

Metoder til bruk i klimaanalyser

Vurderinger og anbefalinger fra
Teknisk beregningsutvalg for klima

M-2669 | 2023

M-2669 | 2023

Metoder til bruk i klimaanalyser - Vurderinger og anbefalinger fra Teknisk beregningsutvalg for klima

Utgitt av Teknisk beregningsutvalg for klima,
oppnevnt av Regjeringen 15. juni 2018

Innholdsliste

Utvalgets vurderinger og anbefalinger til utvikling av metodeapparatet	6
Vurdering av klimamål og mulige strategier	6
Status for måloppnåelse	7
Virkemiddelanalyser	8
Anbefalinger på tvers av analyseformål	10
1. Innledning	14
2. Viktige utslippskilder og sentrale virkemidler	16
2.1 Industri, petroleum og energiforsyning.....	16
2.2 Transport	19
2.3 Jordbruk	21
2.4 Skog- og arealbruk.....	23
2.5 Andre kilder	24
3. Forvaltningens behov for analyser på klimafeltet.....	25
3.1 Innledning	25
3.2 Nærmere om rapporteringskrav	25
3.3 Ulike analysebehov	26
4. Kriterier for å vurdere metodene.....	29
4.1 Treffsikkerhet.....	29
4.2 Fleksibilitet.....	29
4.3 Transparens	29
4.4 Usikkerhet	30
4.5 Ressursbruk og forholdsmessighet	30
4.6 Tilgang og innflytelse	30
5. Oversikt over metoder som brukes i klimaanalyser for forvaltningen i Norge	31
5.1 Makroøkonomiske modeller	31
5.2 Elastisitetsmodeller.....	33
5.3 Sektormodeller	34
5.4 Tiltaksanalyser	37
5.5 Hybride tilnærminger	38
5.6 Scenarioanalyser.....	39
5.7 Økonometriske analysemedoter	39
6. Vurdering av klimamål og mulige strategier	43
6.1 Kunnskapsbaserte klimamål	43
6.2 Dagens praksis i Norge.....	43
6.3 Eksempler på praksis fra andre land	46
6.4 Vurdering av metoder.....	49
6.5 Oppsummering og anbefalinger	58

7. Status for måloppnåelse – framskrivning av utslipp og opptak	60
7.1 Innledning og bakgrunn.....	60
7.2 Framskrivning av utslipp og opptak i andre land	60
7.3 Dagens praksis i Norge	63
7.4 Vurdering av dagens metodebruk	66
7.5 Sentrale problemstillinger og drøfting.....	73
7.6 Overordnet vurdering og anbefaling(er)	77
8. Analyser av virkemidler.....	81
8.1 Prisivirkemidler	81
8.2 Klimarelevante støtteordninger	86
8.3 Direkte reguleringer (forbud, påbud og krav)	94
8.4 Informasjonsvirkemidler og dulting	96
8.5 Infrastrukturtiltak	97
8.6 Virkemidler rettet mot jordbrukssektoren	98
8.7 Virkemidler rettet mot skog- og arealbrukssektoren	100
8.8 Samspill mellom virkemidler	102
8.9 Videreutvikling av metoder for analyser av kortsiktige virkninger	103
8.10 Analyser av virkninger mot 2050.....	105
8.11 Karbonlekkasje og utslippseffekter i utlandet	105
8.12 Datagrunnlag, transparens, usikkerhet, samt tilgang og påvirkning.....	106
8.13 Overordnede vurderinger og anbefalinger	110
9. Litteraturliste	115

Til Klima- og miljødepartementet

Teknisk beregningsutvalg for klima ble oppnevnt 15. juni 2018. I 2020 ble utvalget besluttet videreført for perioden 23. juni 2020 til 23. juni 2023 med et noe justert mandat og endret sammensetning. Denne perioden ble senere forlenget til 15. desember 2023. Utvalget har som oppgave å bidra til ny kunnskap og nye metoder for tiltaks- og virkemiddelanalyser på klimaområdet. I denne rapporten gjør utvalget en samlet vurdering av metodeapparatet og kommer med anbefalinger til utvikling av metoder for å dekke forvaltningens behov for klimaanalyser.

Oslo, 15. desember 2023

Knut Einar Rosendahl
(leder)

Taran Fæhn

Steffen Kallbekken

Anne Madslie

Erik Sørensen

Mette Helene
Bjørndal

Asgeir Tomasgard

Linda Skjold Oksnes (sekretariatsleder)
Hilde Hallre Le Tissier
Kine Josefine Aurland-Bredesen
Vegard Hole Hirsch
Hjalmar Richter Kolsaker
Andreas Hedum
Sturla Knutsen (fra oktober 2022)
Marte Sollie (fra september 2023)
Håvard Grothe Lien (til juni 2023)
Robert Bjørnøy Norseng (til juni 2023)

Utvalgets vurderinger og anbefalinger til utvikling av metodeapparatet

I henhold til mandatet skal utvalget gjøre greie for hovedutfordringer ved dagens metodevalg, vurdere om dagens metoder dekker behovene for analyser på klimaområdet og peke på områder hvor det er særlig behov for kunnskapsutvikling. Videre skal utvalget gi råd om forbedringer og innspill til metodeutvikling til nytte for forvaltningen.

Forvaltningen utfører en rekke ulike klimaanalyser og trenger tilgang til et metodeapparat som er godt egnet til å gjøre slike analyser. Utvalget har vurdert metodeapparatet knyttet til tre overordnede analysebehov: i) vurdering av mål, ii) status for måloppnåelse, og iii) virkemiddelanalyser. Et fjerde viktig analyseformål er å utrede klimaeffekten av statsbudsjettet, som utvalget diskuterer i en egen temarapport. Klimaeffekten av budsjettet henger imidlertid nært sammen med andre analyseformål (særlig status for måloppnåelse). Det vil derfor være overlapp mellom denne rapporten og utvalgets rapport om klimaeffekt av statsbudsjettet (TBU klima, 2023a).

Basert på vurderingene av metodeapparatet har utvalget identifisert særlige behov for kunnskapsutvikling og kommer med anbefalinger til hvordan metodene kan utvikles for å dekke forvaltningens behov for klimaanalyser. Siden analyseformålene delvis henger sammen, og i stor grad bruker samme metodeapparat, er det formålstjenlig med samlede vurderinger og anbefalinger. I dette sammendraget gis det først en oppsummering av utvalgets vurderinger og anbefalinger som gjelder spesifikt for de tre analyseformålene. Deretter presenteres sentrale anbefalinger som gjelder på tvers av analyseformål.

Vurdering av klimamål og mulige strategier

I arbeidet med å utrede nye eller forsterkede klimamål er det for det første viktig med gode framskrivinger av utslipp og opptak, som omtalt i neste avsnitt. Utslppsframskrivingen sier noe om avstanden til nye eller forsterkede mål gitt dagens politikk. Videre er det behov for kunnskap om potensialet for utslppsreduksjoner og økt opptak, mulige virkemidler og tiltak, samt kostnader og andre konsekvenser av å nå målene. Dette er kunnskap som danner grunnlag for videre arbeid med klimaplaner og -strategier, og for hvilke virkemidler som skal utredes videre. Det har tidligere blitt benyttet en kombinasjon av makroøkonomiske analyser og tiltaksanalyser for å utrede norske klimamål.

Utvalget har drøftet ulike metoder og modellers egnethet for utredning av nasjonale og til dels sektorvise klimamål. Tiltaksanalyser gir informasjon om potensialet for utslppsreduksjoner ved mulige tiltak og kostnader ved

disse, samt en kvalitativ vurdering av barrierer og mulige virkemidler for å realisere tiltakene. Tiltaksanalysene fanger imidlertid ikke opp samspillseffekter, og egner seg ikke til å si noe om samlede samfunnsøkonomiske virkninger. Tiltak utløses via virkemidler, og de fulle kostnadene kan avhenge av hva slags virkemiddel som tas i bruk. Makroøkonomiske modeller som SNOW-NO fanger opp samspillseffekter og kan benyttes til å si noe om samlede samfunnsøkonomiske virkninger av nasjonale klimamål, men gir ikke detaljert informasjon om enkelttiltak for å redusere utslipp. Siden SNOW-NO er sentral også i arbeidet med andre klimaanalyser, vil det være en fordel om modellen videreutvikles til å ha god representasjon av flere store utslippsskilder, sentrale virkemidler og viktige atferdsresponses. Sektormodeller kan være nyttige supplementer for å få kunnskap om virkninger i sektorer som ikke er godt representert i SNOW-NO, slik som jordbruk.

Utvalget mener det bidrar til å styrke beslutningsgrunnlaget dersom tiltaksanalyser og makroøkonomiske analyser i større grad supplerer hverandre. Dersom begge tilnærminger brukes i analyse av samme klimamål, kan de også informere hverandre og bidra til utvikling av begge metodene. Det vil være nyttig om det i forbindelse med utredning av mål blir gjennomført analyser av et utvalg særlig relevante virkemidler, for eksempel med utgangspunkt i hvilke tiltak og utslippsskilder tiltaksanalysene peker spesielt på, eller at man ser hen til eksisterende kunnskap om virkemidler. For å utrede brede virkemidler eller større generelle virkemidelpakker kan SNOW-NO eller andre relevante modeller benyttes. Det vil imidlertid være svært ressurskrevende å gjennomføre analyser av mulige virkemidler for hvert enkelt tiltak i tiltaksanalysene, eller av alle aktuelle virkemidler for å nå et utslippsmål.

I analyser av sektormål kan både tiltaksanalyser og sektormodeller som Jordmod og transportmodellene være relevante, mens makroøkonomiske modeller som SNOW-NO kan gi informasjon om samspillet mellom sektormål og overordnede mål for klimapolitikken. Utvalget anbefaler at det i større grad gjøres analyser av hva som skal til for å nå sektormål og hvorvidt disse er konsistente med en kostnadseffektiv gjennomføring av klimapolitikken.

Utvalget har også identifisert noen områder hvor det er behov for kunnskapsutvikling:

- Det er i liten grad gjennomført helhetlige analyser av samlede ressursbehov i utredning av klimamål. Utvalget mener at utredninger av nye og forsterkede mål i større grad bør inkludere analyser av hvordan oppnåelse av målene påvirker etterspørselen etter knappe ressurser, slik som kraft, areal, biomasse og spesialisert arbeidskraft, på kort og lang sikt (jf. også anbefalingene

fra Klimautvalget 2050, NOU 2023: 25). Knapphet på ressurser kan føre til økte omstillingskostnader.

- Det er i liten grad gjennomført analyser av 2050-målet og hva som skal til for å nå dette. Undersøkelser viser at andre land benytter seg av scenarioanalyser i vurderinger av klimamål på lang sikt. Utvalget mener slike analyser er spesielt godt egnet der det er stor usikkerhet rundt utviklingen av teknologi, økonomi, global klimapolitikk og kostnader på lang sikt.
- Utvalget peker på at det er gjort relativt få modellanalyser av fordelings effekter av klimapolitikk i norsk sammenheng. Det gjelder både inntektsfordeling og geografisk fordeling. Det er laget en inntektsfordelingsmodul i SNOW-GLO som også kan være aktuell å bruke i SNOW-NO. Andre makromodeller som REMES kan benyttes for å studere geografisk fordeling.

Status for måloppnåelse

Et sentralt spørsmål i arbeidet med klimapolitikken er hvordan utslipp og opptak vil utvikle seg gitt at dagens vedtatte politikk videreføres, og hva som er effekten av planlagt politikk. Samlet danner framskrivning av utslipp og opptak med vedtatt og planlagt politikk grunnlag for å vurdere hvordan Norge ligger an til å nå sine klimamål.

Framskrivning med *vedtatt* politikk benyttes som referansebane i vurdering av nye og forsterkede virkemidler. Utvalget har derfor lagt vekt på at metodene og modellene skal bidra til at framskrivningen med vedtatt politikk er treffsikker og på et slikt format at den kan benyttes som referansebane inn i andre analyser. For framskrivning med *planlagt* politikk (ofte kalt effektberegning av planlagt politikk) er det lagt vekt på at metodene er fleksible, kan raskt tilpasses og er egnet til analyser av virkemidler. For å bidra til økt treffsikkerhet anbefaler utvalget at det etableres rutiner for evaluering og etterprøving av framskrivningene, både samlet og på sektornivå. Det publiseres i dag offentlig dokumentasjon av utslippsframskrivningene med vedtatt og planlagt politikk planlagt politikk, samt av resultatene. Utvalget har ikke gjort en vurdering av dokumentasjonen, men anbefaler at denne er offentlig, lett å finne og grundig. Dokumentasjonen bør inkludere en detaljert beskrivelse av metodene som brukes, forutsetningene og eventuelle ekspertvurderinger som gjøres i arbeidet med utslippsframskrivningene med vedtatt og planlagt politikk, samt av resultatene.

Ansvar for framskrivning av utslipp er i dag delt mellom Finansdepartementet og Klima- og miljødepartementet, hvor Finansdepartementet har ansvar for framskrivning av utslipp med vedtatt politikk og Klima- og miljødepartementet har ansvar for framskrivning av utslipp med planlagt politikk. Framskrivninger av utslipp og opptak i skog- og arealbrukssektoren utarbeides av Norsk Institutt for Bioøkonomi (NIBIO). Det benyttes i dag en rekke ulike modeller, metoder og informasjonskilder for å framskrive utslipp med vedtatt og planlagt politikk. SNOW-NO benyttes i framskrivningen av utslipp fra de fleste kilder og for enkelte virkemidler. I framskrivningene med vedtatt politikk benyttes i tillegg andre metoder til å framskrive

utslipp fra blant annet olje- og gassproduksjon, veitrafikk og jordbruk. I framskrivningene med planlagt politikk benyttes SNOW-NO til å framskrive effekten av endringer i avgifter, mens eksisterende utredninger i stor grad benyttes for å anslå effekten av andre virkemidler.

For å få kunnskap om hvor godt det fungerer å ta i bruk nye metoder og løsninger anbefaler utvalget en gradvis metodeutvikling med testing og evaluering underveis. Utvalget mener at det i prinsippet er en fordel om flest mulig utslippskilder og virkemidler framskrives i samme modell, for å sikre konsistens. Dette tilsier at flere utslippskilder framskrives ved bruk av SNOW-NO, og at de virkemidlene som er godt representert i SNOW-NO analyseres samlet i modellen. Samtidig må det gjøres vurderinger av treffsikkerheten til modellen sammenliknet med andre metoder som benyttes. For enkelte sektorer som jordbruk, arealbruk og petroleum, der SNOW-NO har en grov eller mangelfull representasjon av utslippskilder i dag, er det mer aktuelt å bruke sektorspesifikke metoder, av og til i kombinasjon med SNOW-NO, inntil modellen eventuelt har tilstrekkelig representasjon av sektorene. Utvalget peker spesielt på jordbruk som en sektor hvor det er hensiktsmessig å benytte andre metoder, og at Jordmod kan være et egnet alternativ. Utvalget anbefaler generelt at SNOW-NO videreutvikles for å gjøre modellen bedre egnet til både framskrivninger og andre klimarelevante analyseformål. Utvalget anbefaler også at resultatene fra SNOW-NO sammenliknes med resultater fra sektormodeller og andre metoder. Det kan også være hensiktsmessig å bruke resultater fra SNOW-NO som inndata i andre modeller/metoder og vice versa.

For å legge til rette for bruk av utslippsframskrivningen med vedtatt politikk som referansebane anbefaler utvalget at framskrivningen brytes ned på et passende detaljnivå i etterkant. Utslippsframskrivningene foreligger i dag på samme detaljningsnivå som i utslippsregnskapet (77 kilder). I arbeid med mer detaljerte analyser i departementer og etater kan det være behov for en finere inndeling av utslippskilder enn det som er i utslippsregnskapet, eller informasjon om utvikling i bestemte teknologier. Da trengs det mer detaljert informasjon fra andre kilder. Utvalget mener det er en fordel om arbeidet med mer detaljerte forutsetninger enn hva som ligger til grunn for utslippsframskrivningen systematiseres, slik at alle legger til grunn samme referansebane.

Utvalget anbefaler at man i arbeidet med framskrivning med vedtatt og planlagt politikk benytter informasjon fra de ordinære utredningene, som gjøres i forvaltningen i tråd med utredningsinstruksen, og at disse utarbeides på et format som gjør dette mulig. Informasjon fra utredninger foreligger for både vedtatte og planlagte virkemidler som inngår i framskrivningene. Utvalget anbefaler også at det innføres en rutine for hvordan overlapp mellom virkemidler håndteres når effektene ikke kan analyseres i samme modell, og at forvaltningen sørger for en organisering og kompetansebygging som gir kontinuitet i arbeidet over tid.

Framskrivningen av utslipp og opptak i skog- og arealbrukssektoren baserer seg ikke på eksplisitte anslag for framtidig økonomisk utvikling, og det er ingen direkte kobling til framskrivning av andre utslipp. Med unntak av

skog, baserer utviklingen i arealer og utslipp seg på historisk trend. Det bør etableres en kobling mellom framskriving av utslipp og opptak fra skog- og arealbruk og framskriving av andre utslipp. Som et første steg anbefaler utvalget at det gjøres en vurdering av hva som ikke fanges opp av historisk trend, og at forutsetningene i større grad er framoverskuende og i samsvar med utviklingen i økonomisk aktivitet og næringsstruktur, samt vedtatt arealpolitikk som legges til grunn i framskrivingen av utslipp fra andre sektorer.

Utvalget har også her identifisert områder hvor det er behov for kunnskapsutvikling:

- For kvotepliktig industri og skog- og arealbruk er det ikke gjennomført framskriving av utslipp med planlagt politikk, og utvalget anbefaler at det utarbeides slike framskrivinger også for disse sektorene. Av hensyn til ressursbruk anbefaler utvalget at det primært er virkemidler med forventet vesentlig klimaeffekt som inngår i framskriving av utslipp med planlagt politikk. All planlagt politikk, ikke bare klimapolitikk, bør inngå i denne vurderingen. Dette punktet henger nært sammen med klimaeffekten av statsbudsjettet, se kapittel 4.
- Det er ikke gjennomført framskrivinger til 2050. Det innebærer at framskrivingene ikke kan brukes som referansebane for analyser på lang sikt. Utvalget anbefaler at det gjennomføres scenarioanalyser for å studere hvordan ulike framtidsscenarioer kan påvirke framskrivingen av vedtatt politikk fram mot 2050 (se nærmere omtale nedenfor).
- Det er ikke gjennomført systematiske analyser av usikkerhet. Utvalget anbefaler at det som et minstekrav gjennomføres følsomhetsanalyser for å belyse de største usikkerhetsmomentene.

Utvalget peker på at det i dag kun gjennomføres framskriving med vedtatt politikk annethvert år, og at framskriving av utslipp og opptak fra skog- og arealbruk gjennomføres enda sjeldnere. I arbeidet med klimaeffekt av statsbudsjettet og i vurdering av ny og forsterket klimapolitikk er det viktig med oppdaterte referansebaner. Utvalget anbefaler derfor at det gjennomføres årlige (del) oppdateringer av utslippsframskrivingene med vedtatt politikk og at framskrivingen av utslipp og opptak fra skog- og arealbruk følger samme årshjul som resten av utslippskildene.

Virkemiddelanalyser

Klimapolitikken består av forskjellige typer virkemidler, og det er viktig for forvaltningen å forstå hvordan ulike virkemidler påvirker utslipp, kostnader og andre viktige faktorer. I forbindelse med framskriving med planlagt politikk er effekten på utslipp viktig (jf. forrige avsnitt), men i valg av virkemiddel er det behov for en bredere vurdering, hvor kostnader og andre konsekvenser også utredes. Dette er også relevant for virkemidler som ikke har et klimaformål, men som kan ha vesentlig effekt på utslipp. I henhold til utredningsinstruksen skal alle nye eller endrede statlige virkemidler utredes, og instruksen gir føringer for hvordan

utredningene skal gjennomføres. Gode utredninger krever gode metoder, samtidig som utredningsinstruksen bygger på et krav om forholdsmessighet. Utvalget viser til rapporten om klimaeffekt av statsbudsjettet (TBU klima, 2023a) for nærmere anbefalinger om utredninger og utredningsinstruksen.

Utvalget har vurdert i hvilken grad dagens metoder dekker forvaltningens behov for virkemiddelanalyser. Forvaltningen har behov for tilgang til gode og treffsikre metoder som til sammen kan analysere virkningen av ulike typer virkemidler eller pakker av virkemidler, og som dekker alle viktige utslippskilder på ulike detaljnivåer. For å vurdere hva som er en fornuftig innretning av klimapolitikken, er det behov for å kunne sammenlikne virkningen av alternative virkemidler og hvordan ulike virkemidler virker sammen.

I tråd med mandatet har utvalget først og fremst vurdert metoder som kan brukes til å beregne utslipps- og kostnadsvirkninger i Norge. I analyser av virkemidler vil det også være relevant å fange opp effekten på utslipp i utlandet, fordelingseffekter, ikke-prissatte verdier som naturmangfold, samt knappe ressurser som kraft, areal og spesialisert arbeidskraft. Dette er også i tråd med kravene i utredningsinstruksen.

Informasjon fra tiltaksanalyser kan være nyttig i virkemiddelanalyser, men en tiltaksanalyse må ikke forveksles med en virkemiddelanalyse (selve begrepet «tiltaksanalyse» kan for øvrig være kilde til misforståelser, jf. kapittel 6). Dersom beslutninger i praksis fattes kun på grunnlag av informasjon fra tiltaksanalyser, er det en fare for at beslutninger tas uten kjennskap til alle relevante samfunnsøkonomiske kostnader, for eksempel knyttet til valg av virkemiddel. Miljødirektoratet har de senere årene supplert tiltaksanalysene med en kvalitativ vurdering av barrierer som må bygges ned for at tiltakene skal realiseres og hvilke virkemidler som kan bidra til dette. Slik informasjon kan gi grunnlag for å vurdere konkrete virkemidler en ønsker å utrede videre.

Utvalgets vurdering er at for en del typer virkemidler, som prisvirkemidler, direkte reguleringer og infrastrukturtiltak, har forvaltningen tilgang til metoder som er egnet til å anslå kostnads- og utslippsvirkninger på mellomlang sikt (rundt 2030). Det kan imidlertid være behov for at forvaltningen i større grad tar i bruk andre eksisterende metoder enn de som aktivt brukes i dag. For enkelte typer virkemidler finnes det i liten grad godt egnede metoder, eller metodene kan være vanskelig å anvende. Dette gjelder særlig støtteordninger rettet mot utvikling og spredning av ny utslippsreducerende teknologi, samt informasjonsvirkemidler og dulting. For analyser av effekter på kort sikt (mindre enn fem år) har forvaltningen i liten grad egnede metoder i dag. For nærmere omtale av metoder for effekter på kort og lang sikt (2050), se omtale lenger bak.

Til analyser av sektorovergripende *prisvirkemidler*, som CO₂-avgift og kvotepris, er SNOW-NO best egnet. Det samme gjelder for enkelte andre virkemidler rettet mot større utslippskilder. Det er imidlertid behov for å vurdere det empiriske grunnlaget og forbedre representasjonen av enkelte utslippskilder, jf. nærmere omtale av SNOW-NO lenger bak. Utvalget anbefaler også at CO₂-kompensasjonsordningen for industrien modelleres i

SNOW-NO, slik det nylig er gjort for tildeling av vederlagsfrie kvoter. For enklere analyser av mindre avgiftsendringer på utslipp, blant annet i forbindelse med statsbudsjettet, benyttes også Finansdepartementets elastisitetsmodell KAJA. Siden det er gjort få norske empiriske studier av elastisiteter, har Finansdepartementet i stor grad basert seg på utenlandske studier som er vurdert som relevante for Norge. Utvalget har ikke grunnlag for å vurdere hvor representative de er for norske forhold, men anbefaler at det vurderes. Energimodeller, som for eksempel TIMES, kan gi nyttig innsikt i hvordan prisvirkemidler påvirker kraftmarkedet og bruk av ulike energiteknologier, og kan utfylle analysene som gjøres i SNOW-NO. Se også nærmere omtale av kombinert bruk av SNOW-NO og energimodeller under. Videre er det ingen metoder i bruk i dag som er egnet til å analysere prisvirkemidler som påvirker utslipp og opptak i skog- og arealbrukssektoren.

For modellbaserte utredninger av virkemidler rettet mot konkrete utslippskilder er det en fordel om utslippskilden er skilt ut i modellen. Ofte har sektormodeller mer detaljer om utslippskilder og mulige tilpasninger til virkemidler enn makromodeller, og kan fange opp virkningene mer presist. Når det gjelder virkemidler rettet mot transportsektoren, som infrastrukturtiltak, geografisk differensierte prisvirkemidler og endret kollektivtilbud (inkl. billettpriser), vurderes verktøyene og modellene som brukes i transportsektoren som best egnet. De fanger imidlertid ikke opp mulige indirekte effekter som følge av vekselvirkninger med andre deler av økonomien. Videre gjør det fragmenterte transportmodellapparatet det utfordrende å gjøre analyser av virkemidler rettet mot hele transportsektoren, ettersom valg av kjøretøy og transportaktiviteten modelleres i ulike modeller. Til analyser av utslipp og kostnader av større endringer i virkemidler rettet mot jordbrukssektoren, som for eksempel endringer i produksjonstilskudd, regulering av produksjonen eller forbruksavgift på kjøtt, er Jordmod best egnet, men det er rom for forbedringer av både tilbuds- og etterspørselssiden i modellen.

Til analyser av *direkte reguleringer*, kan tiltaksanalyser være best egnet til å anslå den direkte utslippseffekten. En del reguleringer er nettopp rettet mot smalere utslippssegment, hvor det er behov for detaljert informasjon som kan finnes i tiltaksanalyser. For analyser av direkte reguleringer av et større antall aktører eller utslippskilder, kan makromodeller og partielle modeller, eventuelt i kombinasjon med detaljert informasjon fra tiltaksanalyser, gi informasjon om hvordan effekten forplanter seg til resten av økonomien/sektoren via ulike atferdsresponses. Det forutsetter at modellen er disaggregert nok til å kunne fange opp effekten av reguleringen på en god måte. Hverken makromodellene eller transportmodellene er for eksempel særlig egnet til å analysere så spesifikke virkemidler som lavutslippskrav til kjøretøy i offentlige anbud.

Støtteordninger er et sentralt virkemiddel i klimapolitikken. Prosjektanalyser er egnet til å beregne direkte utslippseffekter av prosjekter som mottar midler. For å få kunnskap om hvorvidt støtteordningene er hensiktsmessig innrettet, mener utvalget at det i større grad bør legges til rette for eksterne evalueringer og økonomiske

studier. Det bør også gjennomføres mer transparente og grundige vurderinger av ordningenes utløsende effekt, det vil si i hvilken grad det er støtteordningene som utløser aktiviteten som støttes. Dette er særlig relevant i tilfeller der mange virkemidler virker på samme utslippskilde. Makro- og sektormodeller kan i større grad benyttes til å analysere indirekte markedseffekter for en del typer støtte. Hverken prosjektanalyser eller modellene som utvalget har vurdert kan imidlertid brukes til å analysere langsiktige utslippseffekter av støtte til utvikling og spredning av nye teknologier. Hovedformålet med flere av de klimarelevante støtteordningene er å korrigere for eksterne virkninger knyttet til særlig innovasjon, læringseffekter og nettverkseffekter. Økonometriske metoder kan brukes til å studere indikatorer på innovasjon, som utløst kapital, patenter, teknologiadopsjon osv. Teknologitvilling og -spredning er en type virkninger som er utfordrende å kvantifisere, og utvalget anbefaler ikke å prioritere utvikling av modeller med endogen teknologitvilling. Utvalget mener at det for store teknologitvillingsatsinger kan gi nyttig kunnskap å synliggjøre et mulig spenn i utslippsreduksjoner basert på ulike antakelser om for eksempel lærings- og nettverkseffekter. Det er vanskelig å isolere bidraget fra norsk støtte fra virkningen av teknologisk utvikling internasjonalt, og det bør derfor trolig suppleres med en kvalitativ vurdering av hvordan støtten kan bidra til de langsiktige utslippseffektene. Utvalget anbefaler at dette, i likhet med ordningenes utløsende effekt (se over), utredes nærmere av en ekstern instans.

Informasjonsvirkemidler og dulting kan være aktuelle i situasjoner med manglende informasjon, nåtidsskjevhet, og ulike barrierer som påvirker aktørenes tilpasning (jf. diskusjonen i Grønn skattekommisjon, NOU 2015: 15). Effekten av slike virkemidler er også utfordrende å analysere, og makro- og sektormodeller egner seg dårlig. Økonometriske metoder kan i stedet brukes, både til å avdekke behovet for slike virkemidler og til å anslå effekten av dem.

Når flere virkemidler skal analyseres sammen, enten som en pakke av virkemidler, eller for å undersøke effekter av å introdusere ytterligere virkemidler rettet mot samme utslippskilder, stiller det krav til metoder som kan fange opp samspill mellom virkemidlene. I praksis betyr det metoder som fanger opp aktørenes tilpasning til de relevante virkemidlene, slik at man kan simulere endringer i flere virkemidler samtidig. Makromodeller og sektormodeller kan være velegnet gitt at modellene inkluderer de aktuelle virkemidlene og har god representasjon av viktige utslippskilder. SNOW-NO kan blant annet brukes til å belyse samspill mellom prisvirkemidler og omsetningskrav for biodrivstoff, og mellom prisvirkemidler og enkelte støtteordninger.

Anbefalinger på tvers av analyseformål

Overordnet veivalg

Gjennomgangen i avsnittene over viser at de ulike analyseformålene delvis henger sammen og i stor grad analyseres ved hjelp av samme metodeapparat. Det er derfor behov for en overordnet vurdering som ser alle analyseformålene i sammenheng. I resten av dette sammendraget gis det først en vurdering av overordnede veivalg og deretter mer detaljerte anbefalinger om metodeapparatet som går på tvers av analyseformålene.

Et overordnet veivalg er om forvaltningen skal satse på bruk av flere metoder eller legge til rette for utvikling av ett modellsystem som kan brukes til mange formål. Gjennomgangen av metodene som brukes i eller for forvaltningen i dag viser at én metode alene ikke er egnet til å dekke alle behov. Det vil kreve betydelige ressurser å videreutvikle et modellsystem som ivaretar behovet for både overordnede og mer detaljerte analyser. Utvalget mener at forvaltningen i stedet bør satse på å legge til rette for videreutvikling av eksisterende modeller og koblinger mellom disse, inkludert å sikre bruk av felles antakelser i analyser så langt som mulig. For enkelte analyseformål kan det være behov for å utvikle nye metoder, for eksempel for å analysere virkemidler knyttet til skog og arealbruk.

