at et plantebasert kosthold produsert på norsk dyrkajord i teorien kan gi nok energi, protein og fett til Norges befolkning i 2050. I praksis vil forutsatte avlinger neppe la seg realisere. Men et slikt scenario illustrerer at det meste av dyrkajorda utenfor flatbygdene i Rogaland, på Østlandet og i Trøndelag ville ha gått ut av matproduksjon, og alle husdyrbruk ville naturlig nok ha vært lagt ned (Bakken & Mittenzwei, 2023).

Slike beregninger kan ha en viss teoretisk interesse, men når de ikke er knyttet til analyser av både klimarisiko og annen risiko, har de svært begrenset praktisk verdi. Nyten kan være at det på denne måten illustreres at store endringer i både hva som produseres og hvor produksjonen foregår, kan knyttes til scenariobaserte analyser av sammenhenger mellom matproduksjonens fordeling både geografisk og på matvaregrupper. Dette kan kobles mot mer helhetlige vurderinger av konsekvenser for en rekke sentrale samfunns mål, herunder effekter på matsikkerheten. Store endringer i produksjonsomfang kan også ha en rekke andre effekter i forhold til de landbrukspolitiske målene om matsikkerhet, bærekraftig landbruk og verdiskaping i hele landet. (Bakken & Mittenzwei, 2023) (Lavutslippsutvalget, 2023).

Et rammeverk for vurdering av synergier og målkonflikter mellom utslippstiltak, tilpasning for økt resiliens i norsk jordbruk, og effekter på produksjon/matsikkerhet, må fange opp behovet for å identifisere risiko for at kostholdstiltaket innebærer målkonflikter i forhold til både strukturell tilpasning til endret klima, resiliens i jordbrukssystemet og matsikkerhet på både kort og lang sikt.

I et endret klima, hvor den norske jord- og hagebruksproduksjonen blir mer utsatt for endret vær, herunder økt frekvens av ekstremvær, er det også relevant å vurdere hvordan redusert areal i drift, og endret regional fordeling av gjenværende husdyrproduksjon og hvor «ledige» arealer bare delvis erstattes av økt planteproduksjon, påvirker beredskapsfunksjoner og resiliens i norsk jordbruksproduksjon (Bardalen, et al., 2022).

I en vurdering av synergi eller målkonflikt mellom utslippstiltak, tilpasning og effekter for produksjon/matsikkerhet, er det sentralt å analysere slike sammenhenger. Denne type analyser er så godt som fraværende i dokumenter som Klimakur 2030 og rapporten fra Miljødirektoratet fra 2023 om Klimatiltak i Norge mot 2030 (Miljødirektoratet, 2020) (Miljødirektoratet, 2023).

Som et eksempel kan det vises til utredningene fra Danmark om CO₂-avgifter. Ekspertgruppens meget omfattende rapport illustrerer hvor komplekst det er å utrede samlede effekter på dansk landbruk og matvaresystem av et slikt tiltak, herunder også den betydelige overgangsrisiko tiltaket innebærer.

Ekspergruppen for Grøn skattereform i Danmark (2024):

Indførelsen af en CO₂e-avgift på landbruget kan have forskellige effekter på fødevareproduktionen i Danmark. Den animalske produktion kan opleve en nedgang, hvilket bl.a. skønnes at medføre en nedgang i både husdyr- og foderproduktion. En mulig konsekvens heraf kan være, at fødevareforsyningsikkerheden for animalske produkter i Danmark svækkes. Struktureffekter som følge af en CO₂e-avgift for animalsk produktion, i form af produktionsnedgang eller udflytning, kan også føre til en nedgang i foderproduktionen. Isoleret set vil lavere husdyrproduktion reducere den samlede kalorieproduktion i Danmark. Resultaterne viser, at en afgift skønnes at medføre et fald i den danske fødevareproduktion til menneskeligt forbrug på 2-4 pct.

Beregningerne i rapporten er behæftet med væsentlig usikkerhed, bl.a. fordi ingen andre lande har erfaringer med en tilsvarende klimaregulering af landbruget. Ekspertgruppen har derfor foretaget en række beregninger af følsomheden i de afrapporterede resultater over for ændringer i antagelserne om størrelsen af centrale parametre, hvorom der hersker usikkerhed.

6 Rammeverk og prinsipper

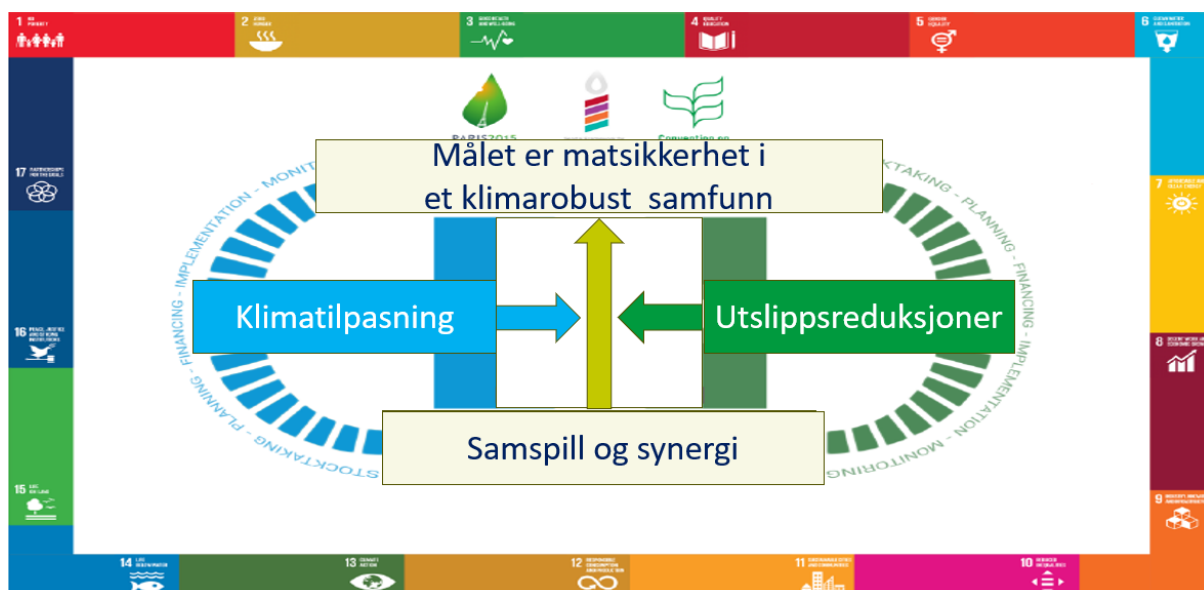
Det er få resultater fra arbeider som ser særskilt på sammenhenger mellom utslippstiltak, tilpasning og matsikkerhet under norske forhold. Begrensede litteratursøk viser heller ikke mye internasjonale litteratur spesifikt om metodikk for å undersøke slike sammenhenger. Et funn er at tiltak for utslippsreduksjoner og klimatilpasning har en tendens til å fokusere bare på det primære formålet. Få studier analyserer sekundære konsekvenser som hvordan tiltak for utslippsreduksjoner påvirker tilpasningskapasiteten eller om tilpasningstiltak kan øke utslipp.

6.1 Bærekraftsmålene – et ytre rammeverk for all politikk

Utfordringer med å sikre matsikkerhet basert på bærekraftige jordbruksystemer kan øke med tiltakende klimaendringer. Vellykkede og effektive tiltak, både for utslippsreduksjoner og klimatilpasning, er derfor avgjørende for bærekraftig utvikling, herunder også for å ivareta matsikkerheten. Klimarobust utvikling (*climate resilient pathways*) forutsetter utviklingsbaner som kombinerer tilpasning og utslippsreduksjoner, samtidig som mål om bærekraftig utvikling oppnås.

Tilpasning forbedrer evnen til å håndtere effektene av klimaendringer, og dermed moderere de negative effekter i forhold til målene om bærekraftig utvikling. Under nordiske forhold kan tilpasningstiltak i jordbruket bidra til å holde truslene fra klimaendringer på et moderat og håndterbart nivå. Virksomme tilpasningstiltak vil også bidra til at tiltak for utslippsreduksjoner blir mer gjennomførbare, siden f.eks. produksjonene i jordbruket ved vellykket, proaktiv tilpasning vil gi bedre og mer stabile avlinger. Dette vil i sin tur både bidra til mer effektiv utnyttelse av innsatsfaktorer og redusert avlingstap og matsvinn. Integrasjon av utslipp- og tilpasningstiltak kan derfor gi gjensidige fordeler og i tillegg bidra positivt til bærekraftig utvikling, men de kan også ha negative konsekvenser hvis effektene ikke er grundig og helhetlig analysert.

Disse sammenhengene trekkes frem her for å illustrere betydningen av å forstå bærekraft så helhetlig som mulig. I arbeidet med bærekraft i jordbruket bidrar rammeverk til helhet og struktur som sikrer at viktige tema i bærekraftsvurderinger ikke blir oversett, jf. illustrasjon i Figur 6.1. Et eksempel på helhetlig rammeverk er det universelle SAFA-rammeverket som er vurdert for norske forhold i en rapport fra NMBU og NIBIO i 2020 (Bardalen, Skjerve, & Fjerdingby Olsen, 2020).