Utvalget mener også at det generelt er en fordel om forvaltningen har tilgang til flere metoder. Ulike metoder har ulike styrker og svakheter, som gjør at de kan utfylle hverandre og brukes til å belyse ulike problemstillinger. For eksempel mener utvalget at det styrker beslutningsgrunnlaget om makroøkonomiske analyser suppleres med mer sektorspesifikke og partielle analyser i arbeidet med framskrivninger, virkemiddelanalyser og utredning av klimamål. Det vil gi god læring å sammenlikne resultater fra ulike metoder med samkjørte forutsetninger om referansebane og virkemiddelbruk.

Samtidig mener utvalget at det bør følges med på uttestingen av modellen GreenREFORM i Danmark (beskrevet i TBU klima, 2021), som er det nærmeste man kommer et integrert modellsystem blant de modellene utvalget har sett nærmere på. Etter hvert som modellen tas i bruk, bør det vurderes om noen løsninger i GreenREFORM kan være aktuelle i norsk kontekst. Fordelen med et integrert modellsystem er at det vil være mulig å analysere både generelle og sektorspesifikke virkemidler innenfor samme modellsystem og dermed sikre konsistens på tvers av analyser.

Videreutvikling av SNOW-NO

SNOW-NO er sentral i både utredning av klimamål, utslippsframskrivninger og ulike virkemiddelanalyser, og deler av forvaltningen har god tilgang til modellen. Utvalget anbefaler derfor at det jobbes med å videreutvikle SNOW-NO i tråd med anbefalingene i TBU klima (2021), hvor utvalget vurderte makromodeller til bruk i klimaanalyser i eller for forvaltningen. Modellen er blitt

videreutviklet siden 2021. Det er blant annet lagt inn flere substitusjonsmuligheter mellom ulike teknologier i transportsektorene. Utvalget anser at det fremdeles er behov for bedre representasjon av enkelte utslippskilder og utslippsreduksjonsmuligheter, særlig for prosessutslipp fra industrien og olje og gass. På en del områder skjer det en rask teknologiutvikling. Utvalget anbefaler at det brukes ressurser på å holde modellen oppdatert og innarbeide ny informasjon om teknologier i modellen, slik det er gjort for transportsektorene. Dette kan enten gjøres ved å modellere teknologiene konkret eller ved bruk av marginalkostnadsfunksjoner (som ble brukt i SNOWs forgjenger MSG-TECH). Slik informasjon kan hentes fra andre modeller/metoder, som for eksempel TIMES og tiltaksanalyser. Utvalget anbefaler også at modellen videreutvikles til å ha en bedre representasjon av energisektoren. Selv om kraftproduksjonen i Norge for det meste er utslippsfri (unntatt i petroleumssektoren), er elektrifisering sentralt for utslippsreduksjoner i mange sektorer. Samspill mellom kraftmarkedet og resten av økonomien er derfor sentralt, og påvirker kostnadene ved gjennomføring av klimapolitikken. Det samme gjelder kraftutveksling med andre land. Utvalget anbefaler videre at det vurderes om det er behov for å oppdatere det empiriske grunnlaget for modellen, og at man forsøker å etterprøve modellresultater. Siden det ikke er gjort systematiske følsomhetsanalyser av parameterverdiene, er det vanskelig å vurdere om de skjønsmessige antakelsene som er gjort for enkelte parameterverdier kan utgjøre store feilkilder.

Videreutvikling og bruk av andre modeller

I TBU klima (2021) vurderte utvalget ulike norske makromodeller. Selv om utvalget ser på SNOW-NO og til dels KVARTS som de mest aktuelle makromodeller for klimaanalyser i forvaltningen, har de andre modellene egenskaper som utfyller SNOW-NO og KVARTS på enkelte områder. Utvalget anbefaler derfor at forvaltningen følger med på disse modellene, og vurderer å inngå avtaler med enkelte av modellmiljøene med tanke på å få tilgang til et bredere sett med makromodeller.

Transport står for den største andelen av ikke-kvotepiktige utslipp. Utvalget anbefaler å utforske mulighetene for å bruke resultater fra transportmodellene (for eksempel transportarbeid med ulike transportformer) inn i SNOW-NO. På denne måten vil man få kunnskap om betydningen av mulige indirekte virkninger som følge av vekselvirkninger med resten av økonomien, og utnytte styrkene ved de to modellene. Dette er særlig relevant i analyser av større endringer i transportinfrastrukturen slik som i Nasjonal transportplan. Utvalget anbefaler også at transportmodellapparatet utvikles i retningen av at modellene samlet sett dekker valget mellom fossile og fossilfrie løsninger innen gods- og næringstransport.

Utvalget mener at SNOW-NO og KAJA dekker behovet for analyser av hvordan avgiftspolitikken påvirker utslipp av klimagasser. Det er derfor ikke behov for å utvikle en forenklet versjon av transportmodellene rettet mot klimaanalyser. Detaljert modellering av hva som påvirker transportvalg og geografisk inndeling er derimot en

forutsetning for analyser av transporttiltak, og er en fordel i analyser av geografisk differensierte prisvirkemidler og samspill mellom prisvirkemidler og transporttiltak.

Målene og virkemidlene i jordbrukspolitikken er sammensatte og er et eksempel på et område hvor det er behov for å vurdere samspill mellom flere virkemidler. Etter utvalgets vurdering er Jordmod best egnet til analyser av langsiktige kostnads- og utslippseffekter av større endringer i jordbrukspolitikken (som produksjonsstøtte og kjøttavgift) og handlingsrommet i tollvernet. Utvalget anbefaler derfor at forvaltningen i større grad engasjerer seg i videreutviklingen av denne modellen. Som nevnt over er det rom for forbedringer av både tilbuds- og etterspørselssiden i Jordmod, og utvalget anbefaler at modellen videreutvikles i lys av hva som er viktig for klimaanalyser. Utvalget anbefaler videre å følge med på utvikling av andre modeller for jordbruket, slik som FarmDyn, som kan supplere bruken av Jordmod.

I studier der detaljert informasjon om energisektoren står sentralt, er energimodeller som TIMES-NO særlig relevante. TIMES er en type energimodell som brukes i mange modellmiljøer, slik som IFE og NVE. NVE's versjon av TIMES er utviklet med tanke på analyser av kraftmarkedet, og ikke klimaanalyser. IFE's versjon er i større grad anvendt også for klimaanalyser. Utvalget anbefaler forvaltningen i større grad å ta i bruk energimodeller, for eksempel ved å videreutvikle TIMES-NVE slik at den egner seg bedre for klimaanalyser, eller eventuelt inngå enda tettere og mer forpliktende samarbeid med IFE om bruk av deres TIMES-modell. Utvalget anbefaler videre at det vurderes å kombinere SNOW-NO og kraft- eller energimodeller, som TIMES, i større grad enn i dag. Gitt integrasjonen mellom norsk og europeisk kraftmarked, vil det være en fordel med utvikling eller bruk av modeller som dekker andre nordiske/europeiske land.

For skog- og arealbrukssektoren er det særlig behov for økt kunnskap om hvordan ulike virkemidler påvirker arealbruken. Som et minimum bør metodeapparatet gi en bedre forståelse av sammenhengene mellom økonomisk aktivitet og endringer i arealleterspørsel. Dette er en forutsetning for å analysere økonomiske virkemidler, som for eksempel naturbruksavgift og CO₂-avgift, i denne sektoren. Utvalget anbefaler også at det følges med på og vurderes hvordan en etter hvert kan utnytte arbeid i Statistisk sentralbyrå med utvikling av arealbruksstatistikk, økosystemtjenester fra areal og mulighetene for å knytte dette opp mot nasjonalregnskapet. På sikt ville det vært nyttig med et modellapparat som fanger opp virkninger av økonomisk aktivitet på utslipp og opptak fra skog- og arealbrukssektoren, og som gjør det mulig å analysere virkningen av insentivbaserte virkemidler. Et første steg kan være å lage en enkel ettermodell til SNOW-NO. Det vil også legge til rette for å vurdere effekter av brede virkemidler med betydning for flere sektorer, for eksempel som følge av regelverk knyttet til EUs grønne giv. Utvalget anbefaler at det følges med på modell- og metodeutviklingen i andre land. For eksempel inkluderer det danske modellsystemet GreenREFORM en egen utslippsmodul for skog- og arealbruk, men denne har foreløpig ikke vært koblet til modellsystemet. Det er også planer om å videreutvikle den svenske generelle likevektsmodellen EMEC til å fange opp

utslipp og opptak fra skog- og arealbrukssektoren.

Utslipp i utlandet

Utvalget har først og fremst vurdert metoder for utslippseffekter i Norge, men anbefaler at det også utredes utslippseffekter i utlandet når disse anses å være vesentlige (jf. også anbefalingene fra Klimautvalget 2050, NOU 2023: 25). Norsk politikk kan påvirke utslipp i utlandet via handel med andre land. For enkelte typer virkemidler fins det modeller som kan brukes, slik som globale makromodeller (SNOW-GLO og GRACE-Nor), energimodeller (Balmorel, TIMES og FRISBEE) og jordbruksmodeller (Jordmod og CAPRI). Det bør vurderes om det er behov for å videreutvikle noen av disse modellene, eller utvikle nye metoder, for å kunne gjøre bedre vurderinger av utslippseffekter i utlandet. Det er også mulig å lage en ettermodell til SNOW-NO der man kobler utslippskoeffisienter til import og eksport av ulike produkter for å fange opp utslippseffekter i utlandet på en forenklet måte. Utslipp i utlandet kan også påvirkes via klimapolitikken i EU, i første rekke kvotesystemet. Her er det først og fremst behov for god kunnskap og forståelse for disse sammenhengene. Det samme gjelder for utslippseffekter av norske satsinger i utlandet, slik som regnskogsatsingen.

Analysen av kortsiktige effekter

Mens forvaltningen har god tilgang til modeller som er egnet for klimaanalyser på mellomlang sikt, fins det i liten grad egnede modeller eller metoder for analyser av kortsiktige effekter, slik som effekter av virkemidler på kort sikt, utslippsprognoser for de nærmeste årene og omstillingskostnader. KVARTS er en modell som generelt er egnet for å analysere kortsiktige effekter, men den er ikke utviklet med tanke på klimaanalyser. Etter at utvalget vurderte modellen i sin rapport om makromodeller (TBU klima, 2021), har imidlertid modellen blitt utvidet til blant annet å inkludere utslipp av klimagasser. Statistisk sentralbyrå (SSB) har, på oppdrag fra utvalget, pekt på og vurdert mulige løsninger for å gjøre SNOW-NO og KVARTS bedre egnet for kortsiktige klimaanalyser, og har kommet med anbefalinger om veien videre (Bye et al., 2023). Utvalget har ikke tatt stilling til hvilke(n) løsning(er) som bør prioriteres, men anbefaler at forvaltningen i samarbeid med SSB kommer fram til hva som er mest fornuftig vei videre, samt prioriterer ressurser til dette arbeidet.

Utvalget støtter anbefalingen i Bye et al. (2023) om en skrittvis uttesting og mener det virker fornuftig å utforske muligheter for utvikling av en priselastisitetmodell som KAJA med kortsiktige elastisiteter. Til analyser av kortsiktige virkninger av endringer i bilavgiftene, kan nybilkjøpsmodellen til TØI brukes. Samtidig vil ikke denne typen modeller fullt ut svare på forvaltningens behov, siden de ikke kan brukes til å anslå kostnadsvirkninger, inkludert eventuelle omstillingskostnader. Bye et al. (2023) drøfter flere alternative framgangsmåter for å innarbeide kortsiktige egenskaper i SNOW-NO. Den pågående utviklingen av KVARTS vil også gjøre modellen mer egnet for klimapolitiske analyser, men med mer vekt på kort- og mellomlangsigtede makrovirkninger. Det er per i dag ikke grunnlag for å beslutte hva som er beste framgangsmåte.

Etter utprøvende faser mener utvalget at det bør gjøres en evaluering før mer varige metodeløsninger kan besluttes.

Analyser på lang sikt (2050)

Sammenliknet med analyser på kort og mellomlang sikt, vil det i analyser langt fram i tid være større usikkerhet rundt forhold som utviklingen i teknologi, internasjonal økonomi, internasjonal virkemiddelbruk, befolkningsvekst og tilgang på ressurser og kostnader. Utvalget anbefaler derfor at det gjennomføres scenarioanalyser mot 2050, både for å belyse hvordan ulike framtidsscenarioer påvirker status for måloppnåelse og for å analysere ulike veier til måloppnåelse og konsekvenser av disse.

Utvalget har ikke vurdert utvikling av metoder som kan brukes til å kvantifisere virkninger av enkeltvirkemidler mot 2050. Med en slik tidshorison vil usikkerheten i anslagene kunne forventes å være stor i forhold til forventet virkning. Utvalget mener det likevel er nyttig å vurdere om virkemidler som vurderes innført er i tråd med lavutslippsmålet for 2050, for eksempel basert på Klimautvalget 2050s forslag til sjekklister (NOU 2023:25). Til større endringer av klimapolitikken kan det være nyttig å gjennomføre scenarioanalyser med modeller som er egnet til formålet.

Scenarioanalyser kan gjennomføres ved bruk av tiltaksanalyser, generelle likevektsmodeller og sektormodeller, fortrinnsvis i kombinasjon. Metodene vil trenge oppdateringer og tilpasninger for å egne seg til analyser av lav- og nullutslippsscenarioer i 2050.

Håndtering av usikkerhet

I utformingen av klimapolitikken er det viktig med kunnskap om hvordan usikkerhet i sentrale forutsetninger og modellparametere påvirker resultatene i klimaanalyser. For alle analyseformål er det en rekke metodiske valg og parametere som det vil være usikkerhet rundt. I framskrivinger og analyser av større endringer i sentrale virkemidler er det særlig behov for å vite hvor robuste resultatene er. Utvalget anbefaler derfor at det i større grad gjennomføres følsomhetsanalyser for å få økt forståelse for usikkerheten, og for å få kunnskap om hvilke faktorer som er spesielt viktige. Som nevnt over kan scenarioanalyser være særlig relevante på lang sikt (2050). Videre bør det legges større vekt på å etterprøve modellresultater, særlig kortsiktige, for å få økt kunnskap om hvor treffsikker og egnet metoden er, samt hva slags mekanismer (og mangel på mekanismer) som fører til systematiske over- eller undervurderinger av utslipp. Som nevnt over, anbefaler utvalget også å sammenlikne resultater fra tilsvarende analyser på tvers av modeller med samme dekningsområde. Det vil være særlig aktuelt å gjennomføre denne typen analyser av virkemidler hvor det er flere metoder som kan benyttes, slik som prisvirkemidler. Kunnskap om eventuelle forskjeller og årsakene til disse kan bidra til økt transparens om usikkerheten i resultatene, og kan også brukes til videreutvikling av metodene. For eksempel kan det være nyttig å sammenlikne analyser av tilsvarende avgiftsendringer i SNOW-NO, KAJA, transportmodellene og TIMES.

Det er generelt vanskelig å gjøre gode vurderinger av usikkerheten i modellanalyser, ettersom modellresultatene avhenger både av modellspekifikasjonen og tallfesting av en rekke parametere og eksogene variabler. Et supplerende alternativ kan derfor være å utføre en survey der en gruppe eksperter blir bedt om å svare hvor presist de mener en gitt modell kan anslå resultatet av et bestemt virkemiddel. Eksperter kan også bidra med empiri/ekspertkunnskap som kan forbedre modellene/metodene.

Øvrige anbefalinger

Økonometriske studier kan gi nyttig innsikt i hvordan aktørene tilpasser seg endret virkemiddelbruk og er en viktig del av datagrunnlaget for videreutvikling av modeller. Det foreligger få analyser fra Norge basert på felteksperimenter for å studere virkningen av virkemidler som er relevante for klimagassutslipp. Utvalget anbefaler at det legges bedre til rette for økonometriske studier, for eksempel ved at det tillates randomisering i virkemiddelbruken.

Resultater fra modellanalyser avhenger av kvaliteten på det empiriske grunnlaget og et sett med antakelser. Utvalget anbefaler at det undersøkes hvilke parametere som er av størst betydning for resultatene i modellene, og at det gjøres en vurdering av hvor det er størst behov for å oppdatere det empiriske grunnlaget i modellene. Utvalget mener det bør vurderes å utføre økonometriske studier av elastisiteter på norske data. Disse kan brukes til å forbedre datagrunnlaget i flere av modellene, men også til å gjøre enklere beregninger av utslippseffekter som i KAJA-modellen. Utvalget foreslår at det legges til rette for økonometriske studier i form av god og enkel tilgang til data.

Utvalget mener det er viktig at metodene som brukes er godt dokumentert og at det kommer tydelig fram hvilke forutsetninger som ligger til grunn for den enkelte analyse. Det bør utarbeides offentlig dokumentasjon av metoder, usikkerhet, forutsetninger og resultater. Utvalget anbefaler at dokumentasjonen av metodene oppdateres jevnlig. Det vil også være en fordel om metodene som benyttes i seg selv er offentlig tilgjengelige, inkludert koder og datagrunnlag. I forbindelse med høringer og diskusjoner på Stortinget er det viktig at utredningene er offentlige og tilgjengelige på beslutningstidspunktet. Det vil gi økt transparens om grunnlaget for politiske beslutninger.

Organisering av metodeutvikling og -bruk

Organisering av metodeutvikling og -bruk drøftes i utvalgets årsrapport for 2023 (TBU klima 2023b), men utvalget vil peke på enkelte forhold også her.

Utvalget merker seg at et godt beslutningsgrunnlag som dekker alle relevante elementer stiller krav til samarbeid på tvers av forvaltningen og analyser, samt deling av metoder. Samarbeid på tvers er også sentralt i andre lands arbeid med klimaanalyser. Det bidrar til kunnskap om hverandres fagområder og metoder, gjør det enklere å sikre konsistens på tvers av analyser og kan redusere samlet ressursbruk. Det er viktig med forutsigbarhet i et slikt samarbeid. Utvalget

er positiv til grep som er tatt med etatssamarbeidet. Utvalget mener det vil være en fordel med økt samarbeid i forvaltningen om videreutvikling og bruk av metoder, og om prioritering av ressurser til metodeutvikling.

Utvalget anbefaler at forvaltningen sikrer seg økt tilgang til sentrale modellverktøy, for eksempel gjennom langsiktige avtaler med relevante modellmiljøer, samt egen kompetanseoppbygging og koordinering av utviklings- og analyseoppdrag på tvers av forvaltningen. Det er også viktig å sikre at det utvikles nye modeller i ulike modellmiljøer, slik at man ikke låser seg til ett modellsystem. Utvalget anbefaler derfor at forvaltningen bidrar med støtte til forskningsprosjekter som inkluderer metodeutvikling i større grad enn i dag, for eksempel gjennom Norges forskningsråd.

Et tiltak som vil bidra til videreutvikling av metodene og gjøre analysearbeidet enklere, er deling av data og annen informasjon. Det gjelder både teknologiinformasjon fra tiltaksanalyser, ulike elastisiteter, og, i den grad deling er juridisk mulig, data som kan anvendes i modellanalyser og økonometriske studier.

Det bør også legges opp til regelmessig ekstern kvalitetssikring og evaluering av større klimaanalyser. Det gjøres i dag ekstern kvalitetssikring for investeringstiltak med forventet kostnad over 1 mrd. kroner gjennom Statens prosjektmodell, og noen virksomheter har interne retningslinjer med kvalitetssikringssystemer også for mindre tiltak. Utvalget er imidlertid ikke kjent med at klimagassutslipp er et kriterium for ekstern kvalitetssikring i dag.

1. Innledning

Gode metoder for å beregne kostnader og utslippseffekter er nødvendig for myndighetenes beslutningsgrunnlag i klimapolitikken. Stortinget har vedtatt utslippsmål for 2030 og 2050, og har ambisjoner om utslippsreduksjoner i ulike sektorer. Videre er det krav til rapportering om status for og framdrift i arbeidet med Norges klimamål, blant annet igjennom klimaloven og i samarbeidet med EU. For å ha kunnskap om utslippsutviklingen og effekten av politikk, har forvaltningen behov for metoder som dekker alle virkemidler og utslippskilder på ulikt detaljnivå.

Teknisk beregningsutvalg for klima (TBU klima) har fått i oppdrag å komme med anbefalinger til utvikling av metoder som vil styrke forvaltningens beslutningsgrunnlag på klimaområdet. Denne rapporten dekker følgende punkter i mandatet:

- foreslå metoder for å vurdere klimaeffekt og kostnader ved virkemidler på og utenom statsbudsjettet
- peke på områder med særlig behov for kunnskapsutvikling innen tiltaks- og virkemiddelanalyser
- gi råd om forbedringer i metoder for tiltaks- og virkemiddelanalyser på klimaområdet
- gjøre greie for hovedutfordringer ved dagens metodevalg og gi innspill om langsiktig metodeutvikling til nytte for forvaltningen

Utvalget har tatt utgangspunkt i forvaltningens behov for klimaanalyser, som beskrevet i kapittel 3, samt avgrensninger i mandatet. Med «klimaanalyser» mener utvalget analyser for å anslå endringer og utvikling i utslipp av klimagasser, og øvrige konsekvenser av klimapolitikken. Utvalget vurderer i denne rapporten metoder som kan brukes til tre overordnede analysebehov:

- konsekvenser av klimamål og strategier for å nå disse
- framskrivinger av utslipp med vedtatt og planlagt politikk.
- virkninger av ulike typer virkemidler og grupper av virkemidler

I tråd med mandatet vurderer utvalget metoder som kan brukes til å anslå utslippseffekter og samfunnsøkonomiske kostnader av nye eller endrede virkemidler. Utvalget kommer med forslag til forbedringer av metoder som kan brukes til analyser på mellomlang sikt, og drøfter muligheter for utvikling av metoder som kan brukes til å analysere av virkninger på kort sikt. Til analyser fram mot 2050 drøfter utvalget bruk av scenarioanalyser. Hvordan kostnadene av klimapolitikken fordeles mellom ulike aktører er også et viktig hensyn i utforming av klimapolitikken. Utvalget viser til metoder som kan brukes til analyser av fordelingsvirkninger, men gjør ingen vurdering av disse.

Ressursbeskränkninger påvirker mulighetene og kostnadene ved å nå klimamål. I tillegg til samlede kostnader, kan det derfor være behov for å belyse virkninger på etterspørselen etter knappe ressurser, som energi, areal og spesialisert arbeidskraft, eller hvordan priser, næringsstruktur og konkurransevne påvirkes av klimapolitikken. Siden overgang fra fossile til fornybare energikilder, og særlig elektrifisering, er et viktig klimatilskilt, vil utviklingen i energimarkedene ha konsekvenser for virkningene av klimapolitikken. Utvalget vurderer derfor særskilt metoder som kan brukes til å analysere samspillet mellom klimapolitikken og energisektoren. Videre drøfter utvalget mulighetene for å utvikle metoder som kan belyse hvordan den økonomiske utviklingen og politikken påvirker etterspørselen etter areal.

Enkelte problemstillinger og utslipps- og kostnadsvirkninger er utfordrende å tallfeste. Kvalitative metoder behandles ikke i denne rapporten. Utvalget vil likevel understreke at utredninger av virkemidler bør belyse alle vesentlige virkninger i tråd med utredningsinstruksen, også virkninger som er vanskelige å kvantifisere, som teknologiutvikling og konsekvenser for naturmangfold.

Utvalget har valgt å avgrense sitt arbeid til metoder som kan brukes til å analysere utslipps- og kostnadsvirkninger i Norge. Slike analyser er en viktig del av beslutningsgrunnlaget i klimapolitikken og i rapporteringen til Stortinget i henhold til klimaloven, men også i rapporteringen til FN og EU. Dersom klimapolitikken eller annen politikk forventes å medføre betydelige utslippseffekter i utlandet, mener utvalget at slike virkninger bør belyses. Utvalget viser til metoder som kan benyttes til dette formålet, men har ikke gjort en vurdering av disse.

Rapporten bygger videre på utvalgets tidligere metodevurderinger. I utvalgets første rapport fra 2019 ble Miljødirektoratets tiltaksanalyser vurdert (TBU klima, 2019). I sin andre rapport fra 2020 vurderte utvalget partielle modeller og økonometriske metoder (TBU klima, 2020). Relevante makroøkonomiske modeller ble vurdert i temarapporten «Makromodeller til bruk i klimaanalyser» fra 2021 (TBU klima, 2021). I 2022 vurderte utvalget metoder som brukes i de nasjonale utslippsframskrivingene (TBU klima, 2022).

Utvalget har også, i henhold til mandatet, jobbet med metoder for å beregne klimaeffekt av statsbudsjettet, og hvordan drift, vedlikehold og utvikling av metodeapparatet bør organiseres. Utvalgets vurderinger og anbefalinger til metoder for å beregne klimaeffekt av statsbudsjettet beskrives i en egen temarapport (TBU klima 2023a). I årsrapporten kommer utvalget med sine anbefalinger til organisering (TBU klima, 2023b). Anbefalingene til organisering henger tett sammen med anbefalingene til metodeutvikling, og er derfor delvis omtalt i denne rapporten.

Rapporten er todelt. Første del består av tre bakgrunnskapitler. Kapittel 2 gir en beskrivelse av de ulike utslippkildene og virkemidler som påvirker utslipp fra disse. I kapittel 3 beskrives forvaltningens behov for analyser på klimaområdet, mens kapittel 4 beskriver kriteriene som utvalget legger til grunn for vurderingen av metodene i rapporten. Andre del består av tre kapitler, hvor utvalget vurderer og kommer med sine anbefalinger om utvikling av metoder som kan dekke de tre analysebehovene. I kapittel 6 drøftes metoder for å utrede nye og forsterkede klimamål. I kapittel 7 vurderer utvalget metoder som kan brukes til framskriving med vedtatt og planlagt politikk, og i kapittel 8 vurderer utvalget metoder som kan benyttes for å analysere virkningen av ulike typer virkemidler.

2. Viktige utslippskilder og sentrale virkemidler

Dette kapittelet beskriver overordnet hvordan norske klimagassutslipp fordeler seg på ulike utslippskilder slik disse er definert i utslippsregnskapet som utarbeides av Statistisk sentralbyrå (SSB). Det gis en beskrivelse av hver utslippskilde og av statlige virkemidler som kan påvirke utslipp fra disse kildene. Hovedfokus er på sentrale virkemidler som brukes i klimapolitikken i dag. Kapittelet inkluderer også eksempler på typer virkemidler som ikke har utslippskutt som formål, men som kan ha betydelige konsekvenser for utslipp av klimagasser.

Figur 2.1 viser en overordnet inndeling av norske utslipp og opptak av klimagasser etter utslippskilder i 2021. Figur 2.2 viser utvikling i sektorvise utslipp av klimagasser, både historiske og framskrevne til 2030.

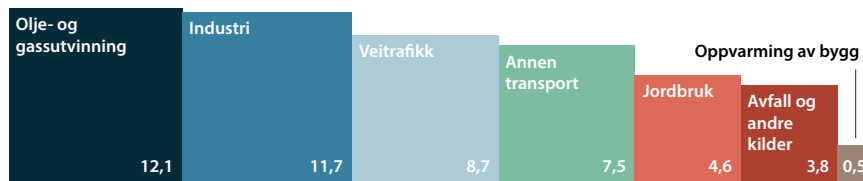
2.1 Industri, petroleum og energiforsyning

2.1.1 Beskrivelse av utslippskildene

Landbasert industri, petroleumsnæringen og energiforsyning stod for 25,6 av 48,9 millioner tonn CO₂-ekv., det vil si omtrent halvparten av norske klimagassutslipp i 2021 (SSB, 2022). Stasjonær forbrening fra petroleumsproduksjonen (primært gassturbiner offshore) og prosessutslipp fra industrien er de største utslippskildene. Næringene kjennetegnes ved at det er et fåtall større utslippspunkter som står for mesteparten av utslippene.

Norges klimagassutslipp i 2021

Millioner tonn CO₂-ekvivalenter

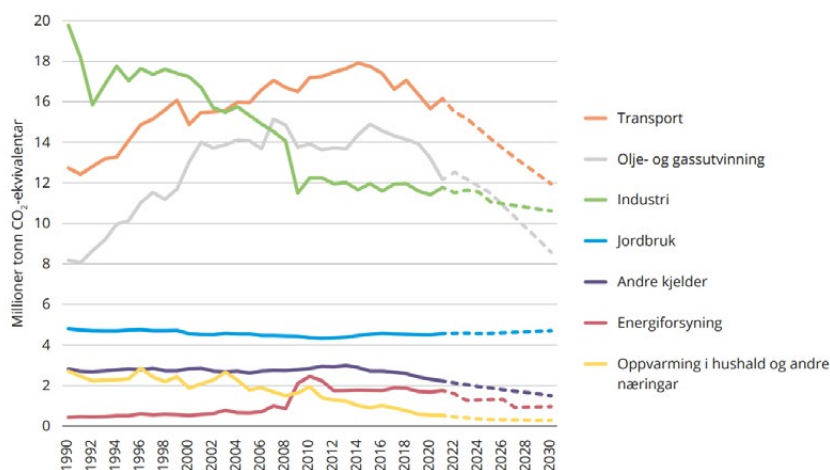


Netto opptak av klimagasser fra skog- og arealbruk i 2021

Millioner tonn CO₂-ekvivalenter



Figur 2.1. Norges klimagassutslipp og netto opptak av klimagasser fra skog og arealbruk i 2021. Kilde: Miljøstatus (2023a) og SSB (2022).



Figur 2.2. Sektorvise utslipp, historiske og framskriving til 2030. Kilde: Særskilt vedlegg til Prop.1 S (2022-2023), s.61.

Utslippene fra **industri og bergverk** var på 11,7 millioner tonn CO₂-ekv. i 2021, det vil si 24 prosent av Norges samlede klimagassutslipp. De største kildene er metallproduksjon, oljeraffinering og mineralprodukter. Av utslippene fra industri og bergverk var nesten 80 prosent prosessutslipp og resten stasjonær forbrenning i 2021 (SSB, 2022). Fra **petroleumssektoren** var utslippene i 2021 på 12,1 millioner tonn CO₂-ekv., hvorav 1,2 millioner tonn kom fra landanleggene (SSB, 2022). Siden anlegget på Melkøya var ute av drift i 2021, vil utslippene fra landanleggene normalt være høyere. Hovedandelen av utslippene er knyttet til energiproduksjon i gassutvinning og kjeler. Norsk **energiforsyning** domineres av vannkraft og utslippene fra denne sektoren er lave sammenliknet med en del andre land. Utslippene fra innenlands energiforsyning var 1,7 millioner tonn CO₂-ekv. i 2021 eller 3,5 prosent av de samlede utslippene. Rundt 1 million tonn CO₂-ekv. av disse var fra avfallsforbrenning, mens gasskraft, kullkraft og annen fjernvarmeproduksjon utgjorde resten (SSB, 2022).