Figur 6.1 The Adapted Resilience Gap Model. Gapet i modellen illustrerer systemets manglende evne eller mangel på beredskap til å mestre konsekvensene av klimaendring gjennom henholdsvis tilpasning og utslippsreduksjoner innen rammen av bærekraftsmålene. Illustrasjonen er tilpasset etter (Eickhold, 2019).

6.2 Sammenhenger mellom utslippstiltak og tilpasning

IPCC har identifisert fire typer innbyrdes sammenhenger mellom tilpasning og tiltak for utslippsreduksjon (IPCC, 2014):

- Tilpasning som har konsekvenser for utslippsreduksjoner
- Tiltak for utslippsreduksjoner som har konsekvenser for tilpasning
- Beslutninger som inkluderer trade-offs (målkonflikter) eller synergier mellom tilpasning og utslippstiltak
- Prosesser som har konsekvenser for både tilpasning og utslippsreduksjoner

Med tanke på å kunne identifisere mulige synergier og målkonflikter mellom utslippstiltak, tilpasningstiltak og matsikkerhet, er det noen effekter av tiltakene som det er særlig relevant å beskrive og analysere:

- Hva tiltaket går ut på
- Hvordan tiltaket virker, både agronomisk på produksjonen og på helheten i jordbrukssystemet
- Effekter av tiltaket på produsert volum og kvalitet
- Effekter på usikkerhet og risiko, samt eventuelt andre sammenhenger

Locatelli & al (2015) har i en gjennomgang av konsepter for sammenhenger mellom ulike klimatiltak, utforsket mulighetene og målkonflikter når man forvalter landskap for både utslippsreduksjoner og tilpasning til klimaendringer. I dette arbeidet beskrives ulike konseptualiseringer av koblingene mellom klimatilpasning og utslippstiltak:

- Det første er en konseptualisering av "felles utfall" der analyser av flere tiltak, uten klimarelaterte mål, bidrar til både tilpasning og utslippsreduksjoner.
- En annen konseptualisering viser «utslippsreduksjoner» der fokuset er på hvordan aktiviteter rettet mot bare ett klimamål – enten tilpasning eller utslippsreduksjoner – kan gi resultater for det andre målet
- En tredje konseptualisering kalt "felles mål" fremhever at å knytte sammen både tilpasnings- og utslippsreduksjoner i en klimarelatert aktivitet, kan påvirke resultatene på grunn av flere mulige interaksjoner. En slik gjennomgang kan avdekke gevinster ved å integrere tilpasning og utslippstiltak, eller alternativt at separat implementering ikke medfører risiko for mistilpasning eller trade-offs.

6.3 Eksempler fra internasjonal litteratur

Selv om fare for mistilpasning er en økende bekymring, eksisterer det relativt få rammeverk som er utviklet for å forstå og identifisere risiko og ulike former for mistilpasning. Rammeverkene som er funnet i litteratursøk er i liten grad direkte relevante for (nordiske) jordbrukssystemer.

En studie av Magnan (Magnan, 2014) undersøkte fire rammeverk som kan være til hjelp for å identifisere passende tilpasningsinitiativer ved å vurdere risiko for mistilpasning i planleggingsfasen av klimatiltak. Disse rammeverkene som er omtalt som Pathways-framework, Precautionary-framework, Assessment Framework og Feedback-framework, representerer litt ulike prinsipielle tilnæringer til rammeverkstruktur for systematisk analyse av potensielle synergier eller risiko for mistilpasning.

Ingen av disse er direkte overførbare til å dekke denne rapportens formål. Men et generelt trekk er at rammeverkene har hovedfokus på å identifisere mulige mistilpasninger ved gjennomføring av klimatiltak. Dermed fanger rammeverkene opp et bredt spekter av effekter av tiltak som kan ha uønskede effekter av både sosial, økonomisk og miljømessig karakter.

Den mer spissede utfordringen med å se på mistilpasning i spennet mellom utslippstiltak, klimatilpasning og effekter på jordbruk og matsikkerhet fanges ikke direkte opp. Likevel har disse rammeverkene en tilnærming med hovedfokus på å unngå tiltak med uheldige effekter, noe som gir en god ramme for å skissere løsninger på problemstillingene som er grunnlag for denne rapporten. Basert på gjennomgang av de ulike rammeverk som er gjennomgått, finner man støtte for å skissere løsninger på de konkrete, tematiske utfordringene denne rapporten omhandler. De 4 konseptene som er omtalt nedenfor, er tatt med fordi de illustrerer 4 ulike tilnærminger, men som likevel ikke metodisk er skarpt adskilt fra hverandre.

Assessment rammeverket (analyserammeverket) inneholder 11 praksisnære retningslinjer for å unngå mistilpasning til klimaendringer spesifikt for kystområder. Dette er utformet med tanke på bruk i lokal målestokk i utformingsfasen av en satsing på tilpasning og hvor det legges vekt på å fange opp både miljømessig, sosiokulturell og økonomisk mistilpasning.

Pathways rammeverket (stivhengighetsrammeverket) er basert på et arbeid av Barnett og O'Neill (Barnett & O'Neill, 2013) med responser på vannknapphet i Australia. Arbeidet identifiserte fem hovedtrekk ved mistilpasning, presentert i tabell, og som foreslås å kunne danne grunnlaget for fem prinsipper for evaluering av beslutninger om tilpasning, og for deretter å identifisere mistilpasning. I tabellform beskrives egenskaper ved tiltakene som innebærer mistilpasning og det anvises hvordan man fra disse kan utlede prinsipper for å unngå uheldige løsninger. Et viktig element i dette rammeverket er fokus på å unngå løsninger som bidrar til stivhengighet, derav også navnet.

Feedback rammeverket (tilbakeblikkrammeverket) er brukt for å vurdere sannsynlige risikoer for feiltilpasning gjennom strukturert læring basert på erfaringer fra gjennomførte tiltak.

Precautionary rammeverket (føre-var rammeverket) bygger på 6 prinsipper. Rammeverkets utgangspunkt er håndteringen av både klimaendringers usikkerhet og de mulige negative konsekvensene av et klimatiltak. Målet for rammeverket er å gi grunnlag for refleksjon om fare for mistilpasning. Det pekes på viktigheten av å ta hensyn til et bredt spekter av effekter av klimaendringer for å redusere faren at det introduseres tiltak som øker systemenes sårbarhet. Denne tilnærmingen forklarer hvorfor dette er omtalt som føre-var-rammeverket. Det legges stor vekt på at rammeverkets struktur skal bidra til å unngå irreversibilitet og styrke sosioøkologiske systemers fleksibilitet. Dens underliggende antakelse er at "mange strategier som vil redusere risikoen som følge av klimaendringer eller utnytte muligheter, gir mening uansett om effektene av klimaendringer oppstår eller ikke" (Scheraga & Grambsch, 1998).

Basert på gjennomgang av ulike rammeverk og metodiske tilnærminger synes en gjennomgående tilnærming å være at en rammeverkstruktur bør inneholde disse elementene:

- Helhetlig beskrivelse av hva tiltaket går ut på
- Grundig og bred analyse av tiltakets effekter
- Beskrivelse av synergier, som positiv effekt av ett tiltak på flere mål eller samspill mellom tiltak som skaper merverdi, (én pluss én blir mer enn to)
- Beskrivelse av uønskede effekter, hvorfor et tiltak fører til mistilpasning og korreksjoner som kan redusere målkonflikter og trade-offs
- Utforming av prinsipper for å utforme/justere tiltak for å unngå mistilpasning eller oppnå synergier

Denne tilnærmingen viser at det kreves helhetlige og grundige analyser for å sikre at synergier, målkonflikter og korreksjonsbehov blir identifisert når klimatiltak utformes og implementeres. Dette gjelder generelt, det vil si uavhengig av om klimatiltalet er et tiltak med formål utslippsreduksjoner, karbonopptak og lagring eller klimatilpasning. Det er en svakhet med de rammeverkene som er gjennomgått at det ikke er utviklet for å identifisere de mer overordnede, systemiske konsekvensene av mistilpasning, som f.eks. indirekte effekter på matsikkerhet.

6.4 Eksempler fra norske rapporter

Rapporten «Landbruk og klimaendringer» med vedleggsrapport omhandler muligheter for å redusere klimagassutslipp fra ulike driftsformer og produksjoner i Norge. Vedleggsrapporten beskriver også tilpasning innen ulike produksjoner og muligheter for økt karbonbinding. Tiltakene er i hovedsak beskrevet hver for seg og det er ikke gjort særskilte analyser av synergier og målkonflikter mellom tiltak for utslippsreduksjoner og klimatilpasning. Omtale av effekt på matsikkerhet er knyttet til behov for tilpasning. Effekt av utslipps tiltak på matsikkerhet er ikke vurdert spesifikt (Eid Hohle, 2016).

En NIBIO rapport fra 2019 *Synergier mellom tiltak for vannmiljø, klimatilpasning og klimagassutslipp* dokumenterer effekter av vannmiljøtiltak og synergier med andre miljøtema. Det er gjort sammenstillinger av dokumentasjon av effekter av ulike tiltak og vurdering av hvordan vannmiljøtiltakene omfatter effekter på andre klima- og miljøtiltak, samt på jordbruksproduksjon. Det er også gjort vurderinger (positive og negative) av effekt på vannkvalitet, klimagassutslipp, karbonbinding i jord, klimatilpasning og produksjon/avling. Dette er framstilt skjematisk i tabeller (Øygarden, Bechmann, Svendgård Stokke, & Starkloff, 2019).

I en NIBIO-rapport fra 2017 *Synergier av miljøtiltak i jordbruket* er det utarbeidet en tabell der positive og negative effekter av tiltak for utvalgte miljøtema er angitt, samt om det er synergier /motsetninger for andre miljøtema som er vurdert. Tabellen angir også hvilke ordninger (virkemidler) som er etablert. Det er korte tekstbeskrivelser av effekter av de ulike miljøtiltak på ulike miljøparametere, men også effekter på utslipp av klimagasser, for karbonbinding og om tiltaket har effekt for klimatilpassing. Det er også gjort vurderinger av motsetninger (trade-offs) mellom ulike tiltak, og behov for bedre målretting. Forfatterne peker videre på virkemidler og tilskuddsordninger med prioriteringer er utviklet for det enkelte miljøtema, uten spesielle vurderinger av synergier for de andre miljøtema. Opplagte synergier blir derfor ikke synliggjort og utnyttet i tilstrekkelig grad. Det er grunn til å anta at kost-nytte effekten forbedres hvis et tiltak gir effekt på flere av målområdene. (Øygarden & Bechmann, 2017).

Metodikken anvendt i disse rapportene kan være til god nytte for mer detaljerte analyser dersom kan skal operasjonalisere den metodikken som skissert i kapittel 7.

7 Forslag til oppbygging av rammeverk

Kapitlet skisserer en strukturert metodikk for systematisk vurdering av risiko for mistilpasning, muligheter for synergier og påvirkning på matsikkerheten ved gjennomføring av klimatiltak.

Klimaendringene vil framover få økende innvirkning på sosiale, økologiske og økonomiske systemer. Det er det behov for kunnskap som kan bidra til at utvikling av politikk og tiltak sikrer samspill mellom ulike klimatiltak slik at målkonflikter unngås, jf. kapittel 3.

Dette prosjektets gir ikke rom for å gå i dybden på det teoretiske grunnlaget for et fullt ut gjennomarbeidet rammeverk. Oppgaven er derfor løst ved å beskrive noen klimatiltak for både utslippsreduksjoner, karbonlagring og klimatilpasning (se kapittel 5). Basert på dette er det gjort noen vurderinger av effekter som kan gi indikasjoner på synergier eller målkonflikter mellom klimatiltak og i forhold til effekt på matsikkerhet, jf. kapittel 5.

Å presentere noen utfall av slike vurderinger i form av en matrise, gir et oversiktsbilde. Matriser kan brukes til å presentere resultater av strukturerte analyser av sammenhenger, f.eks. fra vurdering av risiko for mistilpasning eller mulighet for synergier mellom klimatiltak og påvirkning av matsikkerheten. Selv om resultatet presenteres i en enkel matrisestruktur, bør analysen baseres på et sett av (standard) spørsmål i form av en sjekkliste. En slik sjekkliste bør ha en obligatorisk. Den bør også suppleres med en dynamisk del, avhengig av hvilke tilleggsdimensjoner det er relevant å undersøke. For å sikre konsistens bør det uavhengig av type tiltak være noen spørsmål det er obligatorisk å vurdere før et klimatiltak introduseres. Slike sjekklister med spørsmål kan også være et hjelpemiddel for å korrigere uheldige påvirkninger av allerede iverksatte tiltak.

Effekter av klimatiltak oppstår ikke kun som følge av konkrete tiltak i produksjonen. Det kan også skyldes markedstiltak og regulatoriske tiltak som endrer jordbrukssystemet gjennom endret etterspørsel, påvirkning av volum og sammensetning av produksjon. Dette kan også endre lokaliseringen av viktige produksjoner i norsk jordbruk, se kapittel 5.10. Metoden som skisseres i dette kapitlet dekker også slike tiltak.

Antakelsen er at klimatilpasning og tiltak for å redusere utslipp kan, når effektene blir vurdert i sammenheng, redusere målkonflikter og bidra til synergier. En slik tilnærming er i tråd med prinsippene i Miljødirektoratets⁷ veiledning til Statlige planretningslinjer for klimatilpasning (Miljødirektoratet, 2023):

Det er behov for både å redusere klimagassutslipp, og på samme tid sørge for å tilpasse natur og samfunn et klima i endring. Klimatilpasning og tiltak for å redusere utslipp av klimagasser har til felles at de bidrar til å redusere risiko knyttet til et klima i endring. Å se de to temaene i sammenheng kan innebære å identifisere potensielle konflikter i strategier og tiltak, foreta avveininger og prioriteringer mellom utslippsreducerende tiltak og tilpasningstiltak, og identifisere vinn-vinn-tiltak.

Selv om det praktiske arbeidet med klimatilpasning kan oppleves som ganske annerledes enn kommunens arbeid med utslippsreduksjoner, kan noen spørsmål til refleksjon bidra til at utslipp og tilpasning ses i sammenheng:

- *Fører et tiltak, eller planlegging, med mål om reduksjon av klimagasser til at kommunen blir mer sårbar for klimaendringer? For eksempel fører fortetting til at byene og tettstedene blir mer kompakte og naturlig terreng bygges ned og erstattes av tette flater.*
- *Fører et klimatilpasningstiltak, eller planlegging for tilpasning, til økte utslipp? For eksempel kan fysiske klimatilpasningstiltak som medfører økt material- og energibruk, føre til økte utslipp ved etablering av tiltaket.*

⁷ [Sentrale prinsipper i arbeidet med klimatilpasning - Miljødirektoratet \(miljodirektoratet.no\)](https://www.miljodirektoratet.no/tema/klimatilpasning/sentra-prinsipper-i-arbeidet-med-klimatilpasning)

- *Fører et tiltak eller planlegging til både reduserte klimagassutslipp og bedre tilpasning til klimaendringer? Eventuelt hva må til for at tiltaket kan bidra til begge deler? Arbeid for utslippsreduksjoner og for tilpasning deler mange viktige verktøy, slik som arealplanlegging, byplanlegging og utforming av bygninger og infrastruktur.*

Arbeidet med klimatilpasning og utslippsreduksjoner skal ses i sammenheng der det er relevant, og bør prioriteres og integreres på tvers i kommunen. Dette følger av kapittel 1. Formål, andre avsnitt i statlige planretningslinjer (SPR).

Det har hittil vært arbeidet lite med slike tilnærminger for å undersøke sammenhenger mellom tiltak for klimatilpasning og utslippsreduksjoner i jordbruket. Det er heller ikke gjort grundige og systematiske analyser av hvordan klimatiltak generelt påvirker utvikling av det norske jordbruksystemets resiliens, bærekraft og dermed framtidig produksjon og forsyningsikkerhet. I lys av de statlige planretningslinjene, som rett nok i hovedsak er innrettet mot kommunene, bør det være relevant å utvikle metodikk for vurdering av synergier og målkonflikter mellom ulike klimatiltak også i landbrukssektoren.

7.1 Rammeverk for å vurdere et enkelttiltak

Generelt må det forutsettes at alle klimatiltak for landbruket, blir vurdert med tanke på konsekvenser for de overordnede landbrukspolitiske målsettingene. Klimatiltak som introduseres i norsk jordbruk, kan ha både positive og negative konsekvenser for oppnåelse av de overordnede landbrukspolitiske målene. Rammeverket må derfor kunne anvendes for å gi svar på effekt av et klimatiltak, enten det er utslippstiltak eller tilpasningstiltak for:

1. Matsikkerhet og beredskap
2. Landbruk over hele landet
3. Økt verdiskaping
4. Bærekraftig landbruk med lavere utslipp av klimagasser

En slik tilnærming vil bidra til en overordnet og helhetlig vurdering. Et rammeverk som tar utgangspunkt i en sjekkliste med spørsmål som kan avklare ulike klimatiltakes effekt på disse målene, ville absolutt være relevant. Å knytte sjekklisten mot de overordnede landbrukspolitiske målene er imidlertid mindre egnet når formålet er å se spesifikt etter synergier og målkonflikter innbyrdes mellom klimatiltakes effekter for henholdsvis utslippsreduksjoner, karbonlagring, klimatilpasning og matsikkerhet.

Systematikken som Miljødirektoratet har lagt til grunn i veilederen til statlige planretningslinjer for klimatilpasning, fremstår som en god tilnærming. Den leder fram til at følgende grunnleggende spørsmål bør bli vurdert før et klimatiltak iverksettes, og derfor bør inngå i en sjekkliste:

- Kan et tiltak for utslippsreduksjoner hemme eller fremme klimatilpasningen?
- Kan et tiltak for klimatilpasning begrense eller fremme muligheten for å oppnå utslippsreduksjoner?
- Kan et klimatiltak generelt (uansett formål) svekke eller forbedre matproduksjon og matsikkerheten, enten på kort eller lang sikt?