2.1.2 Virkemidler

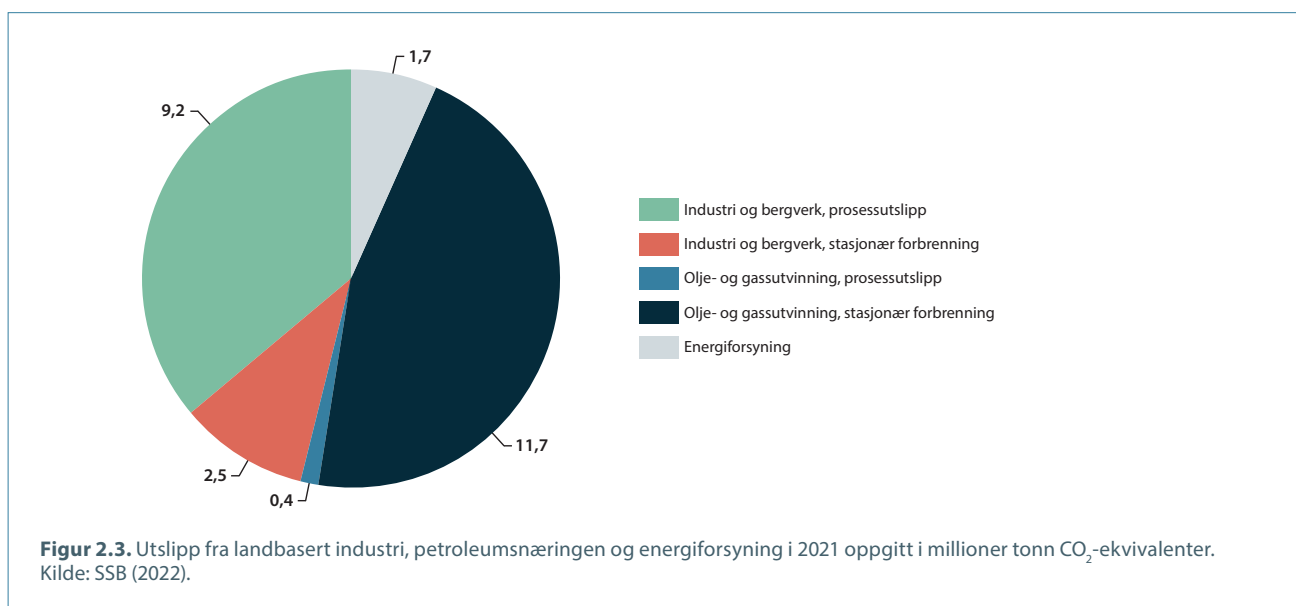
Mesteparten av forbrenningsutslippene fra landbasert industri og petroleumsnæringen er omfattet av EUs kvotesystem. Utslipp fra forbrenning av naturgass og mineralolje på innretninger til havs og anlegget på Melkøya, er i tillegg omfattet av CO₂-avgift på petroleumsvirksomhet. Ventilering av naturgass til luft fra disse anleggene er ikke-kvotepliktige utslipp og er omfattet av samme avgift. Utslipp fra forbrenning av mineralske produkter i landbasert industri, som ikke er omfattet av kvoteplikten, er omfattet av CO₂-avgiften på mineralske produkter. Det er ikke avgift på utslipp av metan eller flyktige organiske forbindelser fra landbasert industri, med unntak av anlegget på Melkøya.

Forbrenningsanlegg som har til formål å produsere energi for næringsvirksomhet og er over 20 MW inngår i EUs kvotesystem¹. I tillegg ble det i 2022 innført en avgift på avfallsforbrenning. Avgiften omfatter både kvotepliktige

og ikke-kvotepliktige utslipp. Stortinget har vedtatt at avgiften skal differensieres med lavere sats for kvotepliktige utslipp (50 prosent sammenliknet med 2022). En slik differensiering vil imidlertid utgjøre statsstøtte, og krever enten en endring av gruppeunntaksforordningen (GBER) eller godkjenning fra ESA gjennom formell notifikasjon. Det er forventet endringer i GBER som kan innebære at det kan innføres redusert avgift for kvotepliktige virksomheter uten formell notifikasjon til ESA. Det gis imidlertid avgiftsfritak for forbrenning av avfall som inneholder fossilt materiale dersom CO₂-en fanges og lagres permanent. Utslipp fra forbrenning av farlig avfall er fritatt fra både avgift og kvoteplikt.

Klimakvoteforskriften (2004, § 4) inkluderer regler for tildeling av klimakvoter til eksisterende og nye virksomheter. Bedrifter kan søke om å få tildelt kvoter vederlagsfritt basert på historisk aktivitetsnivå. EU jobber med nye reguleringer som vil gi lavere tildeling for de fleste bransjer, mens tildeling av gratiskvoter til bedrifter som ikke er særlig utsatt for karbonlekkasje vil utfases innen 2030. Den kommende karbongrensejusteringsmekanismen (CBAM) vil føre til en gradvis utfasing av antall kvoter som kan tildeles gratis for bedrifter som er utsatt for karbonlekkasje. Innledningsvis vil dette bare gjelde enkelte sektorer og varer, men på sikt er målet å inkludere flere sektorer i CBAM. I tillegg kan kraftkrevende industri som er utsatt for karbonlekkasje søke om støtte igjennom CO₂-kompensasjonsordningen for kvotepriselementet i elprisen. Støtten er knyttet til elektrisitetsforbruket eller produksjonen, og nivået på støtten følger kvoteprisen.

Utslipp av klimagasser fra industri, olje- og gassproduksjon og energiforsyning er i tillegg underlagt krav og reguleringer. Blant annet inkluderer forurensingsloven krav for operatører på norsk sokkel om bruk av tekniske, operasjonelle og organisatoriske løsninger som etter en samlet vurdering gir de beste resultater² og regulering av utslipp av metan. Forskrift om utføring av aktiviteter i



¹ Denne siden gir en oversikt over kvotepliktige anlegg: <https://www.norskeutslipp.no/no/Forsiden/>

² Refereres til som BAT (Best Available Techniques)

petroleumsvirksomheten inkluderer krav om et system for vurdering og iverksettelse av energieffektiviserings tiltak (Aktivitetsforskriften, 2011, §§ 61a - 61b).

Virksomhetene i disse næringene kan også søke om støtte til utvikling og implementering av utslippsreducerende teknologi og andre tiltak. Enkelte av ordningene er rettet mot industribedrifter, mens andre ordninger er generelle ordninger rettet mot norsk næringsliv. Enova har flere ordninger som dekker virksomheter i industrien (se boks 2-1 for en beskrivelse av Enova). Noen av ordningene har som direkte formål å bidra til grønn omstilling av virksomheter i industrien. Eksempler er Industri 2050 og Havvind 2035 som støtter teknologiutvikling i både kvotepliktig og ikke-kvotepliktig industri. Innovasjon Norge forvalter flere ordninger som støtter utvikling og implementering av miljøvennlige teknologier, som Miljøteknologiordningen, Grønt vekstlån og Grønt investeringstilskudd. Miljøteknologiordningen gir støtte til utvikling, produksjon og testing av nye miljøvennlige løsninger i pilot- og demonstrasjonsfase og demonstrasjon i full skala i alle sektorer. Grønt vekstlån finansierer større investeringsprosjekter med forventet utslippeffekt, og er rettet mot bedrifter i alle næringer. Grønt investeringstilskudd gir tilskudd til industribedrifter i distriktene, med større investeringsprosjekter med positiv miljøeffekt. Nysnø klimainvesteringer AS er et statlig investeringselskap som skal bidra til reduserte klimagassutslipp gjennom å investere i bedrifter som utvikler ny teknologi i overgangen fra teknologiutvikling til kommersialisering.

For enkelte støtteordninger samarbeider ulike tilskuddsforvaltere for å bidra med støtte igjennom hele teknologiutviklingsløpet. To eksempler på slike satsinger er Grønn Plattform og PILOT-E. Grønn Plattform er et samarbeid mellom Forskningsrådet, Innovasjon Norge og Siva³, og et virkemiddel for finansiering av store forsknings- og innovasjonsdrevne prosjekter som vil bidra til grønn omstilling i næringslivet. PILOT-E er et samarbeid mellom Forskningsrådet, Innovasjon Norge og Enova for å utvikle klimavennlig energiteknologi fra forskning og utvikling (FoU) til markedsintroduksjon for bedrifter i norsk næringsliv. Både PILOT-E og Grønn Plattform støtter bedrifter i alle næringer og legger vekt på at prosjektene skal ha kommersielt potensial i Norge og internasjonalt.

Det finnes flere relevante støtteordninger for utvikling av utslippsreducerende teknologi, forvaltet av blant annet Gassnova, Enova, Forskningsrådet og Innovasjon Norge. CLIMIT er det nasjonale programmet for forskning, utvikling og demonstrasjon av teknologier for CO₂-håndtering. Programmet administreres av Gassnova i samarbeid med Norges forskningsråd, og dekker hele kjeden fra langsiktige kompetansebyggende grunnforskning til prosjekter som demonstrerer CO₂-håndteringsteknologier. Målgruppen for ordningen er bedrifter, forskningsinstitusjoner, universiteter og høyskoler. Teknologisenteret på Mongstad (TCM), der staten er deleier, bidrar til testing og utvikling av CO₂-fangstteknologier. Staten gir også støtte til Langskip, et fullskala demonstrasjonsprosjekt for CCS der enkelte selskaper mottar direkte støtte for å investere i teknologier

for fangst og utbygging av infrastruktur for transport og lagring av CO₂.

Virkemidler som skal bidra til økt utsortering av avfall og redusert avfallsproduksjon vil påvirke utslipp fra avfallsforbrenning. Eksempler er krav i avfallsforskriften (2004, §§ 10a-1 – 10a-10) fra 2023 om utsortering av mat- og plastavfall og nye krav til utsortering av papp/papir, metall- og glasseballasje og tekstil (skal gjelde fra 2025). I tillegg er det foreslått plikt til differensiert avfallsgebyr i forurensningsloven (Forurensningsloven, 1981, § 34).

Statlige tiltak og virkemidler som ikke har til formål å redusere utslipp kan også påvirke utslipp av klimagasser fra disse næringene, ved for eksempel å påvirke aktivitetsnivået. Eksempler er NOX-avgiften og petroleumsskatten, hvis innretning vil ha betydning for beslutninger om investeringer i olje- og gassproduksjon, tildeling av letelisenser og godkjenning av utbygginger i petroleumssektoren. Selv om det er lite utslipp fra norsk

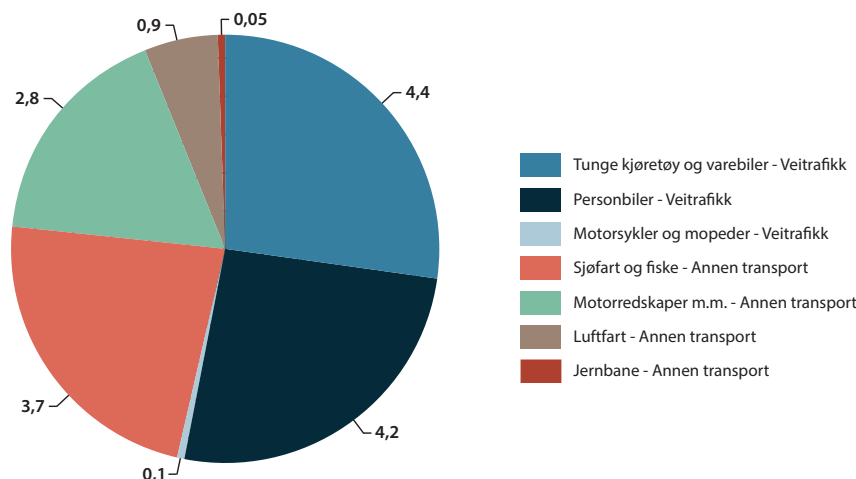
Boks 2-1: Beskrivelse av Enova

Enova og Klima- og energifondets formål er å bidra til å nå Norges utslippsforpliktelser og bidra til omstillingen til lavutslippssamfunnet. Enovas delmål er å bidra til å redusere ikke-kvotepliktige klimagassutslipp mot 2030, og til teknologiutvikling og innovasjon som bidrar til utslippsreduksjoner fram mot lavutslippssamfunnet i 2050. Aktiviteten til Enova skal rettes mot senfase teknologiutvikling og tidlig markedsintroduksjon, med sikte på å oppnå varige markedsendringer, slik at lavutslippsløsninger på sikt blir foretrukket, også uten støtte. Støtte fra Enova skal avlaste risiko og kostnader for de som er først ute med å teste nye løsninger. Enova gir støtte til privatpersoner, offentlige virksomheter og innenfor alle sektorer i privat næringsliv.

Kilde: Enova (2020, 2023)

kraftproduksjon, vil konsesjoner og andre virkemidler som påvirker kraftproduksjonen, ha innvirkning på mulighetene til å gjennomføre utslippsreduksjoner i andre sektorer.

³ Siva – Selskapet for industrivekst er et statlig foretak som skal utvikle, eie og finansiere infrastruktur for innovasjon for industri og næringsliv.



Figur 2.4. Utslipp av klimagasser fra transport i 2021 oppgitt i millioner tonn CO₂-ekvivalenter. Kilde: SSB (2022).

2.2 Transport

2.2.1 Beskrivelse av utslippskildene

Transport stod i 2021 for rundt en tredjedel av norske klimagassutslipp (16,2 av 48,9 millioner tonn CO₂-ekv.) (SSB, 2022). Utslipp fra transport er den største kilden til ikke-kvotepiktige utslipp i Norge. Utslippene i veitrafikk kommer fra personbiler og tunge kjøretøy og varebiler, mens kysttrafikk (innenriks sjøfart og fiske) og motorredskaper (som anleggsmaskiner, traktorer og snøskutere) utgjorde mesteparten av utslippene fra annen transport.

Figur 2.4 gir en oversikt over de viktigste utslippskildene fra veitrafikk og annen transport. Utslippsregnskapet inkluderer ikke utenriks luftfart og sjøtransport. Disse kildene er ikke en del av Norges internasjonale forpliktelser, men inngår i statistikken for næringsfordelte utslipp og som tilleggsinformasjon i rapportering til FN.

2.2.2 Virkemidler

Det er flere avgifter som påvirker prisen på drivstoff i transportsektoren, og som har effekt på utslipp gjennom transportsektorens tilpasning til endringer i disse avgiftene. CO₂-avgift på mineralske produkter er det viktigste virkemiddelet for å redusere utslipp fra transportsektoren. Mineralolje/fossilt drivstoff til transport er i utgangspunktet omfattet av CO₂-avgift, men det er unntak for internasjonal luftfart og internasjonal skipsfart. Utslipp fra innenriks luftfart er i hovedsak kvotepiktig, og omfattet av CO₂-avgift.

Det er kvotepikt på utslipp fra luftfart på strekninger innad i Europa. EU har nylig besluttet at kvotesystemet skal utvides til å omfatte utslipp fra større skip i europeisk skipsfart (Miljødirektoratet, 2023a). Regelverket er til behandling i EFTA-landene.

Salg av drivstoff til veitrafikk er i tillegg til CO₂-avgiften omfattet av veibruksavgiften. Veibruksavgiften har som formål å prise andre eksternaliteter fra veitrafikken enn

utslipp av CO₂, og omfatter også biodrivstoff. Elbiler er unntatt fra veibruksavgift og dermed for alle praktiske formål unntatt fra prising av de eksterne kostnadene som veibruksavgiften skal prise. Veibruksavgiften påvirker utslipp gjennom økt pris på drivstoff. Utslipp av NO_x fra større framdriftsmotorer (f.eks på skip) er omfattet av avgiften på utslipp av NO_x. Transportvirksomheter kan få fritak fra NO_x-avgift dersom de er tilsluttet NO_x-fondet.

Prissubsidier brukes hovedsakelig i transportsektoren. Virkemiddelet er blant annet tatt i bruk innenfor kollektivtransport, hvor staten gir tilskudd til reduserte billettpriser på kollektivtrafikk i byområdene. Et annet eksempel er at regjeringen har innført reduserte ferjetakster i riksveiferjedriften. Staten kjøper også persontransport med tog og innenlandske flyruter som i indirekte forstand kan regnes som prissubsidier, da disse kjøpene er avgjørende for at billettprisene holdes på et bestemt nivå.

Drivstoff solgt til luftfart og veitrafikk er underlagt et omsetningskrav for biodrivstoff på henholdsvis 0,5 og 17 prosent i 2023. Omsetningskravet i veitrafikken inneholder et delkrav for avansert biodrivstoff på 12,5 prosent. Avansert biodrivstoff utover delkravet kan dobbelttelles, så den reelle omsetningen av biodrivstoff ligger et sted mellom 14,75 og 17 prosent i 2023. Det er også innført omsetningskrav på 10 prosent for ikke-veigående maskiner, som anleggsmaskiner og traktorer. 1. oktober 2023 innførte regjeringen omsetningskrav til biodrivstoff i sjøfart på 6. prosent. Siden biodrivstoff generelt er dyrere enn fossilt drivstoff, påvirker omsetningskravet prisen aktørene må betale for drivstoff.

Det er flere elementer i miljø- og bilavgiftssystemet som påvirker utslipp. I engangsavgiften for personbiler er det en egen beregning for biler med forbrenningsmotor. Den beregnes på grunnlag av kjøretøyenes egenvekt, CO₂-utslipp og NO_x-utslipp, som gir incentiv til kjøp av biler med lave målte utslipp. Videre er det fritak for merverdiavgift for nullutslippsbiler som er under 500 000 kroner av kjøpsbeløpet. I tillegg til fritaket for veibruksavgift mottar elbiler også fordeler i form av reduserte bompenger og ferjetakster, tilgang til å kjøre i kollektivfelt, billigere eller

gratis parkering med mer.

Miljø- og bilavgiftssystemets viktigste virkning på utslipp de seneste årene, har vært gjennom omfattende fritak for nullutslippsbiler, som beskrevet ovenfor, som i praksis er en form for støtte til nullutslippsløsninger innen transport. Etter hvert som andelen nullutslippsbiler i nybilsalget har økt, er det gjennomført flere innstramminger i elbilfordelene. Blant annet ilegges nullutslippsbiler i dag trafikkforsikringsavgift og omregistreringsavgift. I 2023 ble fritaket for merverdiavgift for nullutslippsbiler begrenset, og det ble innført en ny vekt Komponent i engangsavgiften som gjelder for både fossile biler og nullutslippsbiler. Avgiftsfritak er mindre virkningsfulle for næringskjøretøy, selv om for eksempel varebiler har fritak fra engangsavgift og merverdiavgift. Næringskjøretøyene ilegges derimot lavere særavgifter i utgangspunktet enn personbiler, siden fritaket i merverdiavgiften ikke har betydning for merverdiavgiftspliktige som kan fradragføre inngående merverdiavgift. Taxfree-regulering er et virkemiddel som påvirker flytrafikken og fungerer som en indirekte subsidie.

Som forvalter av Klima- og energifondet har Enova gitt omfattende støtte til lav- og nullutslippsløsninger i transportsektoren. Enova har tilskuddsordninger for kjøp av tunge batterielektriske kjøretøy, tunge hydrogendrevne kjøretøy og utslippsfrie anleggsmaskiner. De har tidligere støttet kjøp av biogasskjøretøy og elektriske varebiler. Enova har også gitt støtte til ladeinfrastruktur for elbil og gir nå støtte til ladeinfrastruktur og hydrogenfyllestasjoner for tunge kjøretøy. Gjennom støtteordningen Klimasats, forvaltet av Miljødirektoratet, har kommuner og fylkeskommuner fått støtte til en rekke tiltak som er rettet mot å få ned utslippene fra transport, både i kommunenes egne aktiviteter, lokalt næringsliv og blant innbyggerne. Eksempler på tiltak er tilrettelegging for utslippsfrie vare- og tungtransport, ladepunkter til kommunale tjenestebiler, tilrettelegging for økt bruk av sykkel og kollektivtransport og bildeling. Grønt Skipsfartsprogram er et partnerskapsprogram mellom det private og det offentlige. Programmet og deres partnere har igangsatt og gjennomført rundt femti pilotprosjekter og studier innen skipsfart, blant annet om energieffektivisering, elektrifisering, alternative drivstoff og finansieringsløsninger for omstilling. Som en del av programmet støtter Klimasats utvikling og investeringer i utslippsfrie hurtigbåter på fylkeskommunale samband.

Nullutslippsløsninger innen transport subsidieres også gjennom forskriftsfestede krav til offentlige anskaffelser av transportløsninger. Per i dag er det fastsatt krav til nullutslipp ved offentlige anskaffelser av personbiler, varebiler og bybusser. Kravet for personbiler ble gjort gjeldende fra 2022, mens kravet for varebiler ble gjort gjeldende fra 2023. Kravet for bybusser gjelder fra 2025, men det er foreslått fremskyndet til 2024. Det er signalisert en rekke andre lav- og nullutslippskrav, som nullutslippskrav i nye anbud til ferjer og hurtigbåter (Samferdselsdepartementet, 2023), lav- og nullutslippskrav til servicefartøy i havbruksnæringen og offshorefartøy og krav og mål for fossilfrie anleggsplasser i transportsektoren (Særskilt vedlegg til Prop.1 S (2023-2024), s. 26).

Det har vært tatt i bruk og også vurdert en rekke andre

Boks 2-2:

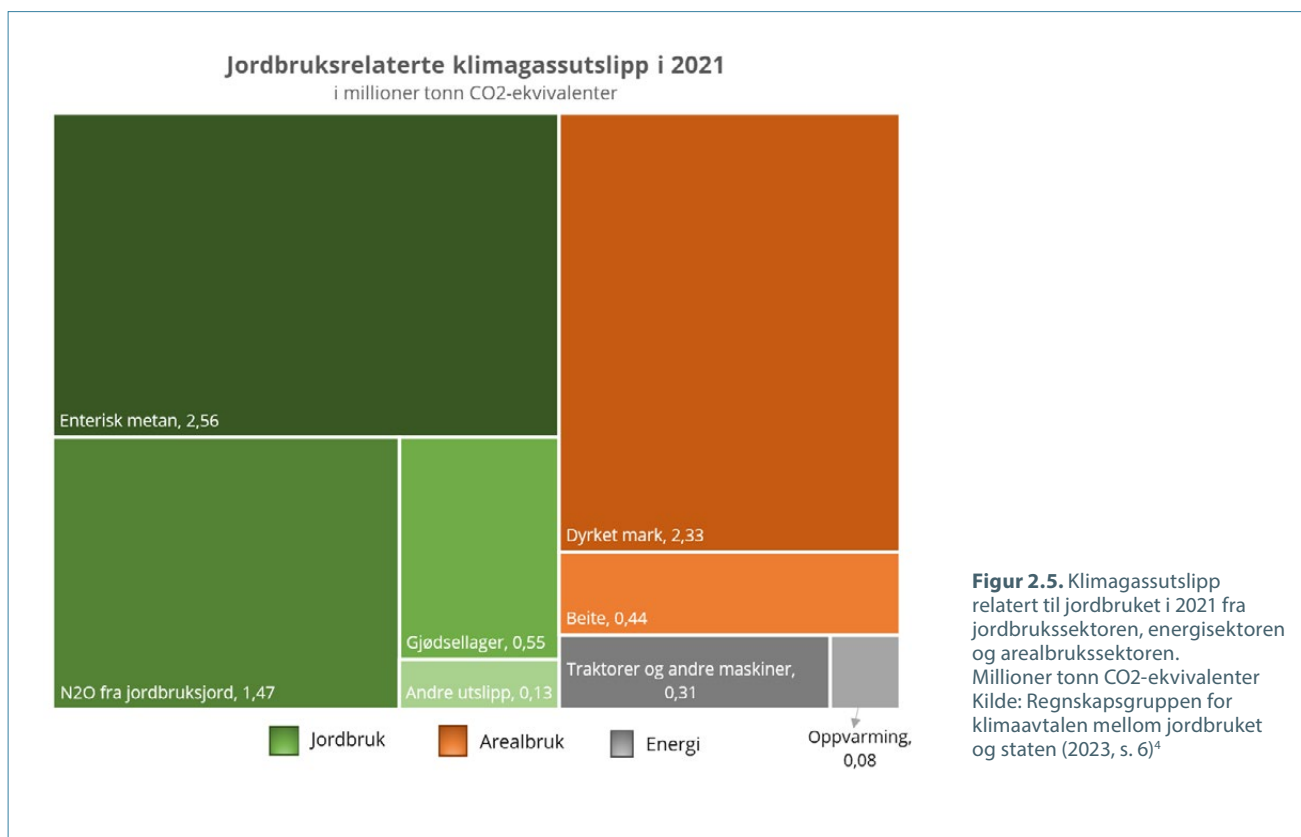
Beskrivelse av Klimasats

Klimasats er en støtteordning som forvaltes av Miljødirektoratet. Ordningen ble etablert gjennom statsbudsjettet for 2016, og har til formål å bidra til utslippskutt og omstilling til lavutslippssamfunnet. Ordningen skal fremme klimatiltak i kommuner og fylkeskommuner, og skal bidra til at kommunene innlemmer klimahensyn i sine aktiviteter. Ordningen skal også bidra til å styrke kommunene og fylkeskommunenes rolle som samfunnsutvikler og pådriver. Kommunene og fylkeskommunene kan søke om støtte til svært mange ulike tiltak i en rekke ulike sektorer og i ulike roller. Støtten skal være utløsende for tiltaket, og kommunene og fylkeskommunene må bidra med en egeninnsats i form av penger eller arbeidstid. Overføringsverdi og spredningspotensial vektlegges ved tildeling av støtte. Kommunene og fylkeskommunene har fått støtte til om lag to tusen prosjekter, hvorav omtrent halvparten dreier seg om transport i en eller annen form. Klimasats er foreslått avviklet i forslaget til statsbudsjett for 2024.

Kilde: Miljødirektoratet (2022a)

krav og reguleringer i transportsektoren, der det i større eller mindre grad er tatt klimapolitiske hensyn. Dette gjelder blant annet bestemmelser om parkering og tilhørende krav til lademuligheter, vurdering av innføring av nullutslippssoner, prisregulering av bompengetakster for nullutslippskjøretøy og hastighetsbegrensninger.

Infrastrukturinvesteringer påvirker utslipp på flere måter. For det første vil endringer i infrastrukturen påvirke reisemønster og valg av transportform. For det andre fører selve anleggsarbeidet til både direkte og indirekte klimagassutslipp. Sist, men ikke minst kan arealbruksendringer også ha utslippseffekter.



2.3 Jordbruk

2.3.1 Beskrivelse av utslippskildene

Klimagassutslipp fra jordbruk stod for 9,4 prosent av Norges utslipp i 2021, med til sammen 4,6 mill. tonn CO₂-ekv. (SSB, 2022). Av disse stammer omtrent halvparten fra metan fra husdyrfordøyelse. Andre viktige utslippskilder er lystgassutslipp fra gjødsel og fra dyrket organisk jord (SSB, 2022).

Jordbruksnæringen har utslipp knyttet til energibruk, som bokføres i andre deler av utslippsregnskapet. Utslipp fra energibruk i jordbruket er knyttet til oppvarming av driftsbygg, hovedsakelig oppvarming av veksthus og korntørkere, og bruk av kjøretøy (traktorer m.m.), samt andre maskiner og redskaper. Videre medfører aktiviteter i jordbruket utslipp og opptak fra arealbruksendringer, som bokføres i arealbrukssektoren (LULUCF). Dersom man tar hensyn til disse utslippene, var samlede utslipp fra jordbruksnæringen 7,9 millioner tonn CO₂-ekvivalentener i 2021. Av dette kom 60 prosent av utslippene fra selve jordbrukssektoren, mens 35 prosent av utslippene ble bokført i arealbrukssektoren, og fem prosent som energirelaterte utslipp (Regnskapsgruppen for klimaavtalen mellom jordbruket og staten, 2023).

2.3.2 Virkemidler

Jordbrukspolitikken omfatter en rekke virkemidler som har betydning for produksjonen av jordbruksvarer i Norge. Virkemidlene skal bidra til mål om matforsyning og matsikkerhet, landbruk i hele landet, verdiskaping og bærekraftig produksjon med lavere utslipp av klimagasser (Prop. 1 S (2022-2023)a, s.16). Toll- og importbestemmelser (tollvernet) har stor betydning for markedsinntekter og lønnsomhet i norsk jordbruk, og dermed for hvor stor andel av etterspørselen som dekkes av innenlandsk produksjon. Det er toll på utenlandsproduserte varer tilsvarende de som produseres i Norge, og høyest toll på kjøtt, meieriprodukter, korn og egg, og mer moderat toll på frukt og grønnsaker i sesong. Det er full importkonkurranse på industrielt bearbejdede jordbruksvarer og varer som ikke produseres i Norge (Landbruks- og matdepartementet, 2020). Tollvernet forvaltes av Landbruksdirektoratet, som blant annet vurderer administrative tollnedsettelse ved behov for supplerende import eller ved et prisnivå utover målprisene avtalt i jordbruksforhandlingene.

I det årlige jordbruksoppgjøret fastsettes flere viktige virkemidler⁵: Prisbestemmelser og målpriser (for melk, korn, poteter, grønnsaker og frukt), nivå og fordeling av budsjettstøtte til ulike ordninger, og markedsordninger og markedsregulerende bestemmelser. Man kan skille mellom tilskudd som påvirker omfang (for eksempel pristilskudd, arealtilskudd og husdyrtilskudd), og tilskudd som påvirker produksjonsmåte, blant annet beitetilskudd og ulike

⁴Tallene i figuren kan man finne i Norges rapportering til FNs klimakonvensjon (UNFCCC, 2023).

⁵Omtalen her er basert på Huso et al. (2022), hvor det finnes en nærmere beskrivelse av virkemidlene.

tilskudd med klima og/eller miljøformål. Produsentpriser for kjøtt fastsettes ikke i jordbruksoppgjøret, men bestemmes av markedregulator (Nortura). Muligheten for å øke priser er i praksis begrenset av tollvernet: hvis prisene på norske varer settes høyere enn importpris pluss toll vil etterspørselen vris mot utenlandske varer. I stortingsbehandlingen av jordbruksavtalen i 2023 ble det fattet et anmodningsvedtak om overgang til prosenttoll for enkeltprodukter. Dette ble fulgt opp videre med et forslag i statsbudsjettet for 2024. Dette vil gi en bedre tollbeskyttelse og gjøre det mulig å øke norske priser uten at det fører til økt import og karbonlekkasje.