Det vil være mange faglige nyanser som må gjøres i vurderingene av det enkelte tiltaket. Som eksempel kan nevnes at fangvekster vil ha ulik effekt avhengig av om fangveksten er gras eller belgvekster.

Det vil altså være en rekke forhold som gjøre at klassifiseringen ikke har bare ett entydig svar. Når rammeverket skal anvendes i reelle analyser, vil alle slike forhold måtte omtales i tekst. Presentasjon i matriser vil dermed i all hovedsak ha sin funksjon som oppsummering og visuell presentasjon av de konklusjoner som kommer ut av de faglige analysene.

Nedenfor er det presentert forslag til sjekklister der «svarene» presenteres i matriser. Spørsmålene i sjekklisten er ikke uttømmende. Sjekklisten kan suppleres med andre tema, avhengig av hvor bred analyse som er relevant. Det kan for eksempel være aktuelt å ta inn spørsmål om effekter på avrenning til vassdrag, påvirkning på biodiversitet og andre naturverdier, påvirkning på naturfare mv.

Illustrasjonene nedenfor er presentert for konkrete klimatiltak for å illustrere hvordan rammeverket kan se ut og brukes. Det er foreslått en stikkordsmessig beskrivelse av årsak til klassifiseringen av om tiltaket har positiv, nøytral eller negativ effekt i forhold til de spørsmål som er tatt med i sjekklisten. Det er i tillegg brukt fargekoder for å illustrere vurderingen av om tiltaket har positiv, nøytral eller negativ effekt for andre formål enn tiltakets primærformål. Et tiltak som skårer grønt i flere celler, kan litt forenklet uttrykt sies å ha positiv nytteeffekt for flere formål.

Kunnskapen som må ligge til grunn for å vurdere effekter på denne måten, vil bygge på beskrivelser og analyser av tiltakenes effekter både på hovedformålet og andre hensyn. Det må gjøres faglige vurderinger av om et utslippstiltak også kan påvirke henholdsvis karbonopptak og C-lagring, produksjonens resiliens i endret klima og matsikkerheten. Spørsmålet «stabil produksjon i endret klima» dekker effekt for klimatilpasningen, herunder både å redusere fare for skade og utnytte nye muligheter i endret klima. Det vil være en viss overlapp mellom spørsmålet «stabil produksjon i endret klima» og «effekt på matsikkerhet», men dette er delt i to spørsmål fordi effekt på matsikkerhet også må vurderes med tanke på mer overordnet effekt på jordbrukets evne til å bidra til matsikkerheten i Norge. Med stabil produksjon menes effekt på den konkrete, fysiske tilpasningen til et endret klima.

Graderingen av effektene i tabellene nedenfor er ikke basert på særskilte faglige analyser, men er kun satt opp for å illustrere hvordan man kan sammenstille og illustrere resultatene. Når rammeverket skal anvendes i reelle analyser, må det gjøres grundige faglige nyanser som dokumenteres i tekst og der resultatene visualiseres i figurer/matriser.

Fargene i illustrasjonene nedenfor har slik betydning:

	Tiltaket har positiv effekt og det indikerer synergi med flere formål
	Effekten av tiltaket er ukjent eller nøytral, verken synergi eller målkonflikt
	Tiltaket har negativ effekt, innebærer målkonflikt mellom ulike formål

Tiltak: Bruk av fangvekster	Effekt av tiltaket			Årsak til klassifisering
	Positiv	Nøytral Usikker	Negativ	
Sjekklister for effekter av tiltaket				
Utslipp?				Reduserer avrenning og utslipp av N og CO ₂
Karbonopptak og lagring?				Bevarer eller øker SOC
Stabil produksjon i endret klima?				Redusert erosjon, forbedret jordhelse og struktur
Effekt på matsikkerhet?				Marginal effekt?

Figur 7.1 Eksempel på sjekklister for effekter av fangvekster, klassifiseringen av effekt er ikke basert på grundig faglig analyse, er primært satt inn for å illustrere metode.

Tiltak: Drenering	Effekt av tiltaket			Årsak til klassifisering
Sjekkliste for effekter av tiltaket	Positiv	Nøytral Usikker	Negativ	
Utslipp?				Redusert lystgass-utslipp
Karbonopptak og lagring?				Røtter og jordstruktur
Stabil produksjon i endret klima?				Robust mot både våte og tørre forhold, lavere risiko
Effekt på matsikkerhet?				Økte og stabile avlinger

Figur 7.2 Sjekkliste for effekter av drenering, klassifiseringen av effekt er ikke basert på grundig faglig analyse, er primært satt inn for å illustrere metode.

Tiltak: Metanhemmere i for til drøvtyggere	Effekter av tiltaket			Beskrivelse av effekt
Sjekkliste for effekter av tiltaket	Positiv	Nøytral Usikker	Negativ	
Utslipp?				Betydelig redusert metanproduksjon
Karbonopptak og lagring?				Systemeffekt?
Stabil produksjon i endret klima?				Ingen kjent effekt
Effekt på matsikkerhet?				Indirekte ved opprettholdt husdyrproduksjon og ressursutnyttelse

Figur 7.3 Sjekkliste for metanhemmende tilsetning i for til drøvtyggere, klassifiseringen av effekt er ikke basert på grundig faglig analyse, er primært satt inn for å illustrere metode.

Tiltak: Redusert produksjon på drøvtyggere	Effekt av tiltaket			Årsak til klassifisering
Sjekkliste for effekter av tiltaket	Positiv	Nøytral Usikker	Negativ	
Utslipp?				Isolert sett positiv, men effekt på andre mål negativ
Karbonopptak og lagring?				Mindre eng, beite, husdyrgjødsel, albedo
Stabil produksjon i endret klima?				Redusert omfang av klimarobust produksjon
Effekt på matsikkerhet?				Tapt produksjon eng/ beite

Figur 7.4 Sjekkliste for effekter av redusert drøvtyggerproduksjon, klassifiseringen av effekt er ikke basert på grundig faglig analyse, er primært satt inn for å illustrere metode.

Tiltak: Solceller - dyrket mark	Effekt av tiltaket			Årsak til klassifisering
	Positiv	Nøytral Usikker	Negativ	
Sjekkliste for effekter av tiltaket				
Utslipp?				Utslipp fra arealendring
Karbonopptak og lagring?				Mulig økt C ved overgang fra åker til beite eller eng
Stabil produksjon i endret klima?				Ingen påvirkning
Effekt på matsikkerhet?				Redusert/mindre effektiv jordbruksproduksjon

Figur 7.5 Sjekkliste for effekter av solcelleparker på dyrket mark, klassifiseringen av effekt er ikke basert på grundig faglig analyse, er primært satt inn for å illustrere metode.

7.2 Rammeverk for å sammenligne flere tiltak

Når rammeverket skal anvendes i konkrete situasjoner, vil det være den verbale beskrivelsen som formidler resultatet av de faglige analysene, inkludert alle faglige nyanser og usikkerheter. Fargekodene i tabellene vil bli satt basert på den beste forskningsbaserte kunnskapen om tiltakenes ulike effekter. For å illustrere hvordan dette kan gjøres, er resultatene av vurderingene i den foreslåtte sjekklista ovenfor, satt inn i en samletabell der effektene av de ulike tiltakene er sammenstilt. Illustrasjonenes formål vil fortsatt være å gi et oversiktsbilde av hvordan de ulike tiltakene slår ut og hvilke positive, nøytrale eller negative effekter de medfører for formålene inkludert i sjekklista.

Formålet med rapporten har ikke vært å gjøre analyser av hvert enkelt tiltak og effekter i form av synergier eller målkonflikter. Tabellen nedenfor må derfor kun betraktes som **en illustrasjon** av hvordan resultater av en slik analyse kan fremstilles samlet for et sett av klimatiltak og deres tverrgående effekter på andre formål. Fargene i de enkelte celler er derfor ikke basert på verken kvalitative eller kvantitative analyser av de faktiske effekter av ulike tiltak. Et slikt arbeid vil kreve mer ressurser enn prosjektet har hatt til rådighet, jf. anbefaling om videre arbeid i kapittel 8.

Svarene på spørsmålene som er foreslått for vurdering av det enkelte tiltaket ovenfor, blir grunnlaget for å sammenligne ulike tiltak. Resultatene fra analysene av de enkelte tiltakene kan sammenstilles i en samletabell, slik det er illustrert i figuren under.

Dersom et rammeverk skal bidra til å øke sannsynligheter for synergier og motvirke risiko for målkonflikter, tap og skade, bør en slik systematikk inngå som en obligatorisk del av beslutningsgrunnlaget når klimatiltak utredes og iverksettes. Det samme vil gjelde for tiltak med formål å forbedre matsikkerheten, slik at de også blir analysert med tanke på effekter på utslipp og tilpasning. Dette er også en forutsetning for å kunne vurdere om tiltakene hver for seg og samlet bidrar til å utvikle jordbruket i mer bærekraftig retning.