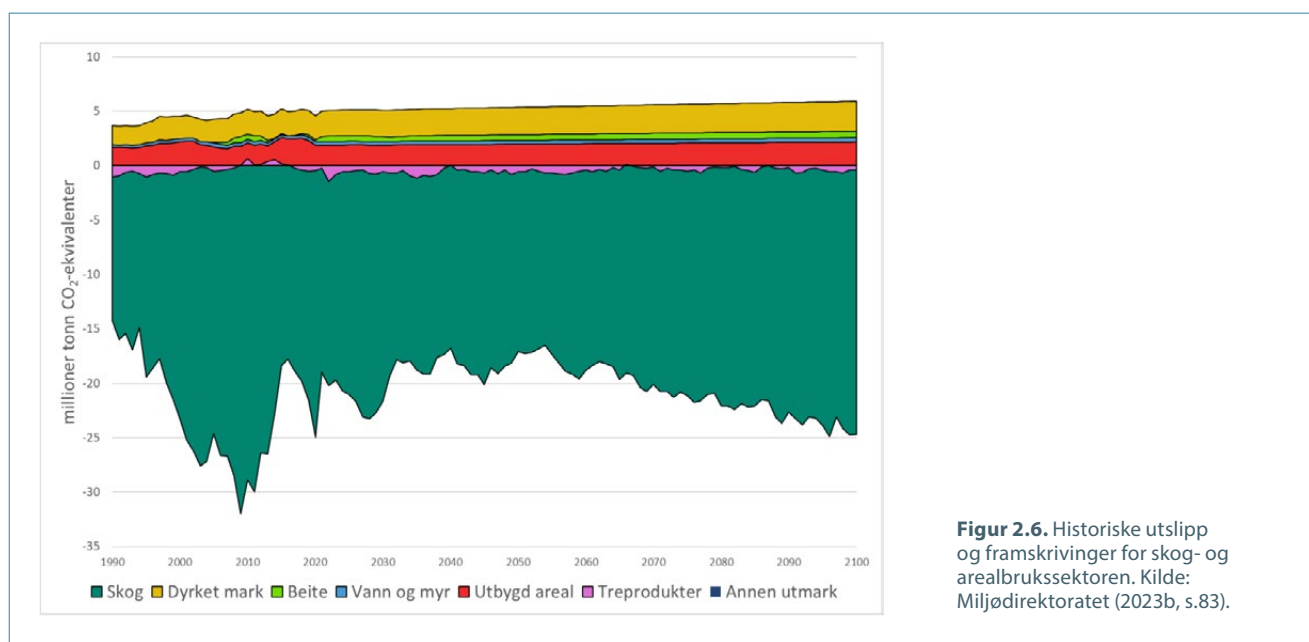
I jordbruksavtalen for 2024 utgjør støtteordninger med klima- og/eller miljøformål omtrent ni mrd. kroner (Prop. 121 S (2022–2023), s.148). Disse ordningene kan kategoriseres etter formål. Noen ordninger har reduserte utslipp som hovedformål, eller som ett av flere formål. Dette inkluderer ulike støtteordninger rettet mot biogass og gjødselhåndtering. Andre tilskuddsordninger har trolig en klimaeffekt, men ikke klimaformål, som tilskudd til drenering og avrenningstiltak, mens en tredje kategori er tilskudd med miljøformål uten klimaeffekt, for eksempel rettet mot vannmiljø eller naturmangfold (Huso et al., 2022).

Virkemidlene i jordbruksavtalen er rettet mot produksjonssiden. Det finnes også enkelte virkemidler rettet mot etterspørselssiden utenfor avtalen. Omsetningsavgiften er en avgift som legges på produsentenes produksjon av landbruksprodukter og går inn i fondet for omsetningsavgift. Midlene brukes blant annet til å finansiere tiltak for å balansere markedet for jordbruksprodukter og til finansiering av opplysningskontorene og Stiftelsen Norsk Mat. Opplysningskontorene driver med markedsføring og fremmer omsetningen av norskproduserte jordbruksvarer, og har dermed til hensikt å begrense etterspørselen etter importerte jordbruksvarer (Markedsbalanseringsutvalget, 2015, s. 70). Reguleringer, som gjødselvereforskriften (2003) og krav i offentlig innkjøp, frivillig avtale om redusert

matsvinn og informasjons- og veiledningsmateriell som skal bidra til redusert matsvinn og legge til rette for et klimavennlig kosthold er andre eksempler på virkemidler utenfor jordbruksavtalen. Det er også støtteordninger utenfor jordbruksavtalen, som Bionova og tilskudd til arbeid med matsvinn og klimavennlig meny.

Bionova er en satsing etablert i 2023 under Innovasjon Norge, som skal gi støtte til bioøkonomi og klimatiltak for jordbruk-, skogbruk- og havbruksnæringene, med en bevilgning på i underkant av 90 mill. kroner i 2023. Under Bionova ligger i dag to programmer: bioøkonomiordningen og verdiskapingsprogrammet for fornybar energi og teknologi i landbruket. Begge ordningene er søknadsbaserte. Prosjekter som kan bidrar til verdiskaping, lønnsomhet og reduserte utslipp av klimagasser, prioriteres. Gjennom bioøkonomiordningen gis det tilskudd til bedrifter som utvikler løsninger for bruk av bioressurser i eksisterende og nye verdikjeder. Det er et mål at ordningen skal være fleksibel og kunne virke utløsende for andre virkemidler i og utenfor Norge. Verdiskapingsprogrammet for fornybar energi og teknologi i landbruket har som formål å stimulere landbruket til å produsere, bruke og levere fornybar energi. Målgruppen er bønder og skogeiere. Verdiskapingsprogrammet finansieres over jordbruksavtalen og ble i 2023 lagt inn under Bionova.

I 2019 inngikk jordbruksorganisasjonene og regjeringen en intensjonsavtale (heretter omtalt som klimaavtalen mellom regjeringen og jordbruksorganisasjonene) om å redusere klimagassutslipp og øke opptak og lagring av CO₂ (Regjeringen, 2019). Avtalen omfatter utslipp som kan tilskrives all jordbruksaktivitet innenfor sektorene jordbruk, transport, oppvarming av bygg og arealbruk (unntatt skog) i utslippsregnskapet. Ifølge avtalen skal utslipp fra jordbruk, inkludert energibruk, reduseres med 5 millioner tonn CO₂-ekv. i perioden 2021-2030, sammenlignet med en referansebane. For jordbruk og energibruk brukes en referansebane basert på framskrivningene fra Nasjonalbudsjett 2019, og for arealbruk er referansenivået



Figur 2.6. Historiske utslipp og framskrivinger for skog- og arealbrukssektoren. Kilde: Miljødirektoratet (2023b, s.83).

utslippsnivået i 2016. I avtalen nevnes eksempler på tiltak rettet mot tilbudssiden (del A av avtalen, som jordbruket er ansvarlig for) og etterspørselssiden (del B av avtalen, som regjeringen er ansvarlig for), men det er ikke nevnt konkrete virkemidler.

Grønn skattekomisjon (NOU 2015: 15) anbefalte å innføre en særavgift på rødt kjøtt, samt å redusere produksjonsstøtten til rødt kjøtt, men peker på at disse virkemidlene vil ha ulike effekter på forbruk og import (og dermed karbonlekkasje), samt at redusert støtte vil ha konsekvenser for andre mål i jordbrukspolitikken. Utvalget anbefaler videre avgift på nitrogen i kunstgjødsel og avgift på inngrep i myr.

2.4 Skog- og arealbruk

2.4.1 Beskrivelse av utslippskildene

Skog- og arealbrukssektoren skiller seg fra andre sektorer i utslippsregnskapet, ettersom den naturlig både har utslipp og opptak av klimagasser. I 2021 var netto opptak, det vil si opptak fratrukket utslipp, i sektoren på 15,5 millioner tonn CO₂-ekv. (Miljødirektoratet, 2023b). Opptaket i skog var på om lag 20,2 millioner tonn CO₂-ekv., mens brutto utslipp var på om lag 4,9 millioner tonn CO₂-ekv. Til sammenlikning var utslipp fra andre sektorer samlet 49 millioner tonn CO₂-ekv. (SSB, 2022). Historiske utslipp og opptak, samt framskrivninger, for skog- og arealbrukssektoren er vist i figur 2.6 (opptak er illustrert som negative utslipp). Skog- og arealbrukssektoren er delt inn i seks arealkategorier som dekker hele Norges landareal: skog, dyrket mark, beite, utbygd areal, vann og myr, samt annen utmark. I tillegg kommer lagring av karbon i produkter av tre (Miljøstatus, 2023b).

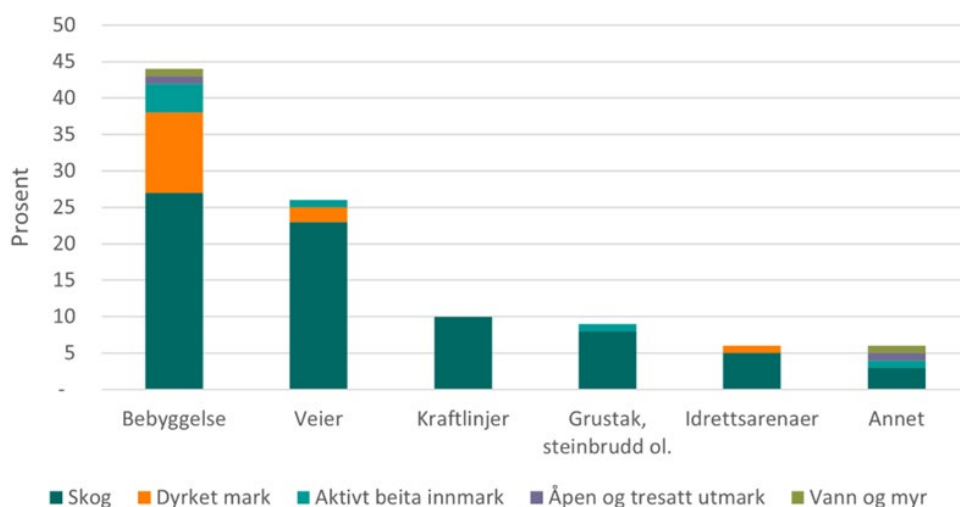
Menneskelig bruk av naturarealene påvirker de biologiske prosessene og kan gi utslipp av klimagasser. Skogdrift og jordbruk er eksempler på dette, men også endret arealbruk,

som å bygge vei og jernbane, har stor innvirkning. Om lag 50 km² med natur har blitt bygget ned årlig i perioden 1990 til 2019 (Miljødirektoratet, 2023b). Omtrent 75 prosent av nedbyggingen har vært i skog (Søgaard et al., 2021). Bebyggelse og veier er de største nedbyggingsformålene (Miljødirektoratet, 2023b).

2.4.2 Virkemidler

Staten har en rekke tiltak og virkemidler som direkte eller indirekte påvirker utslipp og opptak i skog- og arealbrukssektoren. Arealbruken i Norge avhenger av innbyggernes, næringslivets og andres arealbehov, altså deres direkte eller indirekte etterspørsel etter spesifikk arealbruk. Endrede priser eller rammer for forbruk av varer og tjenester, i tillegg til produksjonen av dem, påvirker etterspørselen indirekte. Kommunene forvalter over 80 prosent av arealene i Norge etter plan- og bygningsloven (Miljødirektoratet et al., 2023). Staten iverksetter også direkte tiltak rettet mot arealbruken, for eksempel gjennom bygging av offentlig vei og jernbane.

Flere statlige lovverk har betydning for arealbruk, og dermed utslipp som følge av arealbruksendringer. Plan- og bygningsloven, hvor staten setter rammene for hvordan kommunene skal gjennomføre sin arealplanlegging og byggesaksbehandling, er den viktigste loven for å ta klimahensyn i arealforvaltning. Plan- og bygningsloven setter krav om at det skal foreligge kunnskap om hvilke konsekvenser en utbygging vil ha for miljø og samfunn. I tillegg legger ulike statlige styringsdokumenter føringer for kommunale og andre aktører sin forvaltning av areal. Andre relevante lover er jordloven, skogbruksloven, energiloven, vegloven, jernbaneloven og havne- og farvannsloven, naturmangfoldloven og klimaloven (Handberg et al. 2023). I budsjettforliket mellom Arbeiderpartiet/Senterpartiet og Sosialistisk Venstreparti for 2023 ble det vedtatt å legge fram forslag om forbud mot nedbygging av myr. Miljødirektoratet har i fått i oppdrag å utrede forbud mot nedbygging av myr i 2023 (SV, 2022).



Figur 2.7. Nedbygget areal i perioden 1990-2019 fordelt på opprinnelig arealkategori og type nedbygging i prosent. Kilde: Miljødirektoratet (2023b, s. 88).

Flere tilskuddsordninger rettet mot aktiviteter i andre sektorer, som tilskudd til landbruket og støtte til utbygging av transportinfrastruktur, eller støtte til prosjekter som skal bidra til utslippskutt i andre sektororer, kan også påvirke utslipp og opptak av klimagasser gjennom endret arealbruk, hovedsakelig som en sideeffekt. Klimasats støtter en del prosjekter som har til formål å legge til rette for lavere utslipp fra skog- og arealbruk. Kommuner har blant annet fått støtte til kompetanseheving, utredninger eller å utarbeide konkrete planforslag.

Gjennomføringen av norsk skogpolitikk støtter seg til en rekke tiltak og virkemidler, som påvirker aktiviteten og dermed utslipp og opptak fra sektoren. Disse virkemidlene omfatter lovgivning, skattepolitikk, økonomiske støtteordninger, forskning og veiledning. Skogpolitikken ble sist gjennomgått i Meld. St. 6 (2016-2017) og justert gjennom årlige budsjettproposisjoner. Skogbruksloven, vedtatt i 2005, gjelder for all skog og skogsmark. Virkemidlene har ikke tidligere vært direkte rettet mot maksimale klimabidrag, men har hatt som formål å fremme verdiskaping og sikre det biologiske mangfoldet. De siste årene har det imidlertid vært et ønske om å legge sterkere vekt på klimahensyn i forvaltningen av norske skoger. Dette har ført til utforming av nye virkemidler eller endringer i dagens for å framheve klimahensyn. Skogbruket fikk i 2016 en tilskuddsbevilgning begrunnet i klima som skulle brukes til skoggjødsling, tettere planting og planteforedling. Det er også flere forskrifter som følger av skogbruksloven, inkludert forskrift om tilskudd til nærings- og miljøtiltak i skogbruket, forskrift om tilskudd til skogbruksplanlegging med miljøregistrering, og forskrift om skogfond. Disse forskriftene åpner for støtte til langsiktige investeringer i skogbrukstiltak, stimulerer til planlegging, og innebærer at skogeieren er pliktig til å sette av en prosentandel av bruttoverdien til skogfundsordningen.

Videre er det flere veilednings- og informasjonsvirkemidler med formål om å øke kunnskapen om konsekvenser av nedbygging av arealer. Miljødirektoratet har utviklet flere verktøy, blant annet tiltaksberegningssmal for å beregne effekt av ulike tiltak innenfor arealbruk og arealbruksendringer. Det finnes også flere andre verktøy som har som formål å gi informasjon knyttet til ulik arealbruk. KDD, LMD og KLD har gitt Miljødirektoratet et oppdrag om å lede og organisere et arbeid for å lage et veikart for utvikling av verktøy og veiledning for å integrere klimahensyn i kommunal arealplanlegging (Miljødirektoratet et al., 2023).

Utslipp og opptak fra skog og arealbruk er per i dag ikke avgiftsbelagt. På oppdrag for Klima- og miljødepartementet har Miljødirektoratet utarbeidet et «faktagrunnlag for vurdering av avgift på klimagassutslipp fra nedbygging av arealer» (Miljødirektoratet, 2021). Naturavgift vil også begrense nedbyggingen av arealer ved å prise inn kostandene knyttet til nedbygging av natur og er foreslått av flere utvalg, blant annet grønn skattekommissjon (NOU 2015: 15) og utvalget *Norge mot 2025* (NOU 2021: 4).

2.5 Andre kilder

2.5.1 Beskrivelse av utslippskildene

Utslippskilder som ikke er dekket i avsnittene over utgjorde til sammen 2,8 mill. tonn CO₂-ekv. i 2021, eller i underkant av 6 prosent av samlede utslipp (SSB, 2022). De største utslippskildene i denne kategorien er produkter med fluorgasser (HFK, PFK og SF₆) og løsemidler (1,0 mill. tonn CO₂-ekv.), og metan fra avfallsdeponi (0,8 mill. tonn CO₂-ekv.) og oppvarming 0,6 mill. tonn CO₂-ekv. (SSB, 2022).

2.5.2 Virkemidler

Import og bruk av fluorgasser (HFK, PFK og SF₆) er omfattet av ulike regelverk, og tilsiktede utslipp er forbudt. I 2018 ble det innført importrestriksjoner for å fase ned import av fluorgasser. I tillegg er det særavgift på import og produksjon av fluorgasser. Dersom aktørene reduserer sine utslipp ved å returnere gassen til godkjent anlegg for destruksjon, vil de få refundert betalt avgift.

Utslipp fra oppvarming varierer fra år til år med temperaturen, men har gått kraftig ned, blant annet på grunn av forbudet mot oljefyring fra 2020. Bruk av gass til oppvarming av veksthus har tidligere vært fritatt for CO₂-avgift, men dette fritaket ble opphevet i 2022 og erstattet med en redusert sats som gradvis skal oppjusteres til det generelle avgiftsnivået. I 2009 ble det innført forbud mot deponering av biologisk nedbrytbart avfall, blant annet for å redusere utslipp av metan fra avfallsdeponi. I tillegg skal metan fra eksisterende deponi samles opp og brennes (med eller uten energigjenvinning).

3. Forvaltningens behov for analyser på klimafeltet

3.1 Innledning

I arbeidet med å redusere klimagassutslippene har forvaltningen behov for ulike analyser for å ta gode beslutninger. Utvalget har som del av sitt arbeid sett nærmere på hvilke utredninger som har vært gjennomført i forbindelse med tidligere klimameldinger og i rapporteringen til Stortinget. Utredning av konsekvensene av klimamål, utslippseffekten og konsekvensene av konkrete tiltak og virkemidler, og kunnskap om hvordan Norge ligger an i forhold til internasjonale forpliktelser og nasjonale utslippsmål er sentralt. Analysene benyttes både som underlag for politiske beslutninger og til rapportering nasjonalt og internasjonalt.

Parisavtalen binder alle land til å sende inn et nasjonalt fastsatt bidrag (mål) til Parisavtalen hvert femte år. Norge har forankret en slik femårig syklus for utviklingen av Norges klimamål i klimaloven (2017). Det neste målet for perioden etter 2030 skal meldes inn i 2025. Norge har inngått en avtale med EU om samarbeid om å nå Norges klimamål for 2030 under Parisavtalen. Gjennom dette samarbeidet har Norge et årlig utslippsbudsjett for ikke-kvotepfiktige utslipp i perioden 2021-2030, og mål for skog- og arealbruk for periodene 2021-2025 og 2026-2030. Regjeringen og Stortinget kan også ønske å sette ytterligere mål for utslippskutt, enten nasjonalt eller begrenset til utvalgte deler av økonomien. Gjennom EØS-avtalen vil det også kunne komme regelverk som innebærer at Norge pålegges konkrete mål for utslippsreduksjoner.

Hva slags prosess underlaget skal benyttes inn i kan ha konsekvenser for valg av metode. I kapittelet om klimastyringssystemet i Regjeringens klimastatus og -plan 2022 (Særskilt vedlegg til Prop.1 S (2022-2023)) beskrives regjeringens arbeid med å integrere klima tettere i arbeidet med å utforme statsbudsjettet. Siden det er kort tid fra siste budsjettkonferanse til framleggelse av de årlige budsjettproposisjonene vil det for beregning av utslippseffekt av planlagt politikk være særskilt behov for modeller og metoder som er fleksible og som kan benyttes raskt av forvaltningen selv, eller at det foreligger informasjon om klimavirkning i de ordinære utredningene av statlige virkemidler og tiltak.

Regjeringen varslet i deres klimastatus og -plan 2022 at man vil legge fram jevnlig stortingmeldinger om klima i tillegg til den årlige rapporteringen til Stortinget i Klima- og miljødepartementets budsjettproposisjon gjennom klimastatus og -plan. I forbindelse med utarbeidelse av nye klimamål hvert femte år og jevnlig klimameldinger vil prosessene med å utarbeide underlaget ikke være like tidskritiske som i forbindelse med budsjettprosessen. I tillegg er det årshjul for jevnlig rapportering nasjonalt og internasjonalt som også legger føringer for når underlag må være klart.

Utslippseffekter og kostnader, herunder blant annet utslippseffekt per krone, er viktig styringsinformasjon. I tillegg kan det være behov for annen informasjon som fordelingseffekter, virkningen på etterspørselen etter knappe ressurser eller hvordan priser, næringsstruktur og konkurransevne påvirkes. Siden klimapolitikken øker etterspørselen etter klimavennlig kraft, kapasitet i strømmettet, biomasse og eventuell kapasitet for CO₂-lagring, er det behov for kunnskap om helhetlige virkninger for disse markedene. Konsekvenser for andre natur- og miljømål er også relevant å belyse.

3.2 Nærmere om rapporteringskrav

Klimaloven fra 2017 lovfester Norges klimamål for 2030 og 2050 og inneholder en rapporteringsbestemmelse (Klimaloven, 2017). I tillegg til denne nasjonale rapporteringen til Stortinget stilles det krav til internasjonal rapportering på norske forpliktelser på klimaområdet. Norges internasjonale forpliktelser følger av Parisavtalen og avtalen om felles oppfyllelse med EU.

3.2.1 Nasjonale rapporteringskrav

Den norske klimaloven trådte i kraft 1.1.2018. Formålet med klimaloven er etter § 1 i loven å «fremme gjennomføring av Norges klimamål» og å «fremme åpenhet og offentlig debatt om status, retning og framdrift i dette arbeidet». Det angis nærmere føringer for den årlige redegjørelsen i § 6:

I budsjettproposisjonen for neste års statsbudsjett skal regjeringen redegjøre for

- a. hvordan Norge kan nå klimamål som nevnt i §§ 3-5.
- b. klimaeffekten av fremlagt budsjett.

Regjeringen skal, basert på et faglig grunnlag, hvert år overfor Stortinget på egnet vis redegjøre for

- a. utviklingen i utslipp og opptak av klimagasser, framskrivninger av utslipp og opptak og gjennomføring av klimamål som nevnt i §§ 3-5
- b. hvordan Norge forberedes på og tilpasses klimaendringene
- c. en oversikt som synliggjør sektorvise utslippsbaner innenfor ikke-kvotepfiktig sektor og hvilke typer tiltak som vil være nødvendige for å realisere disse
- d. status for Norges karbonbudsjett, også innenfor et eventuelt klimasamarbeid med EU om felles oppfyllelse av klimamål.

I henhold til klimaloven skal regjeringen årlig redegjøre for Stortinget en oversikt som synliggjør sektorvise utslippsbaner innenfor ikke-kvotepfiktig sektor og hvilke typer tiltak som er nødvendige for å realisere disse. For ikke-

kvotepliktig sektor er det derfor særskilt behov for metoder og modeller som kan synliggjøre effekten av ulike tiltak og virkemidler (eller grupper av tiltak og virkemidler) for transport, jordbruk og øvrige ikke-kvotepliktige sektorer

3.2.2 Internasjonale rapporteringskrav

De internasjonale rapporteringsforpliktelsene innebærer at Norge rapporterer til FN i tråd med Norges forpliktelser under FNs klimakonvensjon, Parisavtalen og til EFTAs overvåkingsorgan ESA på klimaavtalen med EU⁶. Norges rapportering er grunnlaget når ESA skal vurdere om Norge oppfyller forpliktelsene i klimaavtalen. Hva Norge skal rapportere følger av reglementet til FNs klimakonvensjon og Parisavtalen og de bestemmelsene i EUs styringssystemforordning og dens gjennomføringsrettsakter som Norge har inkludert i klimaavtalen med EU.

Det skal rapporteres på historiske utslipp og opptak, utslippseffekten av tiltak og virkemidler samt framskrivinger av utslipp og opptak. I de internasjonale retningslinjene for rapportering av tiltak og virkemidler under Parisavtalen og Klimakonvensjonen skilles det mellom iverksatte, vedtatte og planlagte tiltak. Retningslinjene for rapportering under Klimakonvensjonen spesifiserer at for iverksatte tiltak og virkemidler må en eller flere av følgende gjelde: 1) virkemiddelet eller tiltaket er lovfestet i nasjonal lovgivning, 2) en eller flere frivillige avtaler er inngått, 3) det er bevilget økonomiske midler eller andre ressurser. Vedtatte tiltak og virkemidler er vedtatt politisk og det foreligger en forpliktende plan for implementering. Planlagte tiltak og virkemidler er mulige tiltak og virkemidler i planer, eller som diskuteres, med en realistisk mulighet for gjennomføring.

Framskrivinger av utslipp og opptak av klimagasser er basert på at iverksatte og vedtatte tiltak og virkemidler

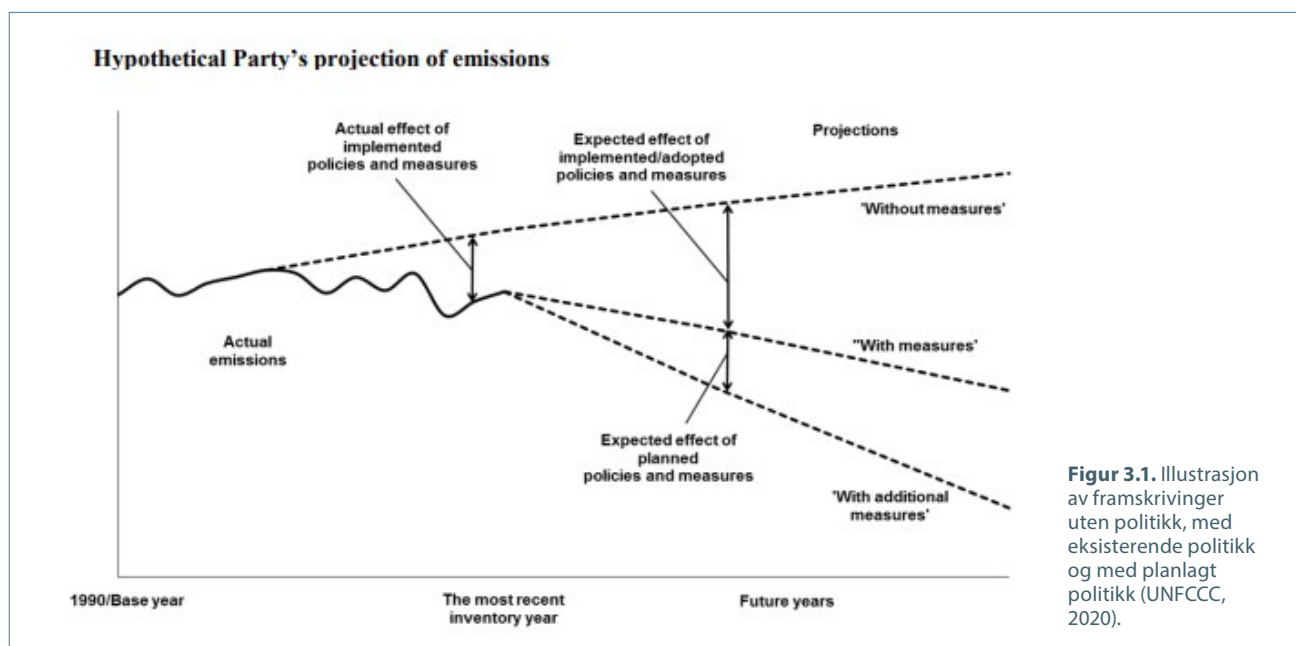
inntil et visst tidspunkt videreføres. I den internasjonale rapporteringen kalles dette en framskriving med eksisterende politikk (projections with existing measures - WEM). Land kan også rapportere framskrivinger som reflekterer ytterligere tiltak og virkemidler enn det som ligger framskrivingen med eksisterende politikk, og dette kalles en framskriving med planlagt politikk (projections with additional measures - WAM). I tillegg kan det rapporteres på framskriving uten politikk (projections without measures – WOM).

Figur 3.1 er hentet fra FNs retningslinjer for rapportering og viser de ulike framskrivingene.

I tillegg skal landene rapportere spesifikt på klimatiltak og virkemidler. FN bruker begrepet «Policies and Measures» (PaM). Rapporteringen under Parisavtalen skal fokusere på de klimatiltak og virkemidler med størst effekt på å redusere utslipp eller øke opptak. Informasjonen skal blant annet inneholde informasjon om hvilke klimagasser som påvirkes og hvorvidt klimatiltakene og virkemidlene er implementert, vedtatt eller planlagt. Der det er mulig skal rapporteringen også inkludere beregnet klimaeffekt, både historisk og framover i tid.

3.3 Ulike analysebehov

Utvalget har i det videre valgt å dele analysebehovene i fire. Inndelingen benyttes både i dette kapittelet og i den videre drøftingen av ulike metoder i resten av denne rapporten. Metoder for å vurdere klimamål og mulige strategier for å nå disse drøftes i kapittel 6, mens metoder for å beregne effekten av dagens vedtatte og planlagte politikk framover i tid og status for måloppnåelse drøftes i kapittel 7. I kapittel 8 vurderer utvalget metoder for utredning av konkrete virkemidler og grupper av virkemidler. Drøfting av metoder



Figur 3.1. Illustrasjon av framskrivinger uten politikk, med eksisterende politikk og med planlagt politikk (UNFCCC, 2020).

⁶Kravene for rapportering under Parisavtalen (beslutning 18/CMA.1) er noe mindre detaljert enn kravene for rapportering under Konvensjonen (beslutning 6/CP.25). Det er en beslutning om at rapportering under Parisavtalen innfrir kravene til rapportering under Konvensjonen, med videre tekst spesifiserer om kravene er under Parisavtalen eller Konvensjonen.

for å vurdere klimaeffekten av framlagt budsjett er tema for en egen rapport fra utvalget (TBU klima, 2023a).

Flere av de samme metodene og modellene benyttes til litt ulike analyseformål, og underlaget som ligger til grunn for beslutninger om ny politikk benyttes også i rapporteringen til Stortinget og internasjonalt. For en generell beskrivelse av metodene som inngår i vurderingene, se kapittel 5.

3.3.1 Vurdering av klimamål og strategier

Analysebehov: Hva skal være nivået på nye klimamål og hvilke strategier kan brukes for å nå disse?

I arbeidet med å utvikle nye eller forsterkede klimamål er det behov for en oversikt over det tekniske potensialet for utslippsreduksjoner og opptak, samt ulike konsekvenser og kostnader av å nå målet.

Som grunnlag for å utarbeide klimaplaner og eller strategier er det også behov for en oversikt over mulige tiltak og virkemidler, og virkninger av disse.

Dagens lovfestede klimamål for 2030 og 2050 og klimaavtalen med EU, som innebærer et årlig utslippsbudsjett for perioden 2021-2030, gjør at det er behov for kunnskap om mulighetene for utslippskutt og konsekvenser på kort, mellomlang og lang sikt.