Tiltak	Utslipp	Karbon binding	Tilpasning Resiliens	Matsikkerhet	Synergi eller målkonflikt?
Fangvekster	Reduserer utslipp fra jord på høsten	Binder C og tar opp N/P	Reduserer næringstap og erosjon	Usikkert eller nøytralt	Ingen vesentlige målkonflikter. Synergi med produksjon, tar opp N og P
Drenering	Reduserer utslipp ved høy fuktighet	Dypere rotutvikling	Stabile avlinger og bedre driftsforhold	Økt produksjon både ved tørke og våte forhold	Ingen målkonflikter Vesentlig synergi
Metanhemmere i drøvtyggerfôr	Dokumentert positiv	Usikkert eller nøytralt	Usikkert eller nøytralt	Indirekte positiv	Bidrar til å opprettholde lokalt tilpasset produksjon
Solenergi på jordbruksmark	Økte utslipp ved arealendring	Reduserer karbon binding	Kan bedre lokal energi-sikkerhet	Reduserer produksjon	Produksjon Arealutnyttelse
Redusert produksjon av drøvtyggerkjøtt	Reduserer utslipp	Redusert karbonopptak og lagring	Reduksjon av klimarobust produksjon	Redusert produksjon på norske ressurser	Produksjon Arealbruk Beredskap

Figur 7.6 Sammenstilling av effekter av tiltak, synergier eller målkonflikter, kun for illustrasjon, ikke basert på grundig faglig analyse. Merk at utslipp inkluderer både CO₂, metan og lystgass.

7.3 Globalt og regionalt perspektiv gir ulike svar

I de fleste tilfeller vil et tilpasningstiltak også være positivt for matsikkerhet. Men dersom tilpasningstiltaket er negativt for utslippsreduksjoner blir det mer komplisert. Økte utslipp som følge av et tiltak, blir i en global sammenheng i utgangspunktet ansett å være negativt for jordbruksproduksjon og matsikkerhet, jf kapittel 4. Vurdert i en regional kontekst, vil imidlertid ikke et tilpasningstiltak som øker utslipp alltid være negative for jordbruket og dermed heller ikke for matsikkerheten verken regionalt eller globalt. Dette skyldes nytten som følger av at tiltaket bidrar til å utnytte regionale muligheter for produksjon i et endret klima. Regionalt betyr i denne sammenheng områder med betingelser for jordbruk som avviker fra hovedtrekkene globalt (f.eks. Skandinavia, Vest-Norge eller Nord-Norge).

Disse sammenhengene er illustrert skjematisk i Figur 7.7. Figuren illustrerer en prinsipiell tilnærming til sammenhengene mellom utslippstiltak, tilpasningstiltak og effekter på matproduksjon og matsikkerhet. I tillegg nyanserer illustrasjonen at det vil kunne være forskjeller som gjør det nødvendig å skille mellom regionale og globale effekter av de ulike klimatiltakene, både utslippstiltak og tilpasningstiltak, når man skal vurdere hvordan disse samlet sett påvirker matsikkerheten. Figuren inviterer dermed til refleksjon om sammenhenger mellom ulike klimatiltak og matsikkerhet vurdert i regionalt eller globalt perspektiv. Litt forenklet kan figurens budskap oppsummeres slik:

1. Tiltak som er positive for både utslipp og tilpasning er vinn-vinn for matsikkerheten.

Eksempler på slike tiltak kan være drenering, planteforedling, tiltak for økt karbonlagring i jord.

2. Tiltak som forbedrer jordbrukets klimatilpasning, men som bidrar til å opprettholde eller øke utslipp. Slike tiltak kan likevel være positive for matsikkerheten. Dette skyldes at tilpasningstiltakene øker eller gjør produksjonen regionalt mer klimarobust, selv om fravær av utslippsreduksjoner eller økte utslipp bidrar til global oppvarming som kan svekke matproduksjon i land som er mer sårbare for effekten av klimaendringer. Dette må også sees i sammenheng med Paris-avtalens prinsipp om at utslippstiltak ikke skal svekke matsikkerheten.

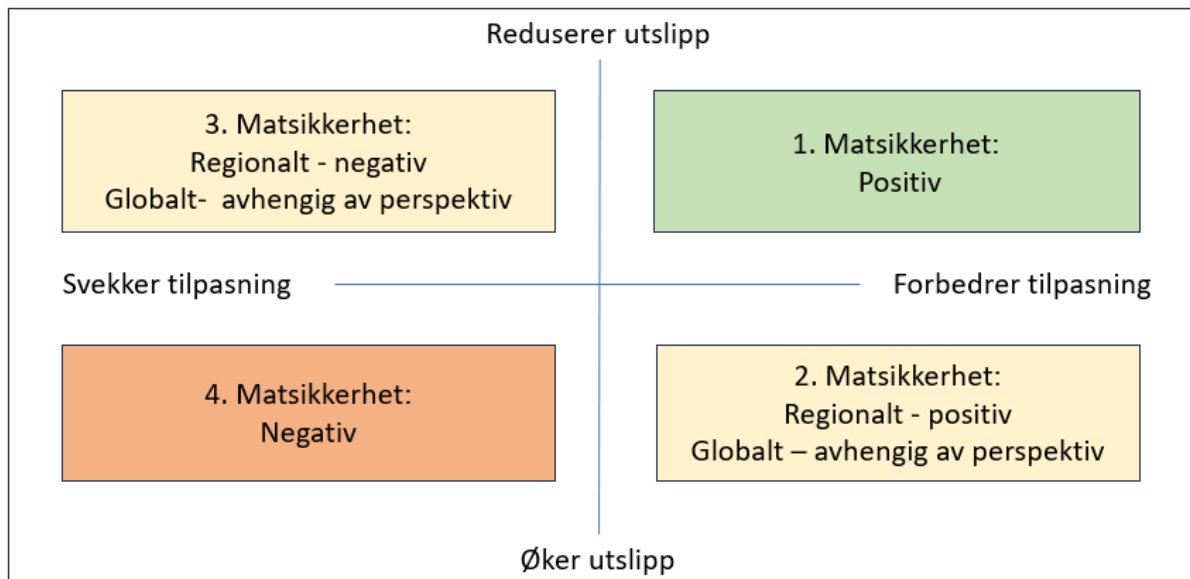
Eksempler på slike tiltak kan være å utnytte muligheter for økt, endret og mer klimarobust produksjon plante- og husdyrproduksjon i nordlige områder. Regionalt kan konsekvensen av dette kan være at utslipp av CO₂ fra jordbruksarealer eller enterisk metan fra drøvtyggere øker, eller at produksjonen foregår mer spredt slik at utslipp knyttet til energibruk øker lokalt.

3. Tiltak som er bidrar til å stabilisere eller redusere utslipp, men som gjør den regionale produksjonen mindre klimarobust. Tiltak som svekker regional produksjon, er negativt for regional selvforsyning og matsikkerhet. Dette gjør regionen mer avhengig av forsyninger av mat fra andre deler av landet eller verden. Utslippsreduksjonen som følger av tiltaket, vil være et bidrag til å begrense global oppvarming, forutsatt at den maten som erstatter bortfall av regional produksjon har lavere utslipp. Dette er gunstig for matproduksjonen i de deler av verden hvor matproduksjonen er særlig sårbar for effektene av global oppvarming. Eksemplet illustrerer utfordringen med å opprettholde og øke den globale matproduksjonen i et endret klima. Parisavtalens premisser om at klimatiltak ikke skal svekke matsikkerheten, tilsier at de regioner som i et endret klima kan opprettholde eller øke matproduksjonen, må gis rom for å utnytte sine stedsspesifikke muligheter til å videreføre eller øke klimarobuste produksjoner, selv om dette i noen tilfelle kan bety at man ikke tar ut det fulle potensial for utslippsreduksjoner som ville vært konsekvensen av et utslippstiltak med kraftig nedskalering eller opphør av produksjonen som konsekvens.

Eksempler på slike tiltak kan være kostholdstiltaket. Dette vil redusere produksjon i Norge på ressurser som ikke har annen anvendelse enn produksjon på drøvtyggere, noe som under norske forhold også er en klimarobust produksjon. Tiltakene kan i utgangspunktet, slik det er framstilt i figuren under, ha positiv effekt for matsikkerheten globalt, som følge av at reduserte utslipp begrenser global oppvarming, noe som er positivt i for matproduksjonen i sårbare områder. Men dette bildet er absolutt ikke entydig. Tiltak som reduserer produksjon i Norge, kan flytte produksjonen til land med større tilpasningsutfordringer og høyere utslipp per produsert enhet. Et tiltak som reduserer regionale utslipp, kan derfor indirekte bidra til mindre utslippseffektiv produksjon dersom produksjonen flyttes til land med andre produksjonsvilkår og tiltaket kan da, i det minste teoretisk sett, bli negativt også for både matproduksjon og utslippsreduksjoner globalt.