Regjeringen har varslet at den vil videreutvikle klimapolitikken både gjennom den årlige klimastatus og -plan, som publiseres sammen med statsbudsjettet, og gjennom jevnlig klimameldinger. I tillegg legges det fram ulike planer og strategier, for eksempel innen grønn skipsfart eller anleggsplasser i transportsektoren. Inn i alle disse prosessene er det behov for underlag som viser mulighetene for utslippskutt, barrierer og aktuelle virkemidler.

I tillegg blir det som en følge av strammere mål og behov for større utslippskutt nødvendig å ha bedre oversikt over virkninger i ulike markeder. Klimapolitikken øker etterspørselen etter klimavennlig kraft, behovet for kapasitet i strømmettet, biomasse og eventuell kapasitet for CO₂-lagring. Informasjon om fordelings effekter og eventuelt andre hensyn som hvordan andre natur- og miljømål, næringsstruktur og konkurranseevne påvirkes er også viktig i politikktutforming.

I kapittel 6 Vurdering av klimamål og mulige strategier gis det en oversikt over dagens praksis og eksempler på analyser som har blitt gjennomført i forbindelse med dagens mål for 2030 og 2050, og en drøfting av metodebruk.

3.3.2 Status for måloppnåelse

Analysebehov: Hva er virkningen av vedtatt og planlagt politikk framover i tid og hva er status for måloppnåelse?

Et sentralt spørsmål i arbeidet med klimapolitikken er hva som er effekten av dagens politikk på utslipp og opptak framover i tid. I rapporteringen både nasjonalt og internasjonalt skal det redegjøres for hvordan Norge ligger

an til å nå klimamålene. Dagens klimalov har lovfestede mål for 2030 og 2050.

Som grunnlag for denne rapporteringen på måloppnåelse må forvaltningen ha oppdaterte anslag på Norges forventede framtidige klimagassutslipp. Utslippsframskrivingen er et anslag på utviklingen i utslipp framover gitt at den klimapolitikken som allerede er vedtatt og innført holdes uendret framover i tid. Siden 2021 har det også vært lagt fram anslag på forventet utslippseffekt av planlagte endringer i virkemiddelbruken i forbindelse med statsbudsjettet. I rapporteringen til Stortinget beskrives dette som en *effektberegning av planlagt politikk*. Utslippsframskrivingen og effektberegningen av planlagt politikk gir samlet grunnlag for å vurdere hvordan Norge ligger an til å nå de ulike klimamålene, og for analyser av ytterligere virkemiddelbruk.

I kapittel 7 Status for måloppnåelse – framskriving av utslipp og opptak med vedtatt og planlagt politikk redegjøres det for dagens praksis og utvalget drøfter sentrale problemstillinger i arbeidet og vurderer ulike metoder.

3.3.3 Analyser av virkemidler

Analysebehov: Hvordan påvirker ulike virkemidler (eller kombinasjoner av virkemidler) utslipp av klimagasser og hva er kostnadene knyttet til disse?

Når konkrete virkemidler skal vurderes nærmere må disse utredes. Det gjennomføres mange slike utredninger med ulikt omfang av ulike etater og andre virksomheter i dag. Utredningsinstruksen gir føringer for hvordan statlige utredninger skal gjennomføres for å sikre god kvalitet på beslutningsgrunnlaget for departementene og regjeringen.

Utredningsinstruksen inkluderer et krav om forholdsmessighet. En utredning skal være så omfattende og grundig som nødvendig for å oppnå et godt beslutningsgrunnlag. Denne vurderingen må baseres på om virkemiddelet som vurderes reiser prinsipielle spørsmål, hvor vesentlige man forventer at virkningene av tiltakene blir, og hvor mye tid man har til rådighet.

Som et minimum skal alle utredninger besvare seks grunnleggende spørsmål: 1) hva er problemet, og hva vil man oppnå, 2) hvilke tiltak er relevante, 3) hvilke prinsipielle spørsmål reiser tiltakene, 4) hva er de positive og negative virkningene av tiltakene, hvor varige er de, og hvem blir berørt, 5) hvilket tiltak anbefales, og hvorfor og 6) hva er forutsetningene for en vellykket gjennomføring (DFØ, 2023a).

Utredningsinstruksen angir når det skal gjennomføres en samfunnsøkonomisk analyse i henhold til veileder for samfunnsøkonomisk analyse, men ikke hvilken metode som bør ligge til grunn for tallfesting av effekter av virkemidler. Instruksen sier at all tilgjengelig, relevant kunnskap bør tas i bruk i utredningen. Dersom ny forskning/utredning er nødvendig, bør dette vurderes etter prinsippet om forholdsmessighet.

Metoder for virkemiddelanalyser drøftes i kapittel 8. Mens utvalget i kapittel 6 og 7 drøfter framgangsmåter for utslippsframskrivinger og virkninger av samlet

virkemiddelbruk nasjonalt eller på sektornivå, vurderer utvalget i dette kapitlet metoder for å analysere ulike typer virkemidler og grupper av virkemidler.

3.3.4 Klimaeffekt av budsjett

Analysebehov: Hva er klimaeffekten av statsbudsjettet?

Som underlag inn i arbeidet med statsbudsjettet og i rapporteringen på framlagt budsjett til Stortinget trenger forvaltningen oversikt over klimaeffekten av budsjettet. Regjeringen varslet i rapporteringen til Stortinget i klima- og miljødepartementets budsjettproposisjon i 2022 (Prop. 1 S (2022-2023)b) at de gjennom sitt klimastyringssystem har startet et arbeid med å integrere klima tettere i arbeidet med å utforme statsbudsjettet.

Forslag som fremmes i statsbudsjettet vil være del av den planlagte politikken som omtales i avsnitt 3.3.2 i dette delkapitlet, men i tillegg skal regjeringen i henhold til rapporteringsbestemmelsen lovfestet i klimalovens (2017) § 6 i budsjettproposisjonen for neste års statsbudsjett redegjøre for klimaeffekten av framlagt budsjett. Det presiseres i forarbeidene til klimaloven at der en mangler treffsikker metodikk, vil dette punktet måtte oppfylles gjennom tekstlige beskrivelser etter beste faglige skjønn av de satsingene i budsjettet som en antar har vesentlig effekt på klimagassutslippene. Det har gjennom mange år vært en egen rapportering fra de ulike departementene på klimaeffekten av budsjettforslaget. I senere år er vurderingene blitt tettere knyttet til måloppnåelsen for 2030-målet. Det har så langt vært gitt anslag for klimaeffekt for noen større poster i budsjettforslaget.

Utvalget har utarbeidet en egen temarapport om metoder for å vurdere klimaeffekten av framlagt budsjett. Fordi statsbudsjettet er en delmengde av den planlagte politikken som inngår i vurderingen av måloppnåelse, inngår også dette analysebehovet delvis i metodevurderingen i kapittel 7. I kapittel 8 diskuteres metoder for å analysere virkemidler på og utenom statsbudsjettet.

4. Kriterier for å vurdere metodene

Overordnet bør metodene kunne brukes til klimaanalyser som inngår i myndighetenes kunnskaps- og beslutningsgrunnlag i tråd med de behov som forvaltningen har. Disse behovene ble drøftet i kapittel 3. Det er flere forhold som er av betydning for om metodene kan brukes til klimaanalyser. Utvalget har i vurderingen av metodene tatt utgangspunkt i seks overordnede kriterier:

1. Hvor gode er metodene til å produsere treffsikre anslag på virkningene, særlig utslipp av klimagasser og kostnader? (**Treffsikkerhet**)
2. Hvor enkelt er det å oppdatere metodene i henhold til ny kunnskap om blant annet utslippsreduksjonsmuligheter, samt tilpasse metodene til ulike analysebehov? (**Fleksibilitet**)
3. Hvor lett er det å tolke og vurdere resultatene? (**Transparens**)
4. Hvor egnet er metoden til å synliggjøre usikkerhet i metoderesultatene? (**Usikkerhet**)
5. Hva kreves av ressurser til bruk, oppdatering og videreutvikling for at metoden skal være egnet til formålet, og er ressursbruken forholdsmessig? (**Ressursbruk og forholdsmessighet**)
6. Hvor tilgjengelige er metodeverktøy og analyser for forvaltningen, og i hvilken grad kan de påvirke metodeutviklingen. (**Tilgang og innflytelse**)

Alle kriteriene over kan sies å være av betydning for om metodene gir gode klimaanalyser som kan inngå i myndighetenes kunnskaps- og beslutningsgrunnlag i tråd med de behov som forvaltningen har, og som ble drøftet i kapittel 3. Hvilken vekt som skal legges på det enkelt kriterium vil kunne variere med hva analysen skal brukes til, og hvilke politiske prosesser den skal utgjøre et beslutningsgrunnlag for. For eksempel i forhandlinger om statsbudsjettet har forvaltningen behov for å gjennomføre analyser (kriterium 6), de må gjøres raskt (kriterium 5), noe som kan gå på bekostning av transparens (kriterium 3) og treffsikkerhet (kriterium 1). I slike tilfeller må det vurderes om hensynet til for eksempel fleksibilitet, tilgang og innvirkning bør prioriteres på bekostning av lavere treffsikkerhet. I andre prosesser vil det være rom for å gjennomføre mer omfattende analyser og det er ikke nødvendigvis avgjørende at forvaltningen selv sitter på metodene. Kriterium 1 om treffsikkerhet er likevel helt grunnleggende. Alle metoder må være treffsikre nok for å bidra med nyttig informasjon til beslutningstakere.

De neste avsnittene beskriver de seks kriteriene nærmere.

4.1 Treffsikkerhet

Alle metoder er basert på antakelser og forenklinger av virkeligheten, og det vil alltid være usikkerhet knyttet til resultatene fra en analyse. For å vurdere metodenes treffsikkerhet må det vurderes om analysens

forutsetninger, herunder modellmekanismer dersom metoden innebærer bruk av modell, er realistiske og relevante for problemstillingene man vil analysere. Det er viktig å vurdere hvor godt metoden beskriver endringer i atferd som følge av endret virkemiddelbruk, hvorvidt metoden har et aggregeringsnivå som er egnet for formålet (næringsinndeling, teknologier, inndeling etter EU-pilarene) og hvorvidt metoden tar hensyn til relevante samspillseffekter. Videre må det vurderes i hvilken grad metodene har en god beskrivelse av relevante virkemidler. Det er også viktig at metodene har et godt datagrunnlag, inkludert om modellenes parameterverdier gir en god representasjon av aktørenes tilpasninger.

En annen tilnærming til å vurdere treffsikkerhet er å etterprøve resultater fra bruk av metoden, for eksempel i utslippsframskrivninger. Det kan gi informasjon om metodens evne til å anslå faktisk utvikling og hva som er årsaken til avvik mellom faktisk og anslått utvikling.

4.2 Fleksibilitet

Dersom metodene er fleksible, kan de enkelt tilpasses ulike typer analyser og problemstillinger. Metodene må kunne brukes til analyser som brukes i utredninger av ny politikk og det er viktig å kunne inkludere nye tilpasningsmuligheter, for eksempel som følge av nye teknologier, som (raskt) dukker opp. Hvor enkelt det er å legge inn eller ta hensyn til nye virkemidler, data og teknologier i en metode har betydning for metodens relevans, samt hvor ressurskrevende det er å tilpasse metoden til endrede behov.

Beslutningstakere kan også vektlegge andre virkninger enn bare utslipp og kostnader. Det kan for eksempel gjelde fordelings effekter med hensyn på inntekt og geografi. Metoder som skal benyttes i beslutningssituasjoner der dette er viktig, bør også kunne legge til rette for å analysere slike virkninger.

4.3 Transparens

En av forvaltningens oppgaver er å forklare og tolke resultatene av ulike analyser. Det er derfor viktig at metodene som brukes er transparente om viktige forutsetninger og hva metodene kan brukes til og ikke, slik at forklarings- og tolkningsjobben ikke blir mer krevende enn nødvendig. Videre er det en fordel om det foreligger oppdatert dokumentasjon som forklarer sentrale mekanismer, antakelser, og datagrunnlag, samt hvilke problemstillinger metoden er egnet til å analysere og ikke. Transparens rundt forutsetningene i metoden er også en forutsetning for å kunne vurdere resultatene og å etterprøve disse.

4.4 Usikkerhet

En rekke parametere som er nødvendige for å analysere effekten av virkemidler vil alltid være usikre. Det er derfor viktig å vite hvor robuste resultatene er for endringer og usikkerhet i sentrale forhold i analysen. Det er vesentlig å ha informasjon om hvordan resultatene avhenger av antakelser om sentrale faktorer i den enkelte analyse (befolkningsvekst, utvikling i eksogene priser osv.) og av parameterverdiene i modellen. Et relevant spørsmål er om det finnes god dokumentasjon og følsomhets-/scenario-/usikkerhetsanalyser, som viser hvilke forutsetninger som har størst betydning for resultatene, og om det foreligger analyser som viser hvordan resultatene påvirkes av endringer i sentrale forutsetninger.

En annen form for usikkerhet er hvordan aktørene responderer på usikkerhet knyttet til framtidig utfall. Det kan være usikkerhet knyttet til hvordan sentrale parametere utvikler seg eller politisk usikkerhet. Denne form for usikkerhet fanges ikke opp ved statistiske følsomhets- og scenarioanalyser, men kan delvis fanges opp ved simuleringer eller stokastiske dynamiske analyser. Om metoden fanger opp at realisering av de usikre parameterne kan endre atferd, er også et spørsmål om treffsikkerhet.

4.5 Ressursbruk og forholdsmessighet

Utredningsinstruksen bygger på et krav om forholdsmessighet. En utredning skal være så omfattende og grundig som nødvendig for å oppnå et godt beslutningsgrunnlag. Det vil i hvert enkelt tilfelle måtte gjøres en vurdering av hvor omfattende og ressurskrevende analyse og metodebruk som er nødvendig. Kostnadene ved å bruke metoden må stå i forhold til gevinsten man oppnår i form av forbedret kunnskapsgrunnlag. Det vil kunne være en avveining mellom om det er behov for å bruke en større og mer kompleks modell, eller om det er tilstrekkelig å ta i bruk metoder som er enklere og mindre ressurskrevende.

Det er også slik at stramme tidsrammer kan gjøre det nødvendig med mindre grundige utredninger. I noen beslutningsprosesser vil det være behov for raske vurderinger, og det vil derfor være relevant å vurdere metodene ut fra hvor raskt de kan forventes å gi svar avhengig av hvilke beslutningsprosesser de er ment å benyttes til. Dette vil kunne gå på bekostning av andre kriterier om for eksempel treffsikkerhet. Dette vil blant annet kunne gjelde i situasjoner der det er politiske forhandlinger om budsjett i sluttfasen av disse prosessene.

Metodene vil ikke bare vurderes ut ifra hvilke egenskaper de har i dag, men også mulighetene for videreutvikling. Noen metoder må videreutvikles dersom de skal kunne brukes til å svare på analysebehovene. Da bør ressursbruken til videreutvikling av metoden vurderes opp mot merverdien av dette. For eksempel vil dette være et hensyn i avveining mellom å ta i bruk en eksisterende metode eller utvikle en ny metode. Hvor krevende det vil være å videreutvikle metoden avhenger ikke bare om metoden er utviklet

og brukes til andre formål enn klimaanalyser, men hvor fleksible metodene er (jf. omtalen av fleksibilitet over).

4.6 Tilgang og innflytelse

Generelt er det en fordel at forvaltningen har god tilgang til metoden. I noen tilfeller er det en forutsetning at forvaltningen selv kan bruke metodene, for å kunne gjøre analyser som ikke kan offentliggjøres underveis i prosessen. I andre tilfeller er det tilstrekkelig at forvaltningen enkelt kan bestille analyser fra eksterne analysemiljøer. Det er også en fordel at forvaltningen har innflytelse på videreutviklingen av metoden, som for eksempel hva metoden skal kunne svare på, slik at den raskt kan brukes til å svare på aktuelle problemstillinger.

5. Oversikt over metoder som brukes i klimaanalyser for forvaltningen i Norge

Dette kapitlet gir en overordnet beskrivelse av metoder som utvalget vurderer som særlig relevante eller som kan ha egenskaper som kan være relevante for å dekke forvaltningens behov for klimaanalyser. Kapitlet beskriver generelle egenskaper ved metodene som inngår i utvalgets metodevurderinger i kapittel 6 til 8. I vurderingskapitlene vektlegges egenskaper som er vesentlig for det enkelte analyseformål. Kapitlet viser også til enkelte metoder som utvalget tidligere har beskrevet og vurdert som mindre relevante.

I delkapittel 5.1 beskrives sentrale makroøkonomiske modeller, mens partielle modeller som elastisitetmodellen KAJA og sektormodeller for energi, transport og jordbruk beskrives i henholdsvis 5.2 og 5.3. I 5.4 beskrives Miljødirektoratets tiltaksanalyser. I 5.5 beskrives hybride tilnærminger, som kombinerer egenskaper ved de ulike metodene. I avsnitt 5.6 beskrives ulike tilnærminger til scenarioanalyser, mens i 5.6 beskrives økonometriske metoder.

Den enkelte metode er beskrevet og vurdert i detalj i utvalgets tidligere rapporter. Formålet med denne rapporten er å gjøre en samlet vurdering og komme med anbefalinger til utvikling av metodeapparatet i lys av forvaltningens behov.

5.1 Makroøkonomiske modeller

En makroøkonomisk modell er en forenklet representasjon av hele økonomien til ett eller flere land. Makromodeller er særlig utviklet for å studere endringer som omfatter flere næringer og samfunnssektorer, og til prognoser og framskrivninger. Til sammenligning vil partielle modeller ikke kunne fange opp virkninger utenom de avgrensede næringene som studeres, slik som virkninger på og via andre næringer ved at priser og inntekter i andre næringer påvirkes. Samtidig har makroøkonomiske modeller som regel mindre detaljert spesifisering av ulike teknologier og mer aggregerte næringer enn partielle modeller, slik at resultatene kan være mindre relevante for analyser av enkelt næringer.

5.1.1 Generelle likevektsmodeller

Numeriske generelle likevektsmodeller (CGE-modeller – computable general equilibrium models) er mye brukt til ulike klimaanalyser, og det finnes flere slike modeller for norsk økonomi. Disse er grundig beskrevet og vurdert i utvalgets temarapport om makromodeller til bruk i

klimaanalyser fra 2021 (TBU klima, 2021).

SNOW-modellene er en familie med generelle likevektsmodeller med liknende struktur, som er utviklet og driftes av Statistisk sentralbyrå (SSB) for langsiktige studier av miljø- og klimapolitikk og utslippsutvikling. SNOW-NO er en dynamisk-rekursiv modell for Norge og brukes både av Finansdepartementet og SSB. Finansdepartementet benytter modellen til utslippsframskrivninger og til å vurdere utslippsvirkninger av avgiftsøkninger. SNOW-NO kan brukes til å analysere mange typer virkemidler, også virkemidler som ikke har en klimapolitisk begrunnelse, og særlig skatter, avgifter og subsidier som er knyttet til ulike produksjons-, faktorinnsats- og konsumaktiviteter.

I SNOW-NO er økonomien liten og åpen, med substitusjon mellom importerte og hjemmeproduerte varer, og mellom eksport og salg til hjemmemarkedet. Verdensmarkedspriser er eksogent gitt. Modellen er dynamisk rekursiv⁷. Aktørene tar derfor ikke innover seg endringer i politikk eller andre forhold fremover i tid. Modellen antar full kapital- og arbeidsmobilitet og fanger derfor ikke opp at det tar tid før ledige ressurser får en alternativ bruk. Unntaket er treghet i utskiftingen av kjøretøy for veitransport, der eldre årganger forblir i bilparken til de vrakes.

Utslipp kan reduseres gjennom redusert produksjon og forbruk, mindre utslippsintensiv sammensetning av konsum og produksjon, samt teknologiske endringer innad i næringene. Sistnevnte vil foregå på ulike måter i modellen, enten ved at eksplisitte teknologier med ulik utslippsintensitet kan substituere hverandre eller ved at energibruk eller energimiks endres. Et eksempel på substitusjon mellom eksplisitte teknologier, er modelleringen av husholdningens valg av kjøretøy. Husholdningene etterspør kollektivtransport (med vei, jernbane, fly og sjø) og privat bilkjøring. Til bilkjøring kan husholdningen velge mellom å bruke eksisterende bil eller kjøpe en ny. Disse består igjen av elbiler og fossilbiler (bensin- og dieslbiler). Sistnevnte kan også bruke bioinnblanding i drivstoffet. Alle biler er antatt å ha en gitt levetid. Modellen holder dermed orden på sammenhengen mellom innfasing og utfasing av biler, sammensetningen og størrelsen på bilparken. Det er modellert reduksjoner i importprisene på elbiler fram i tid og økende substitusjonselastisitet mellom el- og fossilbiler for å reflektere en forventning om at bruksområdene blir likere. Tilpasningen påvirkes blant annet av virkemidler som avgifter på drivstoff, elektrisitet og biler, bioinnblandingskrav og lokale elbilfordeler.

SSB opplyser om at SNOW-NO er videreutviklet siden

⁷ Dynamisk rekursive modeller løses som en serie statiske modeller som bindes sammen av kapitalutviklingen fra en periode til neste. I denne typen modeller tar aktørene beslutninger basert på at de økonomiske forholdene vil være uendret i fremtiden, og aktørene er dermed myopiske (nærsynte) (TBU klima, 2021).

utvalget vurderte modellen i 2021 for å bedre representere utslippskilder og muligheter for atferdsendringer som respons på endringer i klimavirkemidler, eller andre forhold som påvirker aktørenes tilpasninger. Modellforbedringene har foreløpig funnet sted for sektorer som i dag er regulert av innsatsfordelingen i avtalen mellom Norge og EU: kommersiell landtransport, kommersiell sjøtransport og avfallssektoren.

Kommersiell landtransport modelleres nå tilsvarende transport i husholdningene. Aktørene kan velge mellom nye og gamle kjøretøy med elektrisk- og forbrenningsmotor. Som for husholdningene, brukes drivstoff med bioinnblanding, dersom virkemiddelbruken tilsier det. Salgsandelen og beholdningsandelen for el-kjøretøy er kalibrert til faktiske andeler for varebilsegmentet. Det er satt elastisiteter og importprisforhold konsistente med dem for kjøretøy i husholdningene. Gitt dette vil etterspørselen og tilbudet av ulike kjøretøy i sektoren bestemmes endogen. Alle næringer bruker egentransport. SSB opplyser at siden forekomstene av dette er små i andre næringer enn kommersiell landtransport, er modelleringen av egentransport i øvrige næringer ikke videreutviklet.

Modelleringen av sjøtransport likner løsningen i SNOW-NOs forgjenger MSG-TECH (Fæhn et al., 2013a), det vil si at en grensekostnadskurve blir kalibrert for sektoren som helhet. Utgangspunktet er utslippsreduksjonspotensial og kostnader for tiltak beskrevet i Klimakur 2030 (Miljødirektoratet et al., 2020). Viktige teknologier er biodrivstoff, batterier, hydrogen, LNG og ammoniakk. Modulen vil oppdateres når nasjonal og europeisk sjøfart skal innlemmes i kvotepliktig sektor.

Det pågår forbedring av modelleringen av avfallssektoren. Utslippene fra avfallssektoren har to store kilder: CO₂-utslipp i forbindelse med avfallsforbrenning og metanutslipp fra deponier. Ny modul for metanutslipp fra deponering i SNOW-NO skal reflektere at deponering av avfall har vært forbudt i mange år. Det vil si at utslippene i modellen er eksogene og fallende. Videre arbeid med avfallssektoren innbefatter særlig å vurdere sammenhengen mellom avfallsforbrenning og fjernvarme. Dette arbeidet forventes å ferdigstilles i 2024.

Modellen kalibreres basert på data fra nasjonalregnskapet og utslippregnskapet for et bestemt basisår (2018 i nåværende versjon). Elastisiteter i modellen er skjønnsmessig bestemt basert på empiriske studier og ekspertvurderinger. Mange substitusjonselastisiteter er satt likt på tvers av næringer (TBU klima, 2021). Bakgrunnen er at den empiriske litteraturen som til grunn viser lite variasjon. Substitusjonselastisiteten mellom fossil- og elbiler er kalibrert til å samsvare med regjeringens framskrivninger av utviklingen i fossil- og elbilbeholdningene SNOW-DYN er en intertemporal dynamisk variant av SNOW. I denne modellvarianten antas det at aktørene perfekt forutser og forholder seg rasjonelt til framtidige endringer i rammebetingelser og økonomisk utvikling. På samme måte som SNOW-NO, modellerer SNOW-DYN Norge som en liten, åpen økonomi som tar internasjonale forhold som eksogent gitt. Modellen er ikke utviklet spesielt for klimapolitiske

analyser. SNOW-DYNs kryssløp er basert på samme nasjonalregnskapsdata og har tilnærmet lik disaggregering som SNOW-NO med unntak av tilpasningene til klimapolitiske studier beskrevet ovenfor.

SNOW Global (SNOW-GLO) er en global generell likevektsmodell, der Norge håndteres som én av flere regioner. Modellen har blitt brukt i enkelte oppdrag for forvaltningen. Primært har den vært brukt til forskningsanalyser i SSB. Blant annet har modellen vært brukt til å studere globalt klimapolitisk samarbeid (Böhringer et al., 2021), EU-Norge-samarbeidet, inklusive kvotemarkedet (Fæhn & Yonezawa, 2021) og tiltak mot karbonlekkasjer.⁸

GRACE-Nor er en global generell likevektsmodell med Norge som egen region utviklet av CICERO Senter for klimaforskning. Den er utviklet for å undersøke økonomiske konsekvenser av klimapolitikk og effekter av klimaendringer på økonomien. Modellen er basert på data fra GTAP (Global Trade Analysis Project), mens nasjonalregnskapsdata er brukt for å justere GTAP-dataene for Norge. Modellen kan blant annet brukes til å studere samspill mellom Norge og utlandet.

NOREG 2 og REMES er begge generelle likevektsmodeller for Norge med regional oppløsning (SCGE-modeller). NOREG 2 er utviklet av Transportøkonomisk Institutt (TØI), Vista Analyse, Menon Economics og SSB for analyser av regionaløkonomisk utvikling på lengre sikt. Regioninndelingen er fleksibel og modellen inkluderer fire typer arbeidskraft: ufaglærte/lavutdanning, faglærte med fagutdanning, lavere grads universitets og høyskoleutdanning, og høyere grads universitets og høyskoleutdanning. Modellering av utslipp og klimapolitiske virkemidler er pågående arbeid.

REMES er i hovedsak utviklet av SINTEF og NTNU og finnes i både en rekursivt dynamisk og en intertemporal variant. Modellen brukes primært til å analysere den økonomiske effekten av dekarboniseringsscenarier i Norge knyttet til ulike antakelser om virkemiddelbruk, klimapolitiske, men også andre som reguleringer av arbeidsforhold, teknologisk utvikling og endringer i forbrukeratferd. Den tar eksplisitt hensyn til tilgjengeligheten av naturressurser relatert til energisystemet, som olje og gass, og hvordan tilgjengeligheten av disse ressursene påvirker økonomien. Modellen har i dag fem regioner som samsvarer med kraftprisområdene, men er fleksibel med tanke på antall regioner. Utslipp av klimagasser er inkludert. Se TBU klima (2021) for en mer utfyllende beskrivelse og utvalgets vurdering av makromodellene som beskrives her.

5.1.2 Øvrige makroøkonomiske modeller

KVARTS er en kvartalsvis makroøkonometrisk modell for norsk økonomi som er utviklet og vedlikeholdt av SSB. Modellen er særlig utarbeidet for konjunkturanalyser, prognoser og politikkanalyser av produksjon og sysselsetting i norsk økonomi på kort og mellomlang sikt. Modellen blir brukt av både SSB, Finansdepartementet og NAV i den løpende konjunkturovervåkingen.

⁸ Se for eksempel Böhringer et al. (2017) og Bye et al. (2022). Bye et al. (2022) er et eksempel på en analyse som er utført på oppdrag for forvaltningen.

KVARTS baserer seg på nasjonalregnskapets begrepsapparat og definisjonssammenhenger. Atferdsrelasjonene i KVARTS er tallfestet ved hjelp av statistiske metoder og historiske data fra nasjonalregnskapet innenfor rammen av såkalte likevektsjusteringsmodeller. Det innebærer at produksjonen og konjunktursvingninger på kort sikt i hovedsak er bestemt av utviklingen i samlet etterspørsel. Langsiktsløsningen tar utgangspunkt i at den økonomiske utviklingen er styrt av forhold ved tilbudssiden. Som i andre store makroøkonomiske modeller, er atferdsrelasjonene i KVARTS estimert hver for seg, og ikke som et system.

KVARTS har hittil ikke blitt brukt til klimaanalyser. Det pågår for tiden et prosjekt i SSB med formål om å kartlegge behovet for tilpasninger i KVARTS for finanspolitiske endringer som involverer klima- og energipolitikk og energimarkedsendringer. Så langt i prosjektet er det knyttet utslippskoeffisienter for klimagasser til aktiviteter i modellen. Videre pågår det et modellerings- og estimeringsarbeid for å skille mellom elbiler og fossile biler i konsumsystemet. Det er også planer om å skille ut næringstransport som egen næring, hvor denne vil være et aggregat av transport på vei, bane og sjø. Muligheter og utfordringer knyttet til å videreutvikle KVARTS til bruk i klimaanalyser er nærmere diskutert i kapittel 8.9. Modellen er nærmere beskrevet i utvalgets rapport om makromodeller fra 2021 (TBU klima, 2021) og i Bye et al. (2023).

Makromodellene NORA og NAM er tidligere beskrevet og vurdert av utvalget. NORA er en dynamisk stokastisk generell likevektsmodell (DSGE), og ble i utvalgets rapport om makromodeller (TBU klima, 2021) vurdert som lite egnet til klimaanalyser siden modellen ikke inkluderer utslipp og er svært aggregert. Utvalget pekte samtidig på at egenskaper ved modellen er interessante. NAM (Norwegian Aggregate Model) er en dynamisk makroøkonomisk modell for den norske økonomien, og er nærmere beskrevet og vurdert i et addendum til TBU klima (2021). Modellen inkluderer klimagassutslipp direkte koblet til økonomisk aktivitet, men ikke energivarer. Utvalgets vurdering var at modellen ikke er egnet til analyser av kostnader og andre konsekvenser av virkemiddelbruk, på eller utenfor statsbudsjettet. Verken NORA eller NAM inkluderes i den videre vurderingen av metoder i denne rapporten.

5.2 Elastisitetsmodeller

Finansdepartementet har utviklet elastisitetsmodellen KAJA for å ha en modell som er mindre ressurskrevende å bruke enn SNOW-NO. Modellen kan på kort tid kalibreres til å vurdere virkninger av mer detaljerte avgiftsendringer enn hva som er mulig i SNOW-NO og datagrunnlaget kan oppdateres raskere og med mindre ressursbruk enn SNOW-NO.⁹ Modellen ble først tatt i bruk i arbeidet med statsbudsjettet for 2023, og er nærmere beskrevet i Finansdepartementet (2021a). KAJA skal i utgangspunktet omfatte alle klimaavgiftene (CO₂-avgiften på mineralske produkter, avgift på avfallsforbrenning, avgift på HFK/PFK, avgiften på SF₆, CO₂-avgiften i petroleumsvirksomheten på

kontinentalsokkelen), veibruksavgiften og grunnavgiften på mineralolje. På grunn av manglende anslag på priselastisiteter og priser kan modellen foreløpig ikke brukes til å vurdere virkningen av endringer i CO₂-avgiften i petroleumsvirksomheten og avgiften på HFK/PFK.

Modellen kan også anslå virkninger av endringer i priser som skyldes annen virkemiddelbruk, som for eksempel tilskudd til drivstoff eller omsetningskrav for biodrivstoff. Drivstoff som omfattes av et omsetningskrav er reelt sett blandingsprodukter bestående av en del biodrivstoff og en del fossilt drivstoff. Modellen inkluderer antakelser om andelen biodrivstoff og prisøkning som følger av omsetningskravene. Siden biodrivstoff er fritatt for CO₂-avgift, vil en endring i CO₂-avgiften ha en lavere priseffekt i sektorer med et omsetningskrav enn i sektorer uten. Dette er modellert i KAJA.

KAJA tar utgangspunkt i priselastisiteter for å beregne volumendringene som følger av en økning eller reduksjon i avgiftene. Priselastisitetene er et uttrykk for hvor mange prosent etterspørselen endres når prisen endrer seg med én prosent. Videre brukes det omregningsfaktorer for å regne volumendringene i produkt målt i kg/liter/sm³ om til endringer i utslipp målt i tonn CO₂-ekv. Modellen er basert på langsiktige priselastisiteter. Finansdepartementet

Boks 5-1: Datagrunnlag for KAJA

Volumdata (salg av petroleumprodukter) til modellen hentes fra Skattedirektoratet, som har oversikt over avgiftspliktig omsatt mengde av de ulike produktene. Skattedirektoratets data vil ikke i alle tilfeller gi en tilstrekkelig god fordeling av omsatt mengde på ulike sektorer/aktiviteter. Volumdataene fra Skattedirektoratet suppleres derfor med informasjon fra utslippsregnskapet og Garantikassen for fiskere.

Priselastisitetene som benyttes i modellen er valgt med utgangspunkt i anslag og estimater fra norsk og internasjonal forskning. Finansdepartementet har benyttet norsk forskning der dette er tilgjengelig, som for priselastisiteter for energivarer innen fiskerinæringen. Ellers har de brukt studier som er så nærme i tid og sted som mulig.

Prisene som benyttes i modellen hentes fra flere ulike kilder. For bensin og diesel brukt i veitrafikk publiserer SSB månedlig prisinformasjon. Ellers finnes det ingen offisiell prisstatistikk for bruk av ulike mineralske produkter. Prisene i modellen er derfor satt sammen av ulike offentlig tilgjengelige prislister, eller utledet fra andre informasjonskilder, som for eksempel kostnads kalkylen til jordbruksoppjøret.

Kilde: Finansdepartementet (2021a).

⁹SNOW har basisår som normalt oppdateres hvert 4. år.

opplyser at de antar at elastisitetene som er valgt ut gir rimelig anslag på elastisiteter på mellomlang sikt (6-7 år) i Norge. Modellen kan enkelt omkalibreres med kortsiktige elastisiteter for analyser på kort sikt, men det vil kreve en gjennomgang av forskningslitteraturen for å finne estimater på disse.

KAJA fanger opp overlapp mellom virkemidlene som er i modellen. Det vil si at man kan ta høyde for at det gjennomføres ulike avgiftsendringer og endringer i omsetningskravet som påvirker det samme avgiftsgrunnlaget. Modellen består i utgangspunktet av en rekke lineære ligninger, og inkluderer per i dag ingen krysspriselasiteter. Det vil være mulig å innarbeide dette, dersom det finnes relevante estimater for elastisitetene. Fullstendig dokumentasjon for KAJA finnes i Finansdepartementets beregningskonvensjoner for 2022 (Finansdepartementet, 2021a).

5.3 Sektormodeller

5.3.1 Energimodeller

TBU klima (2020) beskriver og vurderer ulike energimodeller som brukes i Norge. TIMES (The Integrated MARKAL-EFOM System) er et modellrammeverk for å lage energisystemmodeller, som er utviklet i regi av det Internasjonale energibyrådet (IEA-ETSAP, u.å.). NVE og IFE har samarbeidet om å lage en norsk TIMES-modell, hvor modellene har utviklet seg i forskjellige retninger på grunn av ulike behov.

TIMES-modellen til NVE, referert til videre som TIMES-NVE, brukes primært til analyser av energibruksutvikling, men også til helhetlige analyser av energisystemet og samspillet mellom produksjon og forbruk. Den er ikke oppdatert de senere årene. IFEs modellversjon, IFE-TIMES-Norge, er kontinuerlig oppdatert gjennom prosjekter og inkluderer flere teknologier som er relevante i klimaanalyser. Modellen er sist dokumentert i IFE (2023). Modellen er en langsiktig optimeringsmodell for det norske energisystemet med detaljert representasjon av energiproduksjon og energiinfrastruktur, inkludert kraftnettet, og av energibruk i industri (inkludert jordbruk og petroleum), bygninger og transport (inkludert fiske og sjøfart). Modellen inkluderer alle CO₂-utslipp (men ikke utslipp av andre klimagasser). Datagrunnlaget til modellen kommer fra mange ulike kilder, blant annet NVE, og modellantakelser inkluderer informasjon om energietterspørsel (energitjenester, ikke energivarer), drivstoffpriser, strømpriser i land med overføringskapasitet til Norge, fornybare ressurser, tekniske potensialer og tekniske egenskaper til teknologier som investeringskostnader, driftskostnader, virkningsgrad, levetid og læringskurver for teknologiutvikling.

Modellen gir investerings- og driftsbeslutninger som minimerer samlet kostnad for energisystemet gitt at det fremtidige behovet for energitjenester i de ulike sektorene dekkes. Kostnadene inkluderer drifts- og vedlikeholdskostnader, og investeringskostnader i både tilbuds- og etterspørselsteknologier (for eksempel CCS og energieffektivisering i bygninger). Det er mulig å legge inn

begrensninger og tregheter i innfasing av ny teknologi. De fleste TIMES-modeller, inkludert IFE-TIMES-Norge, inkluderer enkelte begrensninger for å for eksempel tilpasse markedet og politikk.

Modellen inkluderer en rekke konkrete teknologivalg som påvirker utslipp av klimagasser. Boks 5-1 gir en oversikt over investeringsmulighetene for å få ned utslipp i prosessindustrien, olje- og gassproduksjon, transport og avfallsnæringen. Siden etterspørselen etter energitjenester er eksogent gitt i modellversjonen som brukes i Norge, fanger den ikke opp substitusjon bort fra utslippintensiv produksjon eller aktivitet, men modellerer detaljert effektiviseringsmuligheter for gitt produksjon/konsum. Modellen inkluderer tilbakevirkninger på etterspørselen etter energivarer, men ikke energitjenester som følge av endringer i priser.

IFE-TIMES-NORWAY inkluderer handel med utlandet, men tilpasninger i energimarkeder i andre land er eksogent gitt. IFE er i gang med å utvikle IFE-TIMES-Europa, en europeisk TIMES-modell, fra å modellere kun el- og

Boks 5-2:

Eksempler på utslippsreduksjonsmuligheter i IFE-TIMES-Norway:

Prosessindustri

- Elektrifisering av fossilt forbruk ved ulike teknologier (varmepumpe, elkjel, biobrensler, biokull)
- Erstatte hydrogen fra naturgass med grønt hydrogen
- CO₂-fangst fra sementproduksjon (inkl. prosessutslipp) og fra metallproduksjon
- Bruk av hydrogen som reduksjonsmiddel
- Trekull istedenfor fossilt kull

Olje- og gassproduksjon

- Elektrifisering av sokkelen
- Elektrifisering av landanlegg
- IFE har koblet noen felter direkte mot havvind

Transport

- Elektrifisering av veitransport, sjøtransport og lufttransport
- Bruk av hydrogen som drivstoff for tungtransport på vei, sjøtransport og luftfart
- Bruk av biodrivstoff

Annet

- CO₂-fangst fra avfallsforbrenningsanlegg
- BECCS og DAC

fjernevarmesektoren til å inkludere hele energisystemet. Formålet er å fange opp samspillet mellom de norske og det europeiske energimarkedene.

I TBU klima (2020) beskrives også LIBEMOD, som er en numerisk modell for de europeiske energimarkedene. Denne modellen er ikke lenger i aktiv bruk, har basisår 2009, og det er ikke planer om videre utvikling/bruk. Den vurderes derfor ikke som metodealternativ her. Se TBU klima (2020) for en mer detaljert beskrivelse av modellen.

En energimodell kan brukes for å fange opp samspill mellom transportsektoren og kraftsektoren. Slike modeller har som regel mer detaljert modellering av kraftmarkedet enn en CGE-modell. IFE-TIMES-Norway har vært brukt i samspill med transportmodellene, blant annet ved at etterspørsel etter ulike typer kjøretøy til godstransport er basert på nasjonal godstransportmodell (NGM) og BIG. I Rosenberg et al. (2023) ble IFE-TIMES-Norway koblet (såkalt soft-linking) til BIG-modellen og Nasjonal Godsmodell.

LIBEMOD har blitt brukt sammen med persontransportmodellene (NTM og RTM) til å analysere konsekvenser for hhv. transport- og elektrisitetssektoren av at den norske bilparken blir elektrisk, samt til å vurdere virkemidler som kan minimere de samfunnsøkonomiske kostnadene (TØI, 2020).

TBU klima (2020) vurderte at det særlig er behov for å forbedre modelleringen av atferd i energimodeller som TIMES og at forutsetninger om teknologi og teknologikostnader må oppdateres ofte nok på områder hvor teknologit utviklingen er rask (for eksempel transport). Det finnes også eksempler på økonomiske analyser av samspillet mellom transportsektoren og kraftsektoren (Wangsness & Halse, 2021).

Balmorel er en partiell likevektsmodell som modellerer energisystemet og er særlig egnet til analyser av elektrisitets- og varmesektoren. Balmorel ble først utviklet på starten av 2000-tallet for analyser av det nordiske energisystemet. Modellen har siden blitt brukt i prosjekter i en rekke land, blant annet til analyser av vindkraftutbygging, forsyningsikkerhet, utvikling av internasjonale elektrisitetsmarkeder, innføring av elektriske kjøretøy i energisystemet, endrede kvotepriser m.m.

Balmorel er en open source-modell, og er fullt transparent med hensyn til modellstruktur, ligninger og data. Utover CO₂-utslipp inkluderer Balmorel også SO₂- og NO_x-utslipp (Wiese et al., 2018). Modellens spesifisering gjør den egnet til både kortsiktig driftsanalyse og investeringsplanlegging på lang sikt, og det er mulig med samtidig optimering av både drift og investeringer. Bottom-up framstillingen av tilbudssiden gjør den videre egnet til analyser av energimarkeder som består av ulike produksjons- og lagringsteknologier. Modellen er datadrevet, og har en høy grad av fleksibilitet med hensyn til tid og rom. Modellstrukturen legger også til rette for å ta inn nye sektorer og teknologier i modellen.

EMPIRE (Backe et al., 2022) er en Europeisk kraftmarkedsmodell utviklet av NTNU som modellerer kraftmarkedene med timesoppløsning (representative timer med sekvenser på flere uker), samtidig som den endogen

håndterer kapasitetsutvidelser og teknologivalg fram mot 2060 (med 5 års oppløsning). Dette er en stokastisk modell som tar med usikkerhet i vind, sol og vannkraft, samt etterspørsel. Styrken til stokastiske kraftmarkedsmodeller med investeringshorisont er at de fanger opp variabiliteten og hvordan den påvirker behovet for kapasitetsutvidelser. Den siste versjonen av EMPIRE er utvidet til å ta med seg etterspørsel etter transporttjenester og industrivarer i sektorer som sement, stål og raffineri. Ved å inkludere teknologivalg i disse sluttbrukersektorene fanger modellen de viktigste aspektene ved sektorkobling med tanke på prioritering av naturgass, hydrogen, ammoniakk og elektrifisering (Durakovic et al., 2023). Denne modellen er således en hybrid mellom en stokastisk kraftmarkedsmodell og en energisystemmodell.

5.3.2 Transportmodeller

Transportvirksomhetenes metodeapparat består av flere modeller. Transportmodellene brukes blant annet for å få kunnskap om endringer i trafikk mønstre som følge av trafikktiltak. Disse er beskrevet og vurdert i rapporten *Transportmodeller til klimaanalyse* (TØI & Menon Economics, 2020) og i utvalgets årsrapport fra 2020 (TBU klima 2020). Persontransportmodellene RTM og NTM6 er partielle modeller basert på detaljerte data om transportbrukere, transporttilbydere og infrastruktur. Nasjonal Godstransportmodell (NGM) er også en partiell modell og brukes sammen med den generelle likevektsmodellen NOREG 2. Godstransportmodellene, NGM og NOREG 2, er heldekkende for varestrømmer innenriks, og dessuten for import, eksport og transitt. Modellsystemet kan deles inn i en etterspørsels- og en tilbudsside. Etterspørselssiden er representert ved et sett varestrømsmatriser, en database over bedrifter i hver sone, og NOREG 2. Tilbudssiden er representert ved kostnadsfunksjoner, en nettverksmodell og en logistikkmodul. Ingen av transportmodellene kan brukes til å modellere teknologivalg. Virkningen av ulike kjøretøysteknologier legges inn eksogen. NOREG 2 modellerer teknologivalg som substitusjon mellom ulike energivarer.

Person- og godstransportmodellene har som sentralt virkeområde å analysere trafikkmessige konsekvenser av endringer i transportinfrastruktur og har derfor en svært detaljert modellering av reise- og godstransportmønstre. Eksempler på bruksområder er utredning av infrastrukturtiltak innen vei og jernbane, pakker av tiltak i større byer og endringer i kollektivtilbud. Videre brukes modellene til framskrivninger av person- og godstransport, blant annet til Nasjonal transportplan (NTP), samt til en rekke andre offentlige plan- og utredningsoppgaver. Analyse av utslippseffekter er ikke hovedformålet med disse modellsystemene, men de kan brukes til å vurdere utslippseffekter av både klimaavgifter (og drivstoffavgifter) og andre økonomiske virkemidler, som bompenger, køprising eller veipricing, eller reisefradraget ved skatteligningen (TØI og Menon Economics, 2020).

Transportmodellene modellerer ikke innfasingstakt for nye teknologier. Bruken av ulike energivarer, som elektrisitet og fossile brenslere, bestemmes i modellen basert på eksogen gitte kjøretøysteknologier. NOREG 2 modellerer

teknologivalg som substitusjon mellom ulike energivarer.

Person- og godstransportmodellene beregner kun de kostnader som påvirker aktørenes valg av transport for eksempel hvor mye de skal reise, hvilke transportmidler de skal benytte og rutevalg osv., men ikke samfunnsøkonomiske kostnader knyttet til endret virkemiddelbruk, som infrastrukturtiltak. Transportvirksomhetene bruker ulike verktøy/metoder til å analysere de samfunnsøkonomiske effektene av infrastrukturtiltak. Statens vegvesen og Nye veier bruker EFFEKT, Jernbanedirektoratet bruker SAGA, mens Kystverket bruker FRAM3. Alle tre er verktøy for sammenstilling av samfunnsøkonomiske effekter. Transportmodellene bidrar med input til disse verktøyene for beregninger av samlende samfunnsøkonomiske virkninger.

I tillegg til de klassiske transportmodellene har TØI utviklet bilgenerasjonsmodellen BIG, som inneholder en egen nybilkjøpsmodell for personbiler. BIG-modellen er først og fremst et regnskapssystem for kjøretøyparken som knytter beholdningen av kjøretøy til strømmene av ulike kjøretøy inn og ut av bestanden hvert år. Nybilkjøpsmodellen kan brukes til analyser av virkningen på salg av nye personbiler av prisendringer og kostnader knyttet til bruk av ulike typer personbiler. Modellen kan brukes til å analysere virkningen av ulike prisvirkemidler rettet mot kjøp (engangsavgifter, mva-regler), avgifter på bruk av energivarer og samspill mellom disse. Sammen med BIG kan modellen brukes til å analysere hvordan endringer i nybilsalget påvirker sammensetningen i personbilparken over tid. I nybilkjøpsmodellen bestemmes markedsandeler for de ulike biltyper som funksjon av kjøpsavgifter spesifisert for hver biltype, drivstoffavgifter og -priser, inkludert strømpriser. Modellen er en logitmodell, hvor sammenhengene mellom pris og bilkjøp estimeres i modellen basert på detaljerte data for ulike biltyper av ulike årganger og egenskaper ved disse, som gjennomsnittlig, typegodkjent CO₂-utslipp fra nye personbiler. Dataene kan aggregeres opp til biltyper som bensinbiler, dieslbiler, elbiler, ladbare hybridbiler og ikke-ladbare hybrider. Modellen kan dermed også brukes for å beregne priselastisiteter for de ulike biltyper. For andre kjøretøy enn personbiler er det ingen egen modell for å beregne etterspørsel etter ulike typer kjøretøy. Man kan likevel framskrive beholdningen av kjøretøy gitt ulike eksogene antakelser om markedsandeler og effekter av virkemidler, for eksempel støtteordninger for nullutslippskjøretøy. Den samlede kjøretøyparken ligger fast i BIG, slik at det ikke er mulig å se på effekter av virkemidler på samlet bilhold. Det er heller ingen informasjon om den som kjøper kjøretøy i modellen, kun én representativ agent som velger biltype.

Transportmodellene er også beskrevet i TBU klima (2020).

5.3.3 Jordbruksmodeller

Jordmod er en statisk partiell likevektsmodell med relativt detaljert modellering av særlig tilbudssiden av jordbrukssektoren i Norge. Etterspørselsiden er også modellert, men i mindre detalj: Innenlandsk etterspørsel er modellert som lineære etterspørselsfunksjoner karakterisert ved egenpris- og noen krysspriselastisiteter for en representativ makrokonsument. Både prisene i

det norske markedet, innenlands produksjon (volum, sammensettning, faktorinnsats og geografisk fordeling) og utslipp av klimagasser fra norsk jordbruksproduksjon bestemmes i modellen, men ikke utslipp fra energibruk. Modellen løses ved at summen av produsent- og konsumentoverskuddet maksimeres innenfor gitte rammebetingelser. Det antas full mobilitet av arbeidskraft og kapital, og det legges vanligvis til grunn en tidshorisont på 10-15 år. Siste versjon av modellen er kalibrert til rammebetingelsene for jordbruket i 2014. Modellen ble nærmere beskrevet og vurdert av utvalget i 2020 (TBU klima, 2020). Siden utvalgets rapport i 2020 har det skjedd noe videreutvikling av modellen:

- I forbindelse med en analyse fra 2021 (Mittenzwei, 2021) ble intensiteten i produksjon av storfe og sau endogenisert slik at forholdet mellom fårinntak og slaktevekt nå bestemmes i modellen.
- I NFR-prosjektet Sustainable Eater (2021-2025) skal helseeffekter av kosthold integreres i modellen. I tillegg estimeres det nye etterspørselstetninger basert på SSBs forbruksundersøkelser fra 2012 og tidligere. I den forbindelse vurderes det også å splitte opp konsumentene i flere grupper etter sosioøkonomiske kriterier.
- I NFR-prosjektet SusFeed – bærekraftig norsk fôrproduksjon (2021-2025) utvides modellen med flere kornprodukter og nye kraftfôrtyper skal legges til – avhengig av hva aktørene i verdikjeden for fôr kommer fram til.
- I NFR-prosjektet Landwell (2021-2025) skal modellen utvides med indikatorer for betalingsvillighet for økosystemtjenester. Samtidig skal representasjonen av den regionale fordelingen av produksjoner og innsatsfaktorer i modellen forbedres.
- En ny modellversjon med basisår 2022 vil være operativ i løpet av 2024.

Jordmod omfatter deler av næringsmiddelindustrien i form av foredlingsprosesser for meieri- og kjøttprodukter med marginer som varierer med produsert mengde og strukturen i industrien. Foredling av andre produkter modelleres også, men for disse produktene holdes foredlingsmarginene uendret. Egne foredlingsmoduler for meieri- og kjøttprodukter minimerer foredlingskostnader gitt produksjonsmengde, stordriftsfordeler på industriledet samt transportkostnader fra produksjonssted til foredlingsindustrien. Markedet for omsetning av foredlede produkter er modellert med frikonkurranse.

CAPRI er en mer aggregert modell en Jordmod, og er utviklet for å modellere landbrukspolitik i EU, men inkluderer også Norge. Denne modellen er også beskrevet og vurdert i utvalgets rapport fra 2020 (TBU klima, 2020). En sammenligning av modellene fra 2018 (Mittenzwei, 2018) viser at Jordmod omfatter noen flere utslippskilder enn CAPRI, men at det benyttes litt enklere metode for utslippsberegninger i Jordmod. Det er stort sett faste utslippskoeffisienter i Jordmod, men utslipp per enhet kan påvirkes av tre variable: melkeytelse, kraftforandel i melkeproduksjon og beiteandel. Andre tilpasninger må legges inn som eksogen endring i

utslippskoeffisient. I CAPRI påvirkes utslippsintensiteten av flere variable (forsammensetning, dyrenes energibehov, gjødslingsintensitet og nitrogenkretsløp), og tilpasningen er derfor i større grad endogent bestemt. Det er også et mer detaljert oppsett i CAPRI for å implementere klimatiltak. Jordmod har mer detaljert modellering av enkeltbruk for å hensynta stordriftseffekter, konsesjonsgrenser og strukturdifferensierte tilskudd.

FarmDyn er en modell for enkeltbruk som kan brukes til å simulere hvordan bønder tilpasninger blir påvirket av økonomiske incentiver. Systemet med enkeltbruk gjør det mulig med betydelig mer detaljert modellering av teknologi enn i Jordmod, og siden tilgang på kapital og arbeidskraft tas som gitt er det tilpasning av drift og intensitet på kort sikt som modelleres. FarmDyn er opprinnelig utviklet i Tyskland, og har nylig blitt anvendt i andre regioner i EU i forbindelse med EU-prosjektet SUSTAINBEEF og LIFT. Den norske versjonen av modellen er utviklet av Ruralis igjennom forskningsprosjekter. Tilpasning av modellen til norske forhold ble gjennomført i det avsluttede prosjektet Climplement, og modellutvikling skjer i en rekke pågående forskningsprosjekter, for eksempel i EU-prosjektet LAMASUS hvor modellens kalibrering forbedres slik at modellen bedre vil reflektere de observerte variablene (innsatsfaktorer, produkter, aktiviteter og teknologi) i basisåret. FarmDyn vil også tilpasses norske forhold i kornproduksjon og utvides med sau. Modellen har også blitt kjørt på driftsgranskingsbruk¹⁰ for å beregne tiltakskostnader av utslippskutt og så skalere opp melkeproduksjon til sektornivå. Det vil for eksempel være mulig å anslå utslippseffekten på referansebrukene (dersom FarmDyn utvides til flere produksjoner) og skalere opp til sektornivå hvis man har gode vekter. Endringene i aktivitet fra enkeltbruksmodellene kan så kombineres med metodene for å beregne utslipp som allerede brukes i utslippsregnskapet.

5.4 Tiltaksanalyser

Tiltaksanalyser belyser kostnads- og utslippsvirkninger av fysiske tiltak, det vil si teknologiløsninger eller andre definerte handlinger som bedrifter, husholdninger og andre kan gjennomføre for å redusere klimagassutslippene. Dette kan for eksempel være overgang til bruk av mindre energiintensive energibærere, energieffektivisering eller lavere konsum av rødt kjøtt. I Norge er det Miljødirektoratet som har hovedansvaret for tiltaksanalyser på klimaområdet, og som har gjennomført analysene. Analysene er ofte gjennomført i samarbeid med andre etater.

Tiltaksanalysene har som formål å synliggjøre potensialet for utslippskutt i ulike sektorer og utslippssegmenter. Analysene bidrar til detaljert informasjon om tiltak, som virkning på utslipp av klimagasser, kostnad for samfunnet (tiltakskostnad), aktører, hvilke barrierer de møter og mulige virkemidler. Metoden for tiltaksanalyser er nærmere beskrevet i TBU klima (2019) og i Miljødirektoratet (2023b). Miljødirektoratet gir også informasjon om ressursbehov

Boks 5-3:

Regnskapsgruppen for klimaavtalen for jordbruket

For å følge opp klimaavtalen mellom regjeringen og jordbruksorganisasjonene, ble det satt ned en regnskapsgruppe bestående av avtalepartene. Landbruksdirektoratet og Miljødirektoratet utgjør sekretariatet for regnskapsgruppa. Regnskapsgruppa skal utarbeide et faglig grunnlag for å vurdere måloppnåelsen i intensjonsavtalen. Mandatet til gruppa er å finne metoder for å bokføre utslippsreduksjoner og opptak som følge av tiltak. Når denne metodikken er utviklet, skal gruppa rapportere progresjon for utslippsreduksjoner og opptak som følge av avtalen til jordbruksoppgjøret hvert år. Det legges opp til to tilnæringsmåter for å belyse utslippsutvikling og effekter av tiltaksgjennomføring: (1) ved å sammenligne bokførte utslipp med referansebanen for klimaavtalen (top-down) og (2) ved å se på effekten av nye, gjennomførte tiltak (bottom-up). Rapporteringen er tredelt. For det første gjøres det årlig opp klimaavtalens regnskap for utslipp og opptak. Det gjennomføres hvert tredje år en gapanalyse hvor tall fra klimaavtalens regnskap for utslipp og opptak sammenlignes med referansebanen for klimaavtalen for å si noe om hvordan det har gått til nå. Videre sammenliknes nyeste utslippsframskriving med referansebanen for klimaavtalen for å svare på hvordan det forventes å gå i resterende del av avtaleperioden. Det gjennomføres en tilleggsrapportering. Tiltaksrapporteringen gi informasjon om gjennomføring av tiltak og synliggjøre effekter av tiltakene ved hjelp av beregninger og/eller aktivitetsindikatorer. Tiltaksrapporteringen gjøres første gang i 2023, deretter vurderes det hvor ofte og i hvilket omfang det skal rapporteres på henholdsvis tiltaksgjennomføring og effekt av tiltak.

av tiltakene samlet (for eksempel krafttetter spørsel). Datagrunnlaget kommer fra ulike kilder, som for eksempel utslippsregnskapet og annen statistikk fra SSB, de nasjonale utslippsframskrivingene, ulike utredninger og informasjon som kommer fram i dialog med representanter for de ulike sektorene.

Tiltaksanalyser er en partiell analysemetode, hvor tiltak (handling) for å redusere utslipp eller øke opptak av klimagasser kartlegges og analyseres enkeltvis. Metodikken har likhetstrekk med prosjektanalysetilnærming, hvor prosjektene typisk er fysiske tilpasninger og teknologiløsninger for å redusere utslipp eller øke opptak av klimagasser. Prosjektanalysetilnærmingen er

¹⁰ Driftsgranskningene er basert på en årlig regnskapsundersøkelse av omtrent 1000 gårdsbruk som er valgt ut for å representere ulike landsdeler, størrelser og driftsformer. Resultatet av granskningene brukes blant annet til å lage referansebruk som brukes i jordbruksforhandlingene (se <https://www.nibio.no/tjenester/driftsgranskningane-i-jordbruket>).

en partiell lønnsomhetsanalyse der inntektene/nytten og kostnadene ved å gjennomføre prosjektet summeres og beregnes som netto nåverdi. I tiltaksanalyser tas det utgangspunkt i en konkret utslippskilde, og hvor utslippsreduksjonspotensialet og kostander for tiltak, som eventuelt kan realiseres igjennom mange enkeltprosjekter. Prosjekt- og tiltaksanalyser inkluderer vanligvis ikke vurderinger av eventuelle virkninger av endringer i relative priser som følge av gjennomføring av prosjektene, og aktørenes etterspørsel og tilbud tas som gitt.

Når flere tiltak sammenstilles justerer Miljødirektoratet for overlapp mellom tiltak som påvirker samme utslippskilde. I analyser av hvor langt tiltakene bringer oss mot måloppnåelse sammenstilles virkningen av mulige identifiserte tiltak. Da er det avgjørende at det er god konsistens mellom utslippsregnskap, referansebane og tiltaksanalyse. Den offisielle utslippsframskrivingen fra Finansdepartementet er utgangspunktet for referansebanen i Miljødirektoratets tiltaksanalyser. I en del tilfeller er framskrivingen for overordnet til å gi nødvendig informasjon, eller det foreligger ikke tilstrekkelig detaljert informasjon om hvilke forutsetninger som ligger til grunn for framskrivingen, til at den kan brukes direkte som referansebane for enkelttiltak. I slike tilfeller brukes andre informasjonskilder til å lage en mer detaljert referansebane som størst mulig grad i tråd med utslippsframskrivingen. Miljødirektoratet gjør også justeringer i henhold til oppdatert informasjon.

Metodene for tiltaksanalyser utvikler seg over tid, etter hvert som behovene endrer seg. Det legges nå større vekt på å kartlegge barrierer som hindrer gjennomføring av tiltak, sett fra aktørenes ståsted. Dette er igjen utgangspunkt for vurderinger av mulige virkemidler som kan tas i bruk for å utløse tiltakene. Samtidig har tiltaksanalysene mindre fokus på samfunnsøkonomiske tiltakskostnader enn det de hadde for en del år siden. De dreier seg nå i større grad om hva som må til for å gjennomføre tiltaket. En av årsakene til dette er at tiltakskostnadene i seg selv ikke inkluderer kostnader knyttet til den virkemiddelbruken som er nødvendig for å utløse tiltaket. I tillegg vil tiltakene ofte ha samfunnsøkonomiske virkninger som det ikke er mulig å kvantifisere eller prissatte, og dermed ikke inkluderes i den

beregnete tiltakskostnaden. I Miljødirektoratet (2023b) gås det lenger i å synliggjøre de ikke-prissatte virkningene av tiltakene.