4. Tiltak som er negative for både utslippsreduksjoner og tilpasning er åpenbart negative for matsikkerheten. Dette kan være tiltak, som også kan ha irreversible konsekvenser, der effekten på lengre sikt kan vise seg å innebære mistilpasning. Bevisst nedprioritering av klimatilpasningstiltak kan også betraktes som strategisk mistilpasning.

Eksempler på tiltak i denne kategorien kan være etablering av solcelleparker på dyrket mark, eller på avskoget areal. Dette kan føre til økte utslipp grunnet arealbruksendring og samtidig opphør eller reduksjon av produksjon på det areal som tas i bruk til energiproduksjon. Nytt av den fornybare energien kompliserer en slik vurdering, og viser noen av rammeverkets begrensninger. Men når formålet er å vurdere effekt på matproduksjon og utslipp derfra, kan dette tiltaket komme i kategori dobbel negativt.



Figur 7.7 Figuren illustrerer en prinsipiell tilnærming til sammenhengene mellom utslippstiltak, tilpasningstiltak og effekter på matproduksjon og matsikkerhet, med nyansering mellom regionale og globale effekter. Globale effekter avhenger av perspektiv, figuren fanger ikke opp alle dimensjoner.

Resonnementene som ligger til grunn for Figur 7.7 finner altså støtte i Parisavtalen som tydelig slår fast at klimatiltak ikke skal gå på bekostning av matsikkerheten. Hensikten med å illustrere sammenhengene mellom tiltak for utslippsreduksjoner, klimatilpasning og påvirkning på matproduksjon og dermed matsikkerhet, er primært å fremheve at sammenhengene er komplekse. Det er ikke selvsagt hvilke klimatiltak som bør prioriteres når det tas hensyn til at tiltakene kan ha ulike effekter på matproduksjonen avhengig av om de vurderes i regional eller global kontekst.

Det er særlig de avveiningene som ligger i spenningene mellom situasjon (2) og (4) i figuren ovenfor som illustrerer de mest sentrale målkonfliktene. Klimaendringene vil ramme land og regioner ulikt. I lys av Paris-avtalens prinsipp om ikke å svekke matsikkerheten, er det relevant å vurdere hvordan ulike land og regioner gjennom proaktiv klimatilpasning, kan bidra til å opprettholde og øke sin produksjon, basert på egne naturgitte og klimatiske forutsetninger.

Utslippstiltak som svekker matproduksjonen i Norge med økt import som resultat, kan være negativt for både bærekraft og klima fordi det kan øke press på arealer, vann og natur samt økte utslipp i andre land. Dersom dette skjer selv om produksjon av disse volumene i Norge ville medført mindre utslipp, er et utslippstiltak med slike effekter uttrykk for mistilpasning, altså gitt at produksjon av samme volum i andre land ville føre til høyere utslipp for samme produktmengde (karbonlekkasje). Tiltak med slike effekter vil for øvrig også være i strid med de overordna målene i landbrukspolitikken, herunder mål om økt selvforsyning, forbedret matvareberedskap og verdiskaping i hele landet.

Kompleksiteten i sammenhenger mellom effekter av ulike klimatiltak, for utslippsreduksjoner og tilpasning som er kort beskrevet her, understreker betydningen av å anvende helhetlige rammeverk for å vurdere klimatiltakenes innbyrdes synergier og målkonflikter samt effekter på matproduksjon og matsikkerhet.

8 Tilråding om videre arbeid

Integrering av klimatilpasning og utslippstiltak i vurdering av bærekraftig utvikling er relativt nytt område. Flere rapporter peker på at mer forskning er nødvendig for å forbedre forståelsen av slike sammenhenger. Spesielt gjelder dette behov for bedre forståelse av synergier og målkonflikter, som grunnlag for kunnskapsbasert politikk, virkemidler og tiltak.

UNFCCC peker i et *Information paper on linkags between adaptation and mitigatioin* (UNFCCC, 2022) på behov for en dypere forståelse av synergier, inkludert nytte som ikke kan måles i økonomiske termer. De peker videre på behov for å utforme indikatorer for overvåking og evaluering og at det bør utvikles et rammeverk for å ivareta nytte gjennom bedre koblinger mellom tilpasning og utslippstiltak. Et slikt rammeverk må fange opp både positive og negative effekter av tilpasnings- og utslippstiltak. Det må også inkludere den gjensidige vekselvirkningen mellom tiltak med ulike primære formål. Det anbefales at rammeverket også legger til rette for å fange opp klimatiltakenes synergier med strategier og tiltak for bærekraftig utvikling. Men så langt er litteraturen begrenset når det gjelder koblinger mellom tiltak med ulike primærformål.

Det er likevel flere vurderinger som konkluderer med at effektive tilpasningsstrategier, kan bidra til reduserte utslipp, forbedret bærekraft og til å redusere sårbarhet/øke resiliens. Lavutslippsutvalget har f.eks. i NOU 2023:25 påpekt at ved å kombinere virkemidler, kan man oppnå synergier og håndtere målkonflikter, øke aksepten for politikken og samlet sett oppnå styringseffektive lavutslippsstrategier som samtidig tar hensyn til kostnadseffektivitet, fordelingseffekter, og er politisk mulig å gjennomføre (Lavutslippsutvalget, 2023). Den samfunnsmessige nytten ved å styrke kunnskapsgrunnlaget for å oppnå dette oppsummeres slik:

- Det haster å gjennomføre kraftfulle, virksomme tiltak for både tilpasning og utslippsreduksjoner
- Det er usikkerhet om klimaendringenes utvikling og effektene av tiltakene
- Det er usikkerhet om klimatiltakenes effekter på samfunnet i større bredde
- Det er behov for å se tiltak i sammenheng, på tvers av sektorer og tiltaksområder
- Det er behov for å forstå tiltakenes effekter i lengre tidsperspektiv

Mer forskning og case-basert erfaring er derfor nødvendig for å forbedre forståelse av synergier, målkonflikter og begrensninger knyttet til samspillseffekter mellom utslipp- og tilpasningstiltak og deres påvirkning på matsikkerheten. Det samme gjelder tiltakenes sammenheng og implikasjoner for bærekraftig utvikling, og om tiltakene også bidrar til forbedret resiliens i det norske jordbruket. Risiko for mistilpasning tilsier krav om systematikk og helhet i analyser av potensial for synergi og målkonflikter. Dette leder til følgende anbefalinger for videre arbeid med utvikling av den metodikk denne rapporten foreslår:

- Det bør utvikles metodekrav, herunder «sjekklister» som kan sikre helhetlige og systematiske tiltaksanalyser
- Vurdering av klimatiltak i jordbruket bør inkludere systemeffekter på jordbrukets grunnstruktur og matsystemets funksjonsevne
- Vurdering av klimatiltak i jordbruket bør inkludere effekt på jordbrukets evne til å produsere tilstrekkelig volum på bærekraftig måte
- Videre kunnskaps-, politikk og virkemiddelutvikling bør legge mer vekt på helhetlig forståelse av sammenhenger, synergier og målkonflikter

9 Referanser

- Adams, K., Benizie, M., Croft, S., & Sadowski, S. (2021). *Climate change, trade and global food security. A global assessment of transboundary climate risk in agricultural commodity flows*. Stockholm: Stockholm Environment Institute.
- Bakken, A. K., & Mittenzwei, K. (2023). *Produksjonspotensial i jordbruket og nasjonal sjølforsyning med mat. Utredning for Klimautvalget 2050. NIBIO RAPPORT VOL. 9 NR. 53 2023*. Ås: NIBIO.
- Bardalen, A. (2018). *Klimarisiko og norsk matproduksjon. NIBIO-rapport VOL. 4 NR. 115 2018*. Ås: NIBIO.
- Bardalen, A., Aune Lundberg, L., & Ulfeng, H. (2023). *Kunnskapsgrunnlag for norsk jordvernstrategi NIBIO RAPPORT VOL. NR. 2023*. Ås: NIBIO.
- Bardalen, A., Rivedal, S., Aune, A., O`Toole, A., Walland, F., Silvennoinen, H. M., . . . Øygarden, L. (2018). *Utslippsreduksjoner i norsk jordbruk. Kunnskapsstatus og tiltaksmuligheter*. NIBIO.
- Bardalen, A., Skjerve, T. A., & Fjerdingby Olsen, H. (2020). *Bærekraft i det norske matsystemet. Kriterier for bærekraftig produksjon*. Ås: NMBU.
- Bardalen, A., Voll Dombu, S., Rosnes, O., Pettersen, I., Mittenzwei, K., & Skulstad, A. (2022). *Klimaendring utfordrer det norske matsystemet NIBIO RAPPORT 8 (110) 2022*. NIBIO.
- Barnett, & O`Neill, S. (2013). Minimising the risk of maladaptation: a framework for analysis. DOI : 10.1002/9781118529577.ch7. *Climate Adaptation Futures*, ss. pp.87-94.
- Byers, E., Rivedal, S., Budai, A., & Øygarden, L. (2024). *Klimatiltak i husdyrproduksjon. Delrapport 2 fra prosjektet: Kunnskapsgrunnlag for utslippsreduksjoner i jordbruket – sett i sammenheng med tilpasning, klimarisiko og matsikkerhet*. NIBIO RAPPORT Vol.10 nr.37.2024. Ås:NIBIO.
- Convention on Biological Diversity. (2022). *The final text of the historic Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework*. Hentet fra UN Convention on Biological Diversity: <https://www.cbd.int/article/cop15-final-text-kunming-montreal-gbf-221222>
- Dombu, S. V., Bardalen, A., Strand, E., Henriksen, B., & Lamprinakos, L. (2021). *Norsk matsikkerhet og forsyningsevne. NIBIO Rapport Vol 7 Nr 145, 2021*. Ås: NIBIO.
- Dury, S., Bendjebbar, P., Hainzelin, Giordano, T., & Bricas, N. (2019). *Food Systems at Risk: new trends and challenges*. Rome, Montpellier, Brussels: FAO, CIRAD and European Commission.
- Eickhold, F. (2019). *A New Narrative of Resilient and Climate Smart Societies. Aligning Adaptation, Mitigation and the SDGs*. Hentet fra <https://www.adaptationcommunity.net/>: <https://www.adaptationcommunity.net/wp-content/uploads/2020/01/A-New-Narrativ-for-Resilient-and-Climate-Smart-Societies.pdf>
- Eid Hohle, E. m. (2016). *Landbruk og klimaendringer, rapport fra partssammensatt gruppe*. Oslo: Landbruks-og matdepartementet.
- Ekspergruppen for Grøn skattereform. (2024). *Grøn skattereform. Endelig afrapportering*. København: <https://skm.dk/aktuelt/publikationer/rapporter/groen-skattereform-endelig-afrapportering>.
- FAO. (2018). *State of Food Security and Nutrition of the World*. Rome: FAO.
- FAO, IFAD, UNICEF, WFP & WHO. (2022). *The State of Food Security and Nutrition in the World 2022. Repurposing food and agricultural policies to make healthy diets more affordable*. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cc0639en>.
- Gangstø Skaland, R., & al. (2019). *Tørkesommeren 2018. MET Info 14/2019*. Meteorologisk institutt.

- Hansen Bauer, I., & al. (2015). *Klima i Norge 2100. Kunnskapsgrunnlag for klimatilpasning oppdatert i 2015. NCCS report no. 2/2015*. Oslo: Norsk klimaservicesenter.
- Hohle, E. E., & al. (2016). *Landbruk og klimaendringer*. Oslo: Landbruks- og matdepartementet.
- IPCC. (2014). *Climate Change 2014 Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Geneva: IPCC.
- IPCC. (2019a). *Special Report on Climate Change and Land*. Geneva: IPCC.
- IPCC. (2019b). *Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate*. Geneva: IPCC.
- IPCC. (2021c). *AR6 Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Geneva: IPCC.
- IPCC. (2022). *IPCC WGII Sixth Assessment Report, Impacts, Adaptation and Vulnerabilities*. IPCC.
- Jordbruksverket. (2022). *Handlingsplan för klimatanpassning. Jordbruksverkets arbete med klimatanpassning. Rapport 2022:08*. Jönköping: Jordbruksverket.
- Landbruksdirektoratet. (2020). *Nasjonalt program for jordhelse*. Oslo: Landbruksdirektoratet.
- Landbruksdirektoratet. (2024). *Bakkemonterte solkraftanlegg – Konsekvenser av utbygging på jord- og skogbruksarealer*. Oslo: Landbruksdirektoratet.
- Lavutslippsutvalget. (2023). *Omstilling til lavutslipp. Veivalg for klimapolitikken mot 2050. NOU 2023: 25*.
- Locatelli, B., Pavageau, C., Pramova, E., & Di Gregorio, M. (2015, Desember). Integrating climate change mitigation and adaptation in agriculture and forestry: opportunities and trade-offs. *WIRE's Climate Change*, ss. 535-651.
- Magnan, A. (2014). Avoiding maladaptation to climate change: towards guiding principles. *Surveys and Perspectives Integrating Environment and Society* <https://journals.openedition.org/sapiens/1680>.
- Miljødirektoratet. (2020). *Klimakur 2030*. Oslo: Miljødirektoratet.
- Miljødirektoratet. (2023). *Klimatiltak i Norge mot 2030. Oppdatert kunnskapsgrunnlag om utslippsreduksjonspotensial, barrierer og mulige virkemidler. Rapport M-2539*. Miljødirektoratet.
- Miljødirektoratet. (2024, 02 10). Hentet fra <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/klima/for-myndigheter/klimatilpasning/veiledning-til-statlige-planretningslinjer-for-klimatilpasning/sentrale-prinsipper/>
- Molteberg, E. L., & Vågen, I. (2015). *Endret klima - effekter av endret klima og behov for tilpasninger. Potet og grønnsakproduksjon. Fagnotat til arbeidsgruppes rapport om landbruk og klimaendringer*. NIBIO.
- Nationella Expertrådet för klimatanpassning. (2023). *Första rapporten från Nationella expertrådet för klimatanpassning*. Stockholm: Nationella expertrådet.
- OECD; FAO. (2022). *OECD-FAO Agricultural Outlook 2022-2031*. <https://doi.org/10.1787/f1bob29c-en>. OECD/FAO.
- Partelow, S. (2023). What is a framework? Understanding their purpose, value,. *Journal of Environmental Studies and Sciences* (2023) 13:510–519 <https://doi.org/10.1007/s13412-023-00833-w> DOI: 10.1007/s13412-023-00833-w.
- Quiggin, D., Meyer, K., Hubble-Rose, L., & Froggatt, A. (2021). *Climate change risk assessment 2021. Research Paper, Environment and Society Program*. London: Chatham House.

- Regjeringen. (2021). *Meld. St. 13 (2020–2021) Klimaplan for 2021–2030*. Oslo: Regjeringen.
- Regjeringen. (2023). *Meld. St. 26 2022-2023 Klima i endring – sammen for et klimarobust samfunn*. Oslo: Regjeringen.
- Riksrevisjonen. (2022). *Dokument 3:6 (2021–2022), Riksrevisjonens undersøkelse av myndighetenes arbeid med å tilpasse infrastruktur og bebyggelse til et klima i endring*. Oslo: Riksrevisjonen.
- Riksrevisjonen. (2023). *Dokument 3:4 (2023–2024) Matsikkerhet og beredskap på landbruksområdet*. Oslo: Riksrevisjonen.
- Scheraga, J., & Grambsch, A. (1998). Risks, opportunities and adaptation to climate change. DOI : 10.3354/cr011085. *Climate Research*, ss. 85-90.
- Statnett. (2023). *Fleksibilitet som kilde til verdiskaping og forretningsutvikling*. Oslo: Statnett.
- Stortinget. (2024). *Innst. S. 177 (2023-2024) Innstilling til Stortinget frå Kontroll- og konstitusjonskomitéen*. . Oslo: Stortinget.
- Uleberg, E., & Dalmannsdottir, S. (2018). *Klimaendringenes påvirkning på landbruket i Norge innenfor ulike klimasoner*. NIBIO RAPPORT | VOL. 4 | NR. 75 | 2018 . Tromsø: NIBIO.
- UNEP. (2023). *Emissions Gap Report 2023: Broken Record – Temperatures hit new highs, yet world fails to cut emissions (again)*. Nairobi: UNEP.
- UNFCCC. (2022). *Information paper on linkages between adaptation and mitigation*. Bonn: UNFCCC.
- UNFCCC. (2022). *The Adaptation Committee Information paper on linkages between adaptation and mitigation*. Bonn: UNFCCC.
- Øygarden, L., Lillian Øygarden, A., Bakken, A. K., Bonesmo, H., Geipel, J., & Aspeholen Åby, B. (2022). *Indikatorer og metoder for dokumentasjon og tiltaksrapportering i Klimavtalen og indirekte effekt av tiltak*. NIBIO RAPPORT VOL. 8 NR. 129 2022. NIBIO.
- Øygarden, L., & Bechmann, M. (2017). *Synergier av miljøtiltak i jordbruket*. NIBIO RAPPORT VOL. 3 NR. 51 2017. Ås: NIBIO.
- Øygarden, L., Bechmann, M., Svendgård Stokke, S., & Starkloff, T. (2019). *Synergier mellom tiltak for vannmiljø, klimatilpasning og klimagassutslipp*. NIBIO RAPPORT VOL.5 NR. 55 2019. Ås: NIBIO.
- Aass, L., & Aspeholen Åby, B. (2018). *Mulige tiltak for redusjon av klimagassutslipp fra husdyrsektoren*. NMBU.
- Aass, L., Aspeholen Åby, B., & Lind, V. (2024). *Klimatiltak i husdyrproduksjon. Delrapport 2 fra prosjektet: Kunnskapsgrunnlag for utslippsreduksjoner i jordbruket – sett i sammenheng med tilpasning, klimarisiko og matsikkerhet*. ISBN 978-82-575-2153-0. Ås: NMBU.