Tiltaksanalysene blir blant annet brukt til å lage scenarier av hvilke utslippsreduksjoner som kan bidra til å nå ulike politiske mål. Videre blir analysene brukt som underlag i ulike politiske prosesser på klimaområdet og til å sette klimapolitiske mål. Miljødirektoratets tiltaksanalyser inkluderer i utgangspunktet ikke analyser av virkemidler, men informasjon fra tiltaksanalyser brukes i inn i enkelte former for virkemiddelanalyser, for eksempel utredninger av forbud og påbud. Her gjøres det vurderinger av hva forbudet/påbudet vil kunne utløse av utslippsreduksjoner og kostnader, med tilhørende drøfting av usikkerhet knyttet til kostnader og utslippsreduksjoner og eksterne effekter. I Meld. St. 13 (2020-2021) ble informasjon om barrierer og privatøkonomiske kostnader fra tiltaksanalysen Klimakur 2030 (Miljødirektoratet et al., 2020) brukt i vurderingen av hvilke tiltak som utløses ved en jevn opptrapping i klimagassavgiften til 2000 kroner per tonn CO₂ i 2030. Privatøkonomiske kostnader og utslippsreduksjoner fra tiltaksanalyser har også blitt brukt som input i både generelle og partielle modeller, som igjen brukes til virkemiddelanalyse, som for eksempel SNOW-NO (Fæhn et al., 2020a).

5.5 Hybride tilnærminger

Det finnes ulike måter makromodeller og sektormodeller eller andre metoder kan brukes i samspill. Disse tilnærmingene kan kalles hybride tilnærminger. Formålet er å utnytte egenskaper ved ulike metoder. En første mulighet er å innarbeide informasjon om konkrete teknologier (bottom-up informasjon) i en makroøkonomisk modell. Informasjon om direkte utslippseffekter og privatøkonomiske kostnader kan hentes fra ulike kilder, inkludert resultater eller empirisk grunnlag fra andre metoder (tiltaksanalyser, elastisitetsmodeller og partielle modeller). Felles er at man tar utgangspunkt i strukturen i den makroøkonomiske modellen, og bruker informasjonen til å modellere flere varer/teknologier/næring, utslipp som ekstra «vareinnsats» med spesifisert marginalkostnad eller ved å kalibrere allerede modellerte parametere

Tiltak	Reduksjons-potensial i år 2030	Tiltaks-kostnad kr/tonn	Prissatte virkninger (inkludert i tiltakskostnad)	Identifiserte ikke-prissatte virkninger (ikke inkludert i tiltakskostnad)
TG03 Overføring av gods fra vei til sjø og bane	0,024 mill. tonn CO ₂ -ekv.	> 1500 kr/tonn*	- Investeringskostnader. - Driftskostnader.	Positive: - Helsegevinster som følge av bedre luftkvalitet. - Redusert antall ulykker som involverer tyngre kjøretøy.
TG04 og TG05 100 % av nye lette varebiler er elektriske i 2025 og 100 % av nye tunge varebiler er elektriske i 2027	0,19 mill. tonn CO ₂ -ekv.	1000–1500 kr/tonn	- Kostnadsforskjellen ved å investere i el-varebil vs. diesel-/bensin-varebil. - Kostnadsforskjeller i drift. - Kostnader for etablering av ett ladepunkt hos eier. - Helsegevinst som følge av reduserte utslipp av partikler og NOx fra eksos.	Negative: - Mulig økt tidsbruk for lading og begrenset tilgang på ladeinfrastruktur enkelte steder og på enkelte tidspunkter.

Figur 5.1. Sammenstilling av tiltak og samfunnsøkonomiske virkninger. Kilde: Miljødirektoratet (2023b, s. 392)

(som substitusjonselastisiteter, utslippskoeffisienter og effektivitetsparametere). Teknologi kan modelleres konkret, som for persontransport i SNOW-NO, eller ved bruk av marginalkostnadsfunksjoner til erstatning for enkelte CES-funksjoner i makromodellen. Sistnevnte er blant annet gjort i CGE-modellen MSG-Tech, hvor informasjon fra blant annet Klimakur 2020 (Miljødirektoratet, 2010) ble brukt til å estimere marginalkostnadskurver for å få en mer realistisk modellering av utslippsreduksjonsmulighetene for prosessindustrien og olje og gass (se for eksempel Fæhn & Isaksen, 2016).

En annen mulighet er å koble makroøkonomiske modeller og partielle modeller. Dette kan gjøres på to måter: Ved myk kobling skjer utvekslingen av informasjon mellom modellene manuelt, mens ved hard kobling utvikles et modellsystem der informasjon utveksles automatisk (Wene, 1996). I begge tilfeller itereres det mellom modellene, fortrinnsvis inntil de konvergerer (gir konsistente resultater). En fordel med hard kobling framfor myk kobling, er at man lettere vil avdekke eventuelle feil (i tilfeller der modellene er inkonsistente). Det finnes flere eksempler på studier innen energi- og klimafeltet med myk kobling mellom energisystemmodeller og CGE-modeller. Ved hard kobling gjøres det ofte forenklinger i en av modellene for å sikre konsistens, der utgangmodellene bestemmer de samme variablene, samt sørger for at modellsystemet ikke blir for komplekst. Bruken av bottom up informasjon fra andre metoder inn i makromodeller, som beskrevet i avsnittet over, kan ses på som en form for hard-linking, hvor bare deler av informasjonen fra de andre tilnærmingene (den som anses som komplementær og relevant for formålet) integreres i modellrammeverket.

IntERACT-modellen, som brukes av Energistyrelsen i Danmark, er et eksempel på en modell med hard kobling mellom en CGE-modell og en partiell, teknologirik modell som dekker det danske energisystemet (TIMES-DK). I Helgesen et al. (2018) hard kobles den regionale CGE-modellen REMES med en versjon av energisystemmodellen IFE-TIMES-Norway for å studere hvordan et utslippsreduksjonsmål for transportsektoren påvirker energisystemet og den økonomiske utviklingen i ulike regioner i Norge.

5.6 Scenarioanalyser

Scenarioanalyse kan brukes til å belyse mulige framtidssituasjoner, gitt et sett antakelser. Man kan skille mellom to ulike scenario-tilnærminger:

- 1) Framskrivninger eller scenarioer av framtidige utslippsnivåer («forecasting», framoverskuende): Denne tilnærmingen tar hensyn til eksisterende data og trender innen teknologi, energibruk, økonomi, demografi, osv. for å framskrive framtidige utslippsnivåer. Flere scenarioer kan utvikles ved å justere usikre parametere, for eksempel ulike politiske scenarioer eller mulige teknologiske gjennombrudd. På denne måten kan en for eksempel belyse spennet i sannsynlige framtidsscenarioer for utslipp, fra mest pessimistisk til mest optimistisk. Det kan være mulig å ta utgangspunkt i slike framoverskuende scenarioer og analysere hvorvidt

forsterkede virkemidler kan bringe utslippene nærmere et gitt utslippsmål. Det forutsetter at man i utarbeidelsen av scenarioet har brukt en metode som er egnet for en slik virkemiddelanalyse.

- 2) Alternative scenarioer gitt utslippsmål («backcasting», tilbakeskuende) – eller mål-middel-analyse: Denne tilnærmingen starter med et mål for framtidig utslippsnivå, for eksempel et mål om netto nullutslipp i 2050. Deretter arbeider man seg bakover i tid for å identifisere kombinasjoner av fremgangsmåter som kan føre til oppnåelse av målet. Dette kan inkludere ulike kombinasjoner av virkemidler for klimautslippsreduksjoner og teknologisk utvikling, endringer i forbrukeradferd og forhold utenfor landet, som internasjonal politikk, oljepriser, m.m. Eksemplene fra Danmark, Storbritannia og EU i forrige delkapittel er eksempler på tilbakeskuende scenario-analyse.

For å vurdere måloppnåelse kan scenarioene brukes for i) å informere hvordan forhold utenfor politikernes kontroll påvirker måloppnåelse. For eksempel vil utvikling i globalt samarbeid og konflikt kunne henge sammen med internasjonalt klimasamarbeid, teknologit utvikling og oljepriser. Slike forutsetninger og samvirkninger kan legges til grunn i ulike referansebaner, og dermed få fram et spenn av ulike måloppnåelse, gitt nasjonal politikk. Et annet formål er ii) å informere hvordan ulike politikvalg påvirker måloppnåelse og slår ut i økonomien.

Uavhengig av tilnærming fordrer scenarioanalyser at en definerer hvilke forutsetninger en vil endre for å lage et framtidssbilde, samt i hvilken grad forutsetningene skal endres. Ulike sammenstillinger av forutsetningene kan definere ulike scenarioer.

5.7 Økonometriske analysemetoder

Økonometriske analyser av virkemidler defineres i denne sammenheng som «*ex post*»-analyser av virkemidler basert på observasjonsdata eller eksperimentdata, det vil si empiriske analyser av virkemidler etter at de er innført. Økonometriske analyser kan også brukes for å tallfeste grunnleggende sammenhenger i mange av modellene som er nevnt over. Økonometriske metoder ble beskrevet og vurdert i detalj i utvalgets rapport fra 2020 (TBU klima, 2020). Her fokuserer vi på økonometriske metoder til bruk i analyser av virkemidler. Sentralt i vurderingen av slike metoder er for det første muligheten for å avdekke en årsakssammenheng mellom virkemiddelet og utfallet man ser på i analysen, og for det andre, i hvor stor grad analysen gir nyttig informasjon om effekten av virkemidler framover i tid og i andre situasjoner enn den som er observert. Den sentrale utfordringen dreier seg om at man ideelt sett må observere to identiske situasjoner, hvor virkemiddelet er innført i den ene og ikke i den andre, for å si med sikkerhet hva effekten av virkemiddelet er. De empiriske metodene for å undersøke årsakssammenhenger forsøker på ulike måter i størst mulig grad å gjenskape denne ideelle situasjonen, det vil si å gjenskape den kontrafaktiske situasjonen uten virkemiddelet.

Det skilles gjerne mellom redusert form og strukturelle

metoder for økonometrisk modellering. Med strukturelle økonometriske modeller mener en økonomiske modeller hvor det legges stokastisk struktur på noen komponenter slik at den økonomiske modellen lar seg estimere ut fra data. Ved hjelp av strukturelle økonometriske modeller kan man gjøre modellsimuleringer hvor man varierer virkemiddelbruk i modellen, og man kan estimere både direkte og indirekte effekter av endringer i virkemiddelbruk. I disse modellene må man i større grad gjøre antakelser om årsakssammenhenger enn i for eksempel eksperimenter. Modellen vil være tilpasset hver enkelt problemstilling, og kan dreie seg om å modellere bedrifters beslutninger om å etablere seg i et marked, husholdningers valg av transportmiddel og transportmengde, bedrifters investeringsbeslutninger gitt endret regulering osv. Denne typen modeller er dermed nærmere *ex-ante* modellene som er beskrevet over i bruk, ved at de kan brukes i framoverskuende analyser. Nybilkjøpsmodellen for personbiler i BIG kan sies å være en strukturell økonometrisk modell. Generelt har sektormodellene og de generelle likevektsmodellene som til nå har vært vanlig i norske analyser i liten grad vært strukturelle økonometriske modeller. Det empiriske grunnlaget for disse modellene er ofte hentet fra ulike studier eller kalibrerte parametere. En strukturell økonometrisk modell er derimot estimert som et helhetlig system av ligninger for å kvantifisere modellen på en konsistent måte.

Redusert form betyr tradisjonelt at et system av ligninger i en modell er løst slik at man kun har endogene variable som funksjon av eksogene variable. I dag brukes betegnelsen også mer uformelt om metoder som forsøker å unngå så mange strukturelle antakelser som mulig. Mer nylig er begrepet redusert form ofte brukt om evaluering av virkemidler eller effektevaluering med fokus på å korrigere for utelatte variabler for å identifisere effekten av å bli eksponert for politikkvirkemiddelet. Analysemetodene som omtales som redusert form kan videre deles inn i eksperimentelle og kvasi-eksperimentelle metoder.

5.7.1 Eksperimentelle og kvasi-eksperimentelle analyser av klimavirkemidler

I Norge er det gjort relativt få økonometriske analyser av effekter av virkemidler på miljø- og klimaområdet, og det foreligger få studier som benytter eksperimenter eller kvasi-eksperimentelle metoder. I internasjonal forskning på miljøøkonomiske problemstillinger, både innen klima og andre områder, har det de siste årene vært økende fokus på å identifisere kausale sammenhenger, og empiriske studier baseres i økende grad på eksperimentelle og kvasi-eksperimentelle metoder (Deschenes & Meng, 2018; Greenstone & Gayer, 2009).

Analysen av data fra eksperimenter

I et eksperiment har forskeren kontroll på hvilke individer eller grupper som eksponeres for virkemiddelet. Ved tilfeldig (randomisert) inndeling i testgruppe og kontrollgruppe kan man være sikker på at eksponeringen ikke er korrelert med uobserverte faktorer som også påvirker utfallet man er interessert i. For eksempel

kan man fordele tilgang til en støtteordning tilfeldig, og dermed være sikker på at gruppen som har fått tilgang til ordningen i snitt er lik gruppen som ikke har fått tilgang til ordningen. Harrison og List (2004) skiller mellom blant annet labeksperimenter og naturlige felteksperimenter. I naturlige felteksperimenter skjer eksperimentet i aktørenes naturlige miljø uten at aktørene er klar over at de er med i et eksperiment. Fordelen med et naturlig felteksperiment er at situasjonen ikke er hypotetisk, slik som i labeksperimenter, og at man observerer atferden i sin fulle kontekst. Samtidig kan man systematisk variere faktoren man er interessert i effekten av for å identifisere årsakssammenhenger.

Telle (2013) utnytter et naturlig felteksperiment som ble gjennomført i samarbeid med Klima- og forurensningsdirektoratet (nå Miljødirektoratet) for å undersøke effekten av endring i overvåking og håndheving av miljøreguleringer. Det er vanskelig å identifisere den kausale effekten av håndheving av miljøregelverk fordi myndighetenes håndheving gjerne avhenger av hvordan de oppfatter risikoen for at for eksempel en bedrift bryter regelverket. Dermed kan man ikke sammenligne utfall for bedrifter som er utsatt for streng kontroll med bedrifter som er utsatt for mindre streng kontroll, og tolke forskjellen i utfall som effekten av håndhevingen av reguleringen. I eksperimentet eksponeres et tilfeldig utvalg bedrifter for blant annet økt tilsynsfrekvens, og forfatteren ser på effekter av brudd på regelverket. Fordi bedriftene ble tilfeldig valgt ut for å eksponeres for de ulike virkemidlene er det ingen seleksjonsskjevhet som kan påvirke resultatene (når man kontrollerer for bedriftsgruppe), og utfallet for bedriftene kan sammenlignes med utfallet i kontrollgruppen for å identifisere den kausale effekten av virkemiddelet.

Det har vært utført noe flere eksperimenter basert på virkemidler som innføres av private aktører, inkludert rettet mot matavfall i restauranter (Kallbekken & Sælen, 2013), valg av energieffektive hvitevarer (Kallbekken et al. 2012) og valg av kollektivtransport over privatbil på jobbreisen (Tørnblad et al. 2014).

Analysen av observasjonsdata (kvasi-eksperimentelle metoder)

Det blir sjelden gjennomført et felteksperiment for å undersøke effekten av et virkemiddel. Som regel er datagrunnlaget i de økonometriske analysene observasjonsdata. Med tverrsnittsdata som både viser variasjon i virkemiddelet (for eksempel hvorvidt en bedrift har mottatt støtte til energieffektiviseringstiltak) og utfall (bedriftenes energiforbruk), samt andre variabler som forventes å påvirke utfallet, kan man gjøre en multivariat regresjonsanalyse. Problemet med denne tilnærmingen er at sammenhengen mellom virkemiddelet og utfallet sjelden kan tolkes som en kausal sammenheng, selv om man kontrollerer for andre faktorer i regresjonen (Finseraas & Kotsadam, 2013). For det første kan det være at det også eksisterer en sammenheng i motsatt retning – at utfallet påvirker sannsynligheten for å bli eksponert for virkemiddelet. For eksempel kan bedrifter med høyere energiforbruk være mer tilbøyelige til å søke på en støtteordning for energieffektivisering. For det andre kan det være utelatte variabler som både påvirker utfallet og

Boks 5-4:**Kvasi-eksperimentelle økonometriske metoder**

Forskjeller-i-forskjeller er en metode som kan brukes i tilfeller hvor man har tilgang til data fra to tidsperioder og det er en endring i eksponering over tid for noen aktører, men ikke for andre. Endringen i utfall over tid mellom de to gruppene kan da sammenlignes for å undersøke effekten av eksponeringen. Den sentrale antakelsen for at metoden skal være gyldig, er at i fravær av politikken endringen ville utviklingen over tid vært lik mellom de to gruppene (antakelsen om felles trender). Dersom man har tilgang til data fra flere tidspunkt, kan man estimere en paneldatamodell med faste effekter. Det vil si at man kontrollerer for uobserverbare karakteristikk ved bedrifter eller husholdninger som ikke varierer over tid. Man kan også kontrollere for tidsfaste effekter, det vil si effekter av for eksempel sjokk som påvirker alle enhetene likt. Dette kan løse noen av problemene med utelatte variabler. Likevel er dette som regel ikke tilstrekkelig for å kontrollere for all systematisk variasjon som skaper problemer med å identifisere årsakssammenhenger (Finseraas & Kotsadam, 2013). Instrumentvariabel-metoden går ut på å isolere en form for tilfeldig variasjon i eksponeringen ved å måle sammenhengen mellom eksponering for et virkemiddel og en eksogen variabel (instrumentet). Bruk av denne metoden til å estimere en sammenheng forutsetter at det er en sterk sammenheng mellom instrumentet og eksponering for virkemiddelet, og at instrumentet kun påvirker utfallet gjennom å påvirke eksponeringen. Regression discontinuity utnytter terskelverdier i regler for eksponering for et virkemiddel. For eksempel kan det være en inntektsgrense som avgjør hvorvidt en husholdning kan søke om en støtteordning. Metoden går ut på å sammenligne utfall for husholdninger som er nær terskelen på hver side av terskelverdien for inntekt. De sentrale antakelsene for metoden er at det kun er sannsynligheten for eksponering som gjør et diskret «hopp» ved terskelverdien, og at alle andre variabler er kontinuerlige rundt terskelen.

sannsynligheten for å bli eksponert for virkemiddelet. For eksempel kan det være uobserverbare karakteristikk ved bedriften som både påvirker energiforbruk og sannsynligheten for å søke på støtteordningen. I disse tilfellene vil ikke den betingede sammenhengen mellom eksponering for virkemiddel og utfall være et godt mål på den kausale sammenhengen mellom virkemiddel og utfall.

Kvasi-eksperimentelle metoder er metoder for å avdekke årsakssammenhenger i observasjonsdata hvor man utnytter en form for tilfeldig variasjon i eksponeringen for et virkemiddel, selv om det ikke er forskeren som kontrollerer eksponeringen (Deschenes & Meng, 2018). Variasjonen kan for eksempel skyldes tilfeldige grenser i regelverket som bestemmer hvem som eksponeres for et virkemiddel, tilfeldigheter som skyldes geografi, tidspunkt for politikkomplementering eller naturlige tilfeldige variasjoner, for eksempel fødselsdato, nedbør eller annet.¹¹ Forskjeller-i-forskjeller, instrumentvariabelmetoden, og regression discontinuity er metoder som gjerne omtales som kvasi-eksperimentelle. Et eksempel på en analyse basert på en kvasi-eksperimentell metode er Klemetsen et. al (2020). For å identifisere virkningen av deltakelse i EUs-kvotestystem på utslipp og produktivitet blant norske bedrifter, utnytter Klemetsen et. al (2020) at kun en andel av bedriftene i de ulike sektorene var omfattet av kvoteplikt. Metodene er nærmere beskrevet i Boks 5-4.

Man kan se for seg at det eksisterer flere støtteordninger eller andre virkemidler med denne typen tilfeldig variasjon i Norge som kan være egnet til å gjennomføre analyser med samme type metode.

Metoden har vært brukt på norske data innen blant annet arbeidsmarkedsøkonomi (for eksempel Kostøl & Mogstad, 2014) og politisk økonomi (for eksempel Fiva & Halse, 2016). Hovedutfordringen med denne metoden er imidlertid at det er vanskelig å vite om effektene gjelder for endringer rundt akkurat den terskel som er studert, eller om resultatene kan generaliseres.

5.7.2 Strukturelle økonometriske modeller

Med strukturelle økonometriske metoder mener en økonomiske modeller hvor det legges stokastisk struktur på noen komponenter slik at den økonomiske modellen lar seg estimere ut fra data. Det betyr at den økonomiske modellen ofte må være spesifikk om hvordan individuelle aktører aggregeres til markedsutfall, og eksplisitt om likevekt og forventingsdannelse. Mens redusert form handler om å finne variasjon i data som kan brukes til å identifisere og estimere direkte effekter av forskjellige virkemidler, handler strukturell økonometrisk modellering om å bruke den samme variasjonen i data til å kvantifisere økonomiske modeller som senere kan brukes til modellinterne «eksperimenter» som kan kvantifisere effekt av virkemidler som fremdeles er på planleggingsstadiet. Den økonomiske strukturen gjør at det ofte også er mulig å se på mer komplekse sammenhenger og indirekte effekter, som fordelingseffekter og samspillseffekter, som kan være vanskelig å tallfeste med redusert form-metoder (selv om de fleste strukturelle økonometriske anvendelser begrenser seg til et partielllikevekt perspektiv).

Springel (2021) er et eksempel på strukturell økonometrisk

¹¹ Noen ganger brukes begrepene naturlige eksperimenter og kvasi-eksperimentelle metoder om hverandre, mens i andre tilfeller brukes naturlige eksperimenter kun om situasjoner hvor den tilfeldige variasjonen er naturgitt (for eksempel et jordskjelv) og ikke kan manipuleres. Merk at et naturlig eksperiment ikke er det samme som et naturlig felteksperiment. I felteksperimentet har forskeren kontroll over eksponeringen, mens et naturlig eksperiment oppstår som følge av variasjon i eksponering utenfor forskerens kontroll.

modellering med norske data og virkemiddelanalyse med relevans for klimagassutslipp. Springel ser på hvordan to forskjellige virkemidler påvirket adopsjon av elbiler i Norge 2010–2015: Direkte pris-subsidier til konsumenter (gjennom fritak for merverdiavgift, registreringsavgift m.m) på den ene siden og direkte subsidier til oppretting av ladestasjoner på den andre. Modellen for etterspørsel etter biler av forskjellige slag gjør det mulig å simultant bestemme markedsandeler til de forskjellige bilene og etablering av ladestasjoner - med tilbakekobling fra etablering av ladestasjoner til etterspørsel etter elbiler. Modellen blir estimert med data fra Statens vegvesen og Opplysningsrådet for Veitrafikken, som kobles til innsamlede data om ladestasjonsnettverk (Nobil) og insentiver fra myndighetene. Markedsandeler modelleres på fylkesnivå, og etterspørselen etter biler avhenger i tillegg til bilens karakteristika av demografiske variabler og inntektsnivå (på fylkesnivå). Den estimerte modellen gjør det mulig å simulere endringer i subsidiesammensetning både med og uten provenynøytralitet, og å estimere dynamiske nettverkseffekter av etablering av ladestasjoner.

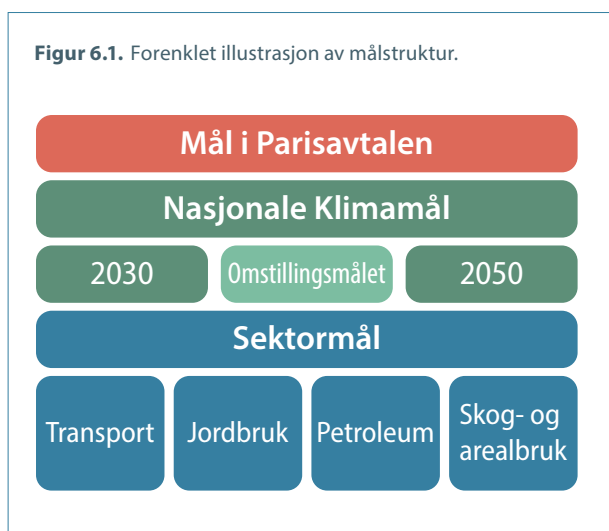
6. Vurdering av klimamål og mulige strategier

I kapittel 6 drøftes metoder for å utrede nye og forsterkede klimamål. Det gis først en oversikt over Norges klimamål (6.1) og dagens praksis for å vurdere klimamål og mulige strategier i Norge (6.2). I Norge er tiltaksanalyser og makroøkonomiske analyser tidligere blitt benyttet til analyser av utslippsmål. I delkapittel 6.3 presenteres noen utvalgte eksempler analyser og metoder, herunder bruk av energimodeller og scenarioanalyser, i arbeid med mål i andre land. I delkapittel 6.4 og 6.5 drøfter utvalgte metodenes egnethet til å utrede klimamål, samt avdekker kunnskapshull og behov for kunnskapsutvikling.

6.1 Kunnskapsbaserte klimamål

Parisavtalen setter et overordnet globalt mål om å begrense global oppvarming til godt under 2 °C, og å etterstrebe 1,5 °C, sammenliknet med førindustriell tid. Ifølge avtalen skal alle land melde inn nasjonalt fastsatte bidrag hvert femte år. Norges mål under Parisavtalen innebærer en forpliktelse til å redusere utslippene av klimagasser med minst 55 prosent i 2030 sammenliknet med nivået i 1990 (Miljøstatus, u.å.). I tillegg har Norge et mål for 2050 om å bli et lavutslippssamfunn og redusere utslippene med 90–95 prosent sammenliknet med utslippsnivået i 1990. Klimaloven lovfester klimamålene for 2030 og 2050. Som et delmål på veien mot netto nullutslipp og lavutslippssamfunnet har regjeringen satt et omstillingsmål for hele økonomien i 2030. I tillegg vedtok Stortinget i 2016 et klimanøytralitetsmål for 2030. Gjennom klimaavtalen med EU har Norge også nasjonale mål for ikke-kvotepfiktige utslipp og mål for nettoopptak i skog- og arealbrukssektoren.¹² I tillegg har Norge også egne sektormål for transport, jordbruk og olje- og gassutvinning.

Figur 6.1. Forenklet illustrasjon av målstruktur.



Målstrukturen illustreres i Figur 6.1.

Det er behov for ulik informasjon i utredning av nye og eksisterende mål, og for å nå ulike mål er det behov for ulike strategier og handlingsplaner. Forvaltningen har i arbeidet med å utrede nye eller forsterkede klimamål behov for metoder som kan gi kunnskap om det samlede potensialet for utslippsreduksjoner og opptak, mulige virkemidler og tiltak for å realisere potensialet, samt barrierer som kan hindre at potensialet blir realisert. Det er også behov for metoder som kan gi informasjon om relevante konsekvenser og kostnader, herunder samfunnsøkonomiske kostnader, makroøkonomiske konsekvenser, privatøkonomiske kostnader, langsiktige effekter, fordelingsvirkninger, og tilgang til knappe ressurser, som energi, areal, biomasse og spesialisert arbeidskraft. Samlet danner kunnskapen også grunnlaget for arbeid med klimaplaner og strategier, samt valg av hvilke virkemidler som skal utredes videre. Der det settes sektormål er det behov for mer detaljert informasjon, samt at det er behov for informasjon om hvordan sektormålene henger sammen med helheten i klimapolitikken og de overordnede klimamålene. I vurdering og utredning av nye og forsterkede klimamål er det også behov for informasjon om hvor store utslippskutt som kan oppnås med dagens eksisterende politikk. Framskrivningen med vedtatt politikk benyttes derfor som referansebane for utredning av nye eller forsterkede mål (for mer om framskrivning med vedtatt politikk se kapittel 7).

6.2 Dagens praksis i Norge

I dette delkapittelet gis en kort beskrivelse av underlag benyttet inn i forvaltningens arbeid med klimamål og mulige tiltak og virkemidler (klimameldinger), for å synliggjøre hvilke metoder som er benyttet tidligere. Det gis også eksempler på andre relevante analyser som er blitt utarbeidet, men ikke benyttet av forvaltningen.

6.2.1 Sektorovergrepene mål

Norge melder inn nasjonalt fastsatte bidrag under Parisavtalen. Utvalget er ikke kjent med at forvaltningen har bestilt eller gjennomført analyser av i hvilken grad Norges klimamål er i tråd med Parisavtalens mål, men det er gjort en vurdering i forbindelse med innmelding av forsterket klimamål i 2022.¹³ Det er også blitt gjennomført uavhengige analyser av dette. Et eksempel er The Climate Action Tracker (CAT, 2023). The Climate Action Tracker er et uavhengig vitenskapelig prosjekt som vurderer i hvilken grad klimapolitikken i et utvalg av land, inkludert Norge, er i tråd med Parisavtalens mål. Et annet eksempel er en rapport utarbeidet av forskere på bestilling fra SV sin

¹² For en oversikt over Norges klimamål og forpliktelser se kapittel 2 i Regjeringas klimastatus og -plan (Særskilt vedlegg til Prop. 1 S (2023-2024)).

¹³ Vurdering kan i sin helhet leses her: https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-11/NDC%20Norway_second%20update.pdf

Stortingsgruppe i 2014 (Kallbekken et al., 2014). I rapporten ble det gjort en vurdering av hvor mye Norge måtte kutte utslipp for å oppfylle sin andel av et togradersmål.

Det er gjennomført flere analyser i forbindelse med 2030-målet og klimaavtalen med EU. Avtalen med EU innebærer blant annet et årlig utslippsbudsjett for ikke-kvotepiktige utslipp i perioden 2021-2030. Tabellen under gir en oversikt over de analysene det er vist til at er benyttet av forvaltningen i tidligere arbeid med klimameldinger og klimamål for 2030.

I arbeidet med 2030-målet har forvaltningen gjennomgående benyttet seg av to tilnærminger til å vurdere potensialet for utslippsreduksjoner og kostnader. Som tabell 6.1 viser ble det i arbeidet med Meld. St. 13 (2020-2021) *Klimaplan for 2021-2030* benyttet både makroøkonomisk analyse og tiltaksanalyser som underlag. Det primære kunnskapsgrunnlaget inn i arbeidet var *Klimakur 2030* (Miljødirektoratet et al., 2020). *Klimakur 2030* ble gjennomført av en faggruppe koordinert av Miljødirektoratet, og som ellers besto av Statistisk sentralbyrå (SSB), Enova, Statens vegvesen, Kystverket, Landbruksdirektoratet og Norges vassdrag- og energidirektoratet (NVE). Faggruppen fikk i mandat å utrede ulike tiltak og virkemidler som kunne utløse minst 50 prosent reduksjon i ikke-kvotepiktige utslipp i 2030 sammenliknet med 2005. Det ble i tillegg utredet ulike tiltak og virkemidler for økning i opptak og reduksjon av klimagassutslipp i skog- og arealbrukssektoren (LULUCF). Som en del av leveransen beskrev etatene energikonsekvenser av alle tiltakene, og NVE (2020) gjorde en samlet vurdering av konsekvenser for energisystemet. Ved hjelp av TIMES-NVE analyserte NVE tilpasninger i energisystemet i to tiltaksscenarioer med ulike forutsetninger om tilgangen på biobrensler/ biodrivstoff, sammenliknet med et basisscenario. NVE vurderte konsekvensene av nye elektrifiseringstiltak innenfor transport med utgangspunkt i *Klimakur 2030*, i tillegg til elektrifisering av landbaserte industrianlegg og

på sokkelen. SSB fikk et særskilt mandat om å gjøre en makroøkonomisk analyse av de samlede kostnadene av 50 prosent utslippsreduksjon i ikke-kvotepiktig sektor i 2030 sammenliknet med 2005 (Fæhn et al., 2020). I oppdraget ble SSB også bedt om å gjøre en vurdering av om og i tilfelle hvordan tiltaksanalysene og tilhørende kostnadstall kunne nyttiggjøres i den makroøkonomiske analysen.