10 Vedlegg: Begreper og definisjoner

I klimapolitikken og arbeidet med klimatiltak anvendes en rekke begreper. Det er til stor nytte å ha felles forståelse av begrepenes betydning. Derfor er det nedenfor gitt en oversikt over en rekke relevante definisjoner. Disse er hentet fra Miljødirektoratets oversikt⁸, og kan dermed betraktes som de offisielle norske definisjonene av begreper anvendt i internasjonale dokumenter og prosesser.

1,5-gradersmålet, 1.5°C goal

Målet om å holde den globale oppvarmingen godt under 2 grader og tilstrebe å begrense oppvarmingen til 1,5 grader sammenlignet med førindustriell tid (1850-1900 brukes som referanseperiode). Målet er en del av Parisavtalen som ble vedtatt av alle verdens land under klimatoppmøtet i Paris i desember 2015.

Ekstreme værhendelser, ekstremvær, Extreme weather, extremes

Forekomst av en verdi for en vær- eller klimavariabel som er over eller under en terskelverdi nær de øvre eller nedre delene av observerte verdier for variabelen. Hva som defineres som ekstremvær varierer geografisk. Når et mønster av ekstremvær vedvarer over en tidsperiode, som over en årstid, kan det klassifiseres som en ekstrem klimahendelse, spesielt hvis det gir et gjennomsnitt eller en total som i seg selv er ekstrem (f.eks. høy temperatur, tørke, kraftig nedbør over en sesong).

Energisikkerhet, energy security

Målet til et gitt land, eller til det globale samfunnet som helhet, om å opprettholde energiforsyning som er tilstrekkelig, stabil og forutsigbar. Begrepet omfatter også de tiltakene som kreves for å få det til, som teknologisk utvikling, å bygge infrastrukturen som kreves og sikre tilgang for å møte nasjonalt energibehov til konkurransedyktige og stabile priser.

Grønn infrastruktur, green infrastructure

Strategisk planlagte, sammenkoblede naturlige og konstruerte økologiske systemer, grønne områder, og annet landskap som gir fordeler som renere luft og vann, regulerer temperatur, beskytter mot flom, og beskytter kystområder, ofte med tilleggsfordeler for mennesker og biologisk mangfold. Eksempler på grønn infrastruktur er vegetasjon (plantet eller naturlig), jord, våtmark og parker, og dessuten vegetasjon inkorporert i utformingen av bygninger eller i vei- og gatemiljøer.

Indirekte utslipp, indirect emissions

Utslipp som er en konsekvens av aktivitet innen for eksempel en region eller en sektor, men der utslippene foregår utenfor grensene til regionen eller sektoren. For eksempel: Utslipp som er knyttet til produksjon av elektrisitet blir beskrevet som indirekte utslipp for strømforsyningssektoren, all den tid utslippene fysisk skjer utenfor strømforsyningssektoren.

Institusjonell kapasitet, institutional capacity

Evnen en institusjon har til å sette seg og nå sosiale og økonomiske mål gjennom kunnskap, ferdigheter, systemer og institusjoner.

Karbonfjerning, Carbon dioxide removal (CDR)

Menneskelige aktiviteter som fjerner CO₂ fra atmosfæren og lagrer det i geologiske-, jordbaserte- eller havreservoarer, eller i produkter. Det inkluderer eksisterende og potensiell menneskelig forbedring av biologisk eller geokjemisk CO₂-opptak og direkte fangst og lagring, men ekskluderer naturlig CO₂ opptak som ikke er direkte forårsaket av menneskelig aktivitet.

Karbonyklus, Carbon cycle

⁸ [Klimabegreper på norsk - Miljødirektoratet \(miljodirektoratet.no\)](https://www.miljodirektoratet.no/tema/klimabegreper)

Flyten av karbon gjennom atmosfæren, hydrosfæren, terrestrisk og marin biosfære og litosfære.

Kilde, Source

En prosess, aktivitet eller mekanisme som frigjør klimagasser eller aerosoler til atmosfæren.

Klimarisiko, Climate risk

Potensialet for alvorlige konsekvenser for menneskelige eller økologiske systemer, som anerkjenner variasjonen i verdier assosiert med slike systemer. Risiko kan oppstå fra potensiell påvirkning fra klimaendringer i tillegg til menneskelig respons til klimaendringene. Risiko medfører skadelige konsekvenser for liv, levebrød, helse og velvære, økonomi, sosiale og kulturelle eiendeler og investeringer, infrastruktur, tjenester (inkludert økosystemtjenester), økosystemer og arter.

Klimarobust utvikling, Climate resilient development

Sammenkobling av klimatilpasning og tiltak for utslippsreduksjon- og opptak for å fremme en bærekraftig utvikling for alle.

Klimastyring, Climate governance

Strukturene, prosessene og handlingene som private og offentlige aktører bruker for å redusere utslipp og tilpasse seg klimaendringene.

Klimafølsomhet, Climate sensitivity

Temperaturendringen ved bakken gitt en viss endring av konsentrasjonen av karbondioksid (CO₂) i atmosfæren.

Fysiske konsekvenser av klimaendringer, Climatic impact drivers

Fysiske klimasystemforhold (f.eks. ekstremvær) som har direkte innvirkning på menneskelige eller økologiske systemer.

Risikovurdering, Risk assessment

En samlet prosess som består av planlegging, risikoanalyse og risikoevaluering. Dette handler om å identifisere farer og uønskede hendelser, analysere og evaluere risiko, og identifisere tiltak som kan redusere risikoen (Standard Norge NS 5814)

Robusthet, Resilience

Evnen til sammenkoblede sosiale, økonomiske og økologiske systemer til å håndtere en farlig hendelse, trend eller forstyrrelser (som klimaendringer) ved å respondere eller omorganisere på måter som bevarer deres essensielle funksjon, identitet og struktur. Robusthet er en positiv egenskap når den opprettholder evnen til tilpasning, læring og omstilling.

Sammenfallende ekstremvær hendelser, Compound events

Ekstremvær som skjer på samme tid. For eksempel oversvømmelse (storm i kombinasjon med ekstrem nedbør og /eller elveoversvømmelse), eller sammenfallende værforhold som fører til brann (varmt, tørt og vind = brannvær).

Stykkevis tilpasning, Incremental adaptation

Tilpasning i form av små endringer ved et eksisterende system eller prosess som bevarer essensen som bevarer essensen ved systemer/prosessen.

Sårbarhet, Vulnerability

Tilbøyeligheten eller anlegg for å bli negativt påvirket av klimaendringene. Sårbarhet innebærer flere elementer inkludert sensitivitet eller mottakelighet for skade, og manglende kapasitet for håndtering eller tilpasning.

Tilpasning, Klimatilpasning, Adaptation

I menneskelige systemer: Prosessen med å tilpasse et system til nåværende eller forventet klima og virkninger av klimaendringer for å redusere skade og utnytte fordelaktige muligheter. I naturlige systemer: Prosessen med å tilpasse et system til nåværende eller forventet klima og virkninger av klimaendringer. Menneskelig inngripen kan legge til rette for tilpasning til forventet klima og virkningene.

Tilpasningsgrense, Adaption limit

Punktet der en aktørs mål (eller systembehov) ikke kan sikres mot utålelig risiko gjennom tilpasningstiltak.

Hard tilpasningsgrense: Punkt der ingen tilpasningstiltak finnes eller er mulige for å unngå utålelig risiko.

Myk tilpasningsgrense: Punkt der alternativer for tilpasning kan eksistere, men er foreløpig ikke tilgjengelige for å unngå utålelig risiko gjennom tilpasningstiltak.

Tilpasningsgap, Adaptation gap

Forskjellen mellom faktisk implementert tilpasning og det som faktisk kreves. Gapet oppstår gjerne på grunn av ressursbegrensninger og konkurrerende prioriteringer.

Tilleggsfordeler, Co-benefits

En positiv effekt av et tiltak på noe annet enn det tiltaket har som formål å oppnå. Med tilleggsfordeler øker den totale positive fordelene av et tiltak for samfunnet eller miljøet.

Transformativ tilpasning, Transformational adaptation

Tilpasning som endrer de fundamentale egenskapene ved et system i påvente av klimaendringer og virkningene av dem.

Utslipp fra drøvtyggere, Enteric fermentation

En naturlig del av fordøyelsen til drøvtyggere. Mikroorganismer i husdyrmagen bryter ned biomasse – en prosess som produserer metan som et biprodukt.

Utslippsreduksjon og utslippsopptak, Mitigation

Et menneskelig inngrep for å redusere utslipp eller forbedre klimagassopptak.

Klimarelatert risiko for matsikkerhet oppstår fra flere drivere som inkluderer både klimaendringer virkninger, reaksjoner på klimaendringer og andre stressfaktorer.

Bredt definert er mistilpasning når tiltak for tilpasning til klimaendringer slår tilbake og har motsatt effekt av den tiltenkte effekten – øker sårbarheten i stedet for å redusere den.

Målkonflikter oppstår når to mål ikke kan oppnås gjennom samme virkemiddel, eller at oppfyllelse av det ene målet får direkte negativ konsekvens for det andre.

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.