Som en oppfølging av *Klimakur 2030* ble det i 2021 etablert et formalisert etatssamarbeid for kunnskapsutvikling på klimaområdet som koordineres av Miljødirektoratet. Andre deltakere i samarbeidet er Statens Vegvesen, Landbruksdirektoratet, Sjøfartsdirektoratet, Kystverket, Oljedirektoratet, NVE, Enova og SSB. Formålet med samarbeidet er mer kontinuerlig informasjonsutveksling og samarbeid, for å gi bedre forutsigbarhet og mer effektiv ressursbruk. Samarbeidet skal blant annet bidra til å holde ved like *Klimakur*-underlaget, og bidra til at forutsetninger og metoder er koordinert på tvers av etater.

Etatene har også siden forrige klimamelding gjennomført flere norske tiltaksanalyser med fokus på klimamål og potensial for reduksjon av utslipp og økt opptak, mulige virkemidler og barrierer. I 2022 publiserte Miljødirektoratet et oppdatert kunnskapsgrunnlag for klimatilak under innsatsfordelingen mot 2030 (Miljødirektoratet, 2022b). I samarbeid med Oljedirektoratet og Gassnova publiserte Miljødirektoratet også i 2022 en analyse av mulige tiltak for petroleum, industri og energiforsyning fram mot 2030, inkludert en kartlegging av barrierer og overslag over ressursbehov (Miljødirektoratet, 2022c). Miljødirektoratet, Landbruksdirektoratet, NVE og Statens Vegvesen publiserte i 2023 en rapport hvor det er utredet mulige tiltak for å redusere klimagassutslippene fra arealbruksendringer fram mot 2030 (Miljødirektoratet et al., 2023). Miljødirektoratet leverte i 2023 en rapport om barrierer og potensial for utslippskutt i bygge- og anleggsvirksomhet som inneholder vurderinger virkemiddelbruk på dette området (Miljødirektoratet, 2023d).

Tabell 6.1 Oversikt over analyser det vises til i proposisjoner og stortingsmeldinger knyttet til klimamål for 2030

Proposisjon/Melding	Tiltaksanalyser	Makroøkonomiske analyser
Meld. St. 13 (2020-2021) - Klimaplan for 2021 - 2030	«Klimakur 2030: Tiltak og virkemidler mot 2030» (Miljødirektoratet et al., 2020).	«Abating greenhouse gases in the Norwegian non-ETS sector by 50 per cent by 2030» (Fæhn et al. (2020), eget oppdrag til SSB tilknyttet <i>Klimakur 2030</i>).
Meld. St. 41 (2016-2017) Klimastrategi for 2030 - norsk omstilling i europeisk samarbeid	«Beregningsteknisk grunnlag for Meld. St. 41, Klimastrategi for 2030 – norsk omstilling i europeisk samarbeid, Rapport M-782» (Miljødirektoratet, 2017).	«Kostnadseffektive tilpasninger til togradersmålet i Norge og EU fram mot 2050» (Fæhn et al., 2013b). «Makroøkonomisk analyse for Norge av klimapolitikken i EU og Norge mot 2030» (Aune & Fæhn, 2016).
Prop. 77 L (2016-2017) Lov om klimamål (Klimaloven, 2017).	Kunnskapsgrunnlag for lavutslippsutvikling (tar utgangspunkt i <i>Klimakur 2020</i>)	«Kostnadseffektive tilpasninger til togradersmålet i Norge og EU fram mot 2050» (Fæhn et al., 2013b).
Meld. St. 13 (2014-2015) Ny utslippsforpliktelse for 2030 - en felles løsning med EU	Kunnskapsgrunnlag for lavutslippsutvikling (tar utgangspunkt i <i>Klimakur 2020</i>)	«Kostnadseffektive tilpasninger til togradersmålet i Norge og EU fram mot 2050» (Fæhn et al., 2013b).

I 2023 fikk Miljødirektoratet i samarbeid med andre fagetater i oppdrag å levere årlige oppdateringer av kunnskapsgrunnlaget om utslippsreduksjonspotensial, barrierer og mulige virkemidler. Rapporten Klimatiltak i Norge mot 2030 (Miljødirektoratet, 2023b) er den første i denne rekken, og bygger videre på tidligere overnevnte analyser. Oppdraget er en oppfølging av rapporten *Klimakur 2030: Tiltak og virkemidler mot 2030*. Klima- og miljødepartementet skriver at leveransen skal gi en oversikt over potensialet for utslippskutt og opptak sammen med en oversikt over kostnader og andre barrierer for utslippskutt, og at underlaget skal danne grunnlag for å gjøre vurderinger av virkemiddelbruk (Særskilt vedlegg til Prop.1 S (2023-2024)).

Utvalget er ikke kjent med at det er gjennomført spesifikke analyser av omstillingsmålet, men bemerker at de nyeste tiltaksanalysene bidrar til kunnskap om utslippsreduksjonspotensialet for alle sektorer fram mot 2030. Frontfagsmodellutvalget har også fått gjennomført en analyse av utfordringer for lønnsdannelsen og norsk økonomi som blant annet ser på klimarelaterte omstillinger og beregninger av omstillingsmålet (Bjertnæs et al., 2023).

Det eksisterer også flere relevante studier utover dette. Et eksempel er Fæhn og Yonezawa (2021) som benytter den globale generelle likevektsmodellen SNOW-GLO til å analysere konsekvensene og kostnadene av ulike strategier når det gjelder delmål og klimapolitisk samarbeid og integrasjon med EU. I Veikart for energi i Norge mot 2050 (Schäffer et al., 2020) gjøres det analyser av to mulige framtidsscenarioer for 2050 i modellene REMES, TIMES-Norge og en samkjøringsmodell som representerer henholdsvis økonomien, energisystemet og kraftsystemet. Rapporten synliggjør også effekt for 2030. I Energy Transition Norway 2022 gjør DNV (2022) en prognose av energibruken i Norge mot 2050, og inkluderer her framskrevne klimagassutslipp.

Hvis man ser bort fra Klimautvalget 2050, så er utvalget ikke kjent med at forvaltningen har bestilt eller gjennomført analyser av 2050-målet. Klimautvalget 2050 ble nedsatt i 2021 med mandat om å «gjøre en helhetlig utredning av de veivalgene Norge står overfor for å nå klimamålet i 2050, og vise hvordan Norge kan bli et lavutslippssamfunn i 2050, på en mest mulig kostnadseffektiv måte, med effektiv ressursbruk og et konkurransedyktig næringsliv» (NOU 2023: 25). Klimautvalget leverte sin rapport den 27.10.23 (NOU 2023: 25), se boks 6-1. Klimautvalget 2050 sin rapport inkluderer en teknisk analyse av potensialet for utslippskutt i Norge 2050 og omfattende drøfting av ulike avveininger som må tas (tidspunkt for utslippskutt, bruk av fleksible mekanismer, hensyn til knappe ressurser, fordelingseffekter, med mer). Rapporten inneholder ingen samlet analyse av kostnader ved å nå 2050-målet. Klimautvalget diskuterer virkemiddelbruk, og anbefaler at muligheter for læring, og evalueringspunkter, bør bygges inn som en del av systemet for virkemiddelbruk ettersom det ikke finnes noen fasit på hvilke virkemiddelkombinasjoner som mest effektivt vil bidra til omstillingen i Norge. Klimautvalget anbefaler også at kunnskapen om fordelingseffekter av virkemidler styrkes.

Av spesiell relevans for arbeidet til TBU klima er en av hovedvurderingene fra Klimautvalget 2050:

Boks 6-1: Klimautvalget 2050

Klimautvalgets 2050 rapport inkluderer en teknisk analyse av potensialet for utslippskutt i Norge 2050 og omfattende drøfting av ulike avveininger som må tas (tidspunkt for utslippskutt, bruk av fleksible mekanismer, hensyn til knappe ressurser, fordelingseffekter, med mer). Rapporten inneholder ingen samlet analyse av kostnader ved å nå 2050-målet. Klimautvalget diskuterer virkemiddelbruk, og anbefaler at muligheter for læring, og evalueringspunkter, bør bygges inn som en del av systemet for virkemiddelbruk ettersom det ikke finnes noen fasit på hvilke virkemiddelkombinasjoner som mest effektivt vil bidra til omstillingen i Norge. Klimautvalget anbefaler også at kunnskapen om fordelingseffekter av virkemidler styrkes.

Av spesiell relevans for arbeidet til TBU klima er hovedvurderingen fra Klimautvalget 2050: “klimapolitikken må legge mer vekt også på langsiktige hensyn” og at «alle tiltak innen klimapolitikken bør vurderes på grunnlag av samlede virkninger på utslipp over tid» Dette peker på behovet for metoder som er godt egnet for å si noe både om kortsiktige og langsiktig effekter av virkemidler. Klimautvalget nevner også at vurderinger av hva som er kostnadseffektivt må gjøres ut fra et bredere perspektiv enn bare å se på kostnaden ved enkelttiltak på kort sikt:

“I klimapolitikken har tiltak og virkemidler ofte blitt vurdert enkeltvis, ut fra hvilke utslipp som er lettest eller billigst å fjerne i dag. Dette vil i utgangspunktet være en kostnadseffektiv tilnærming hvis man skal redusere en begrenset andel av utslippene. En slik tilnærming gir likevel ikke nødvendigvis en kostnadseffektiv omstilling til et lavutslippssamfunn samlet sett. En strategi som utsetter alle utslippskutt i Norge til andre, billigere kutt er gjennomført i andre land kan gi en sen og brå omstilling i Norge når man nærmer seg 2050. En slik omstilling kan ha samfunnsmessige kostnader i form av for eksempel arbeidsledighet som man ikke tar hensyn til når man bare vurderer kostnaden ved utslippskutt enkeltvis.”

Kilde: NOU 2023: 25

“klimapolitikken må legge mer vekt også på langsiktige hensyn” og at «alle tiltak innen klimapolitikken bør vurderes på grunnlag av samlede virkninger på utslipp over tid» Dette peker på behovet for metoder som er godt egnet for å si noe både om kortsiktige og langsiktig effekter av virkemidler. Klimautvalget nevner også at vurderinger av hva som er kostnadseffektivt må gjøres ut fra et bredere perspektiv enn bare å se på kostnaden ved enkelttiltak på kort sikt.

6.2.2 Sektormål

Gjennom avtalen med EU har Norge et sektormål for skog- og arealbruk. For skog- og arealbrukssektoren ble det i en utredning av Miljødirektoratet, Landbruksdirektoratet, Norges vassdrags- og energidirektorat og Statens Vegvesen gjort en analyse av hvordan Norge kan tette eller redusere gapet til netto null-målet i skog- og arealbrukssektoren fram mot 2030 (Miljødirektoratet et al., 2023). Det er også gjort liknende analyser (Mohr et al., 2022), men utvalget er ikke kjent med andre spesifikke analyser av mål i skog- og arealbrukssektoren.

Norge har i tillegg flere spesifiserte sektormål utover avtalen med EU.

Stortinget har vedtatt flere mål og ambisjoner i transportsektoren. I *Klimaplan for 2021-2030* (Meld. St. 13 (2020-2021)) og i *Nasjonal Transportplan 2022-2033* (Meld. St. 20 (2020-2021)) ble det satt en ambisjon om å halvere utslippene i transportsektoren innen 2030 sammenliknet med 2005. Utvalget er ikke kjent med at forvaltningen har bestilt eller gjennomført egen helhetlig analyse av halveringsambisjonen for transportsektoren utover det som gjaldt transport i *Klimakur 2030*. Utvalget er heller ikke kjent med at det er lagt opp til en egen rapportering på halveringsmålet for transport, men peker på at tiltaksanalysene gir kunnskap om utslippsreduksjonspotensialet i transport. I transportvirksomhetenes leveranser til *Nasjonal transportplan (NTP) 2023-2036* vises det til beregnet gap mellom sektormålet for 2030 og utslippsframskrivningen, og det gis eksempler på og en drøfting av virkemidler som gir redusert og/eller endret trafikkarbeid (Statens vegvesen et al., 2023).

I Grønnere og smartere – morgendagens maritime næring (Meld. St. 10 (2020-2021)) ble det satt en egen ambisjon om å halvere utslippene fra innenriks sjøfart og fiske i 2030 sammenliknet med 2005. DNV har på oppdrag fra KLD utarbeidet et årlig barometer for grønn omstilling av skipsfarten (DNV, 2023). I årets utgave av barometeret er det presentert anslag på investeringsbehov for å nå halveringsambisjonen. I *Nasjonal transportplan*, både for 2018-2029 og 2022-2033, er det fastsatt en rekke måltall for nye nullutslippskjøretøy. Utvalget er ikke kjent med at det er gjort egne analyser av måltallene, men peker på at måloppnåelse er drøftet i budsjettproposisjoner og at tiltaksanalysene gir informasjon om potensielle utslippsreduksjoner av å nå måltall.

Støre-regjeringen har uttalt at de i samarbeid med næringslivet skal jobbe for at utslippene fra olje- og gassproduksjon på norsk sokkel kuttes med 50 prosent innen 2030 sammenliknet med 2005, og til netto null i 2050 (Særskilt vedlegg til Prop. 1 S (2022-2023)). Dette er i tråd med anmodningsvedtak fra Stortinget (Innst. 351 L (2019-2020)), hvor Stortinget ba regjeringen sammen med bransjen om å legge fram en plan for hvordan utslippsmålet for 2030 kan nås innenfor dagens virkemiddelbruk. Olje- og energidepartementet rapporterer på status for utslippsutviklingen opp mot denne målsetningen i Prop. 1 S. Det vises blant annet til vurderinger av utslippsutviklingen i sektoren gjennomført

av KonKraft. Utvalget er ikke kjent med at det foreligger en helhetlig analyse av sektormålet for petroleum, men peker på at tiltaksanalysene gir informasjon om utslippsreduksjonspotensialet i sektoren.

Regjeringen Solberg inngikk en intensjonsavtale med organisasjonene i jordbruket om en samlet reduksjon i utslipp og økning i opptak fra jordbruket på minst 5 mill. tonn CO₂-ekv. i perioden 2021-2030 (Regjeringen, 2019). Avtalen omfatter utslipp som kan tilskrives all jordbruksaktivitet innenfor sektorene jordbruk, transport, oppvarming av bygg og arealbruk (unntatt skog) i utslippsregnskapet. For å følge opp klimaavtalen, ble det satt ned en regnskapsgruppe bestående av avtalepartene. Landbruksdirektoratet og Miljødirektoratet utgjør sekretariatet for regnskapsgruppa. Regnskapsgruppa skal utarbeide et faglig grunnlag for å vurdere måloppnåelsen i intensjonsavtalen gjennom en tredelt rapportering. Det skal rapporteres årlig på klimaavtalens regnskap for utslipp og opptak, utarbeides en gapanalyse hvert tredje år og en tiltaksrapportering som skal gi informasjon om gjennomføring av tiltak og synliggjøring av effekten av tiltakene (første gang i 2023) (Regnskapsgruppen for klimaavtalen mellom jordbruket og staten, 2023). En teknisk arbeidsgruppe så på mulighetsrommet for utslippskutt, og rapporten (Landbruks- og matdepartementet et al., 2018) fra arbeidsgruppen danner grunnlaget for avtalen. Tiltaksanalysene gir også en oversikt over utslippsreduksjonspotensialet i sektoren.

6.3 Eksempler på praksis fra andre land

I dette delkapittelet presenteres eksempler på praksis for utredning av mål og andre helhetlige analyser i noen utvalgte land. Utvalget har fått kartlagt metoder som kan brukes til analyser av utslippsutvikling og utslipps- og kostnadsvirkninger av endret virkemiddelbruk i et 2050-perspektiv (Westberg et al., 2023). Mer detaljer om kartleggingen og resultatene presenteres i rapporten fra Menon Economics (Westberg et al., 2023). I tillegg har utvalget gjennom søk i offentlige dokumenter og rapporter undersøkt relevant praksis uavhengig av tidshorisont i Danmark, Sverige, Storbritannia og EU.

6.3.1 Analyser av utslippsutvikling og i et 2050-perspektiv i andre land

Westberg et al. (2023) har kartlagt hvilke typer analyser av utslippsutvikling i et 2050-perspektiv som er gjennomført for enkeltland eller regioner, oppsummert i tabellen under. Flesteparten av landene/regionene, deriblant Danmark, Storbritannia, Nederland, Canada og EU, har utarbeidet tilbakeskuende scenarioer (backcasting) for å vurdere hvordan (veien til) måloppnåelse i 2050 kan se ut. New Zealand er et eksempel på en framoverskuende scenarioanalyse, hvor utslippsframskrivningene er trukket videre fra 2035 til 2050.

I flere av de tilbakeskuende scenarioanalysene, deriblant for Danmark og Storbritannia, er antakelser om teknologibruk, for eksempel andelen elbiler i 2050, tatt

inn i modellene. Analysene brukes dermed ikke til å anslå teknologispredning. De tilbakeskuende analysene kan i stedet forstås som scenarier gitt en kombinasjon av flere tiltak. Analysene sier ikke noe om nødvendige virkemidler for å sikre måloppnåelse.

Aktiviteter som ligger til grunn for utslipp og tiltak i de ulike landene behandles i stor grad isolert fra endringer i omverden. Eksempelvis legger den danske scenarioanalysen til grunn at all fornybar energi og biomasse produseres innenlands. Samtidig tar ikke analysen hensyn til eventuelle begrensninger på arealbruk eller arbeidskraft. Ingen av analysene virker å ta hensyn til konsekvensene av at samtlige land iverksetter liknende politikk og implikasjonene av dette for ressurstilgang. Informanten i danske Energistyrelsen som Westberg et al. (2023) intervjuet anerkjenner at analyser av materialstrømmer inn og ut av landet vil kunne gi nyttig supplerende kunnskap til scenarioarbeidet. Enkelte av scenarioene ser likevel på endringer i det globale markedet. Eksempelvis forutsetter det ene danske scenarioet at dansk landbruk omstilles for å møte et større internasjonalt

marked for plantebaserte matvarer og proteiner.

De tilbakeskuende scenarioanalysene viser hvordan fordelingen av utslipp mellom ulike sektorer kan se ut i 2050. Enkelte av scenarioanalysene viser også utviklingen i utslipp fram mot 2050, deriblant for EU og Storbritannia.

Under tabellen beskrives scenarioene, metodene og bruken av scenarioanalysene noe nærmere for Danmark, Sverige, Storbritannia og EU. For detaljer og mer om andre lands analyser, se Westberg et al. (2023).

6.3.2 Danmark

Danmark benytter seg av flere typer analyser, både tiltaksanalyser, scenarioanalyser og andre makroøkonomiske analyser. Analysene gjennomføres med ulike modeller og metoder, og av ulike enheter med ulik grad av uavhengighet til forvaltningen.

I Klimaprogram 2021 og Klimaprogram 2022 presenterte Klima-, Energi og Forsyningsministeriet tekniske veier

Tabell 6.2: Oversikt over scenarioanalyser fram mot 2050 kartlagt og vurdert i Westberg et al. (2023).

Land	Aktør	Metode	Modell
Tilbakeskuende scenarioanalyser			
Danmark	Danske Energistyrelsen	Gitt netto nullutslippsmål i 2050	INTERACT – en generell likevektsmodell kombinert med en energisystemmodell (TIMES-DK)
Storbritannia	HM Government	Gitt netto nullutslippsmål i 2050	UK TIMES model (UKTM) – en energisystemmodell
Nederland	Netherlands Organisation for Applied Scientific Research (TNO)	Gitt netto nullutslippsmål i 2050	OPERA - en energisystemmodell
EU	European Scientific Advisory Board on Climate Change	Gitt netto nullutslippsmål i 2050	REMIND 2.1, REMIND-MAgPIE 2.1-4.2, REMIND 3.2 og MESSAGEix-GLOBIOM 1.1 – samtlige består av en kombinasjon av generell likevektsmodell og energisystemmodell
Frankrike	Kommisjon ledet av Alain Quinet / France Stratégie	Gitt nullutslippsmål i 2050, grunnlag for karbonprisbane	TIMES og POLES – tekno-økonomiske modeller. IMACLIM, ThreeME, NEMESIS – makroøkonomiske modeller
Framoverskuende scenarioanalyser			
EU	European Commission	Ulike tilgang på teknologi osv.	PRIMES-GAINS-GLOBIOM – en energisystemmodell, koblet med en partiell likevektsmodell for areal- og skogbruk og en modell for utslipp og luftforurensning
Storbritannia	OECD	Ulike nivå på karbonskatt	ThreeME – en generell likevektsmodell
Sverige	Konjunktur-instituttet	Ulike nivå på økonomisk vekst	EMEC – en generell likevektsmodell
Framskrivinger			
New Zealand	Ministry for the Environment	Framskrivinger av utslipp mot 2050	Sektorspesifikke modeller

til måloppfyllelse (teknisk reduksjonspotensiale) som identifiserer potensielle utslippsreduksjoner fram til år 2030. Det oppgis at det tekniske reduksjonspotensialet i Klimaprogram 2022 er utarbeidet av Energistyrelsen, Miljøministeriet og Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri. Energistyrelsen (2022) sine beregninger tar utgangspunkt i tekniske begrensninger (tiltaksanalyse), mens for landbruk ble det også tatt hensyn til juridiske, praktiske og økonomiske rammer i vurdering av teknisk potensial.

I Klimaprogram 2022 er det også utarbeidet en rekke analyser av utslippsutviklingen fram mot 2050 som bakgrunnsstoff til programmet. Utslippsutviklingen er anslått basert på scenariometodikk. Formålet er å vise at Danmarks nasjonale klimamål i 2030 og 2050 kan nås, og vise hvilke forutsetninger og kombinasjoner av forutsetninger som i størst grad påvirker måloppnåelse. Arbeidet er prinsipielt en framskrivning, men bundet av oppfyllelse av målet (backcasting). Analysen benytter en TIMES-basert modell, koblet til den generelle likevektsmodellen IntERACT. Det legges også enkelte antakelser eksogent inn, som innen landbruk og transport, hvor teknologikataloger er en viktig kilde. Arealbruk er også håndtert som innsatsfaktor i energiproduksjon. Arbeidet er gjort av Energistyrelsen, Miljøministeriet og Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri.

Scenarioene tar utgangspunkt i fire overordnede faktorer som vurderes å ha særlig betydning for omstillingen, og som det er usikkerhet knyttet til:

- elektrifisering
- energieffektivisering og atferdsendring
- negative utslippstiltak
- bioenergi

Faktorene er identifisert basert på scenarioer i klimaprogrammet og andre tidligere scenarioanalyser, deriblant Nordic Clean Energy Scenarios (Wråke et al. 2021) og IEAs scenarioer fra World Energy Outlook 2021 (IEA, 2021). Informanten i danske Energistyrelsen, som Westberg et al. (2023) intervjuet, bekrefter at det ikke ligger til grunn en fastsatt metodikk for å identifisere faktorene. Faktorene er i stedet identifisert med utgangspunkt i utslippssektorer eller -aktiviteter som peker seg ut i Danmark, eksempelvis landbruk og sementproduksjon, eller der det er stor usikkerhet knyttet til framtidig utvikling (eksempelvis biomasse).

Variasjoner i nevnte faktorer danner grunnlag for fire scenarioer som resulterer i måloppnåelse av Danmarks nasjonale klimamål i 2050: «el-scenarioet», «bio & CCS-scenarioet», «atferd-scenarioet» og «nye markeder-scenarioet». Fire scenarioer ble vurdert som mange nok til å få frem nyanser, men likevel få nok til å være kommuniserbart. Scenarioene beskrives nærmere i Westberg et al. (2023).

Analysen er i utgangspunktet avgrenset til endringer innad i Danmark, men dansk landbrukseksport inngår også. Analysen inkluderer ikke vurderinger av virkemidler, men restriksjonene i modellen impliserer en skyggepris på CO₂. Gitt den overordnede behandlingen av enkelte sektorer samt stor usikkerhet knyttet til kostnader og

mulig teknologiutvikling, vurderer Energistyrelsen at scenarioene ikke kan brukes til å vurdere samlede «forvridningsomkostninger ved omstillingen».

Det Økonomiske Råd, som leverer uavhengige analyser av dansk økonomi, har gjennomført en analyse med den generelle likevektsmodellen REFORM av hvilken karbonpris som er nødvendig for å nå klimalovens målsetning om 70 prosent reduksjon av utslipp innen 2030 (De Økonomiske Råd, 2022).

Klimarådet er regjeringens uavhengige ekspertorgan for vurdering av innsatsen mot klimamålene og rådgivning om tiltak og virkemidler for effektivt å redusere utslipp, i henhold til klimaloven. Klimarådet har gjort en vurdering av om Danmarks nasjonale klimamål stemmer overens med Parisavtalens klimamål (Klimarådet, 2022). I dette arbeidet har det benyttet en såkalt klimaemulator. Klimaemulatoren skalerer utslippskonsekvensene av Danmarks klimamål til globalt nivå og kan slik brukes til å vurdere om målet er i tråd med Parisavtalen.

6.3.3 Sverige

Naturvårdsverket har i årlig oppdrag å levere underlag til regjeringens klimahandlingsplan och klimatredovising. Oppdraget inkluderer en vurdering av om Sverige ligger an til å nå mål om netto-null utslipp i 2045 og forslag som kan bidra til at klimamålene nås. Utslippseffektene av forslagene er ikke kvantifisert (Naturvårdsverket, 2023). I 2021 publiserte Naturvårdsverket en rapport som beskriver utslippsscenarioer mot klimamålet i 2045, hvor bidrag fra de ulike sektorene er skissert. Det er uklart hvilke metoder som er benyttet. Konjunkturinstitutet har på oppdrag av regjeringen årlig publisert en miljøøkonomisk rapport. Temaet varierer fra år til år. I fjorårets rapport analyserte Konjunkturinstitutet EU-kommisjonens forslag *Klar for 55* (Konjunkturinstitutet, 2022). Den generelle likevektsmodellen EMEC ble brukt for å illustrere konsekvenser for utslipp og svensk økonomi. I 2013 gjennomførte også Konjunkturinstitutet en analyse av oppnåelse av 2030- og 2050-mål ved hjelp av EMEC (Konjunkturinstitutet, 2013, og omtalt av Naturvårdsverket, 2022).

6.3.4 Storbritannia

I Storbritannia har både det uavhengige klimarådet og myndighetene gjennomført helhetlige analyser av klimamål. Mandatet til klimarådet i Storbritannia, The Climate Change Committee (CCC), er blant annet å gi råd om det langsiktige utslippsmålet for 2050 og om karbonbudsjett. Når det gjelder karbonbudsjett gir CCC råd om både nivå og i hvilke sektorer utslippsreduksjonene bør skje. I desember 2020 publiserte CCC sine anbefalinger til Storbritannias sjettede karbonbudsjett. Rapporten inkluderte sektorbaner til netto null, samt en analyse av økonomiske konsekvenser av det sjettede karbonbudsjettet. Det ble benyttet ulike metoder og modeller for ulike sektorer, og for hver sektorbane ble det oppgitt hvilke tiltak som ligger til grunn (The Climate Change Committee, 2020). Rapporten kvantifiserte også økte investeringskostnader og driftskostnader for de ulike sektorene, tilleggsfordeler som

bedre helse, samt makroøkonomiske konsekvenser som endring i BNP og arbeidsledighet kvantifisert.

Departement for Business, Energi and Industrial Strategy (BEIS) publiserte i 2021 en konsekvensanalyse av ulike karbonbudsjett. Her ble UK-TIMES-modellen benyttet til modellering av fire ulike utslippsbaner (scenarier). Hvert scenario har ulik grad av teknologitilgjengelighet og ressurstilgang. Scenariene hensyntar også teknologi- og ressursområder vurdert som relevante av BEIS. Følgende fire teknologiske faktorer vurderes: 1) elektrisitet, 2) hydrogen, 3) karbonfangst, utnyttelse og lagring, og 4) biomasse. Ulike antakelser om faktorene brukes for å definere tre scenarier for oppfyllelse av 2050-målet: «Høy elektrifisering», «Høy ressursbruk» og «Høy innovasjon». For å komplementere analysen med UK-TIMES har det blitt brukt informasjon fra sektormodeller i vurderingen av nytte og kostnader (Department for Business, Energy and Industrial Strategy, 2021). For en nærmere omtale av analysearbeidet, se Westberg et al. (2023).

6.3.5 EU

EU har i forbindelse med fastsettelse av både 2030- og 2050-målet gjennomført omfattende analyser. Analysene og referansebanen er utviklet med samme modellrammeverk. Rammeverket dekker alle klimagasser, samt en rekke ulike alternativer for å redusere eller fjerne klimagasser. Modellene er koblet til hverandre.

Det er gjennomført en omfattende konsekvensvurdering av ulike ambisjonsnivåer for 2050. Analysen inkluderer hvordan sektorer og økonomien som helhet kan avkarboniseres, og rapporten diskuterer i detalj ulike teknologier og alternativer, deres tilhørende utfordringer og muligheter. Modellering er hovedsakelig med modellene PRIMES-GAINS-GLOBIOM (se figur 6.2). Tre ulike hovedscenarier utforskes: 80 prosent reduksjon i 2050 sammenliknet med 1990, netto-null utslipp i 2050 og et scenario som fungerer som bro mellom de to første. For hvert av

hovedscenariene er det vurdert flere ulike underscenarioer for å belyse konsekvensen av ulike antakelser rundt arbeidsmarkedet, karbonprising, atferd og bruk av inntekter. Det gis informasjon om behov for biomasse, samt økonomiske konsekvenser som blant annet bruttonasjonal produkt (BNP), investeringsbehov, energisystemkostnader, priser, endring i husholdningenes utgifter, import av fossilt drivstoff, sektorproduksjon og regional sysselsetting. (Europakommisjonen, 2018). Samme modellapparat er i tillegg benyttet for å gjennomføre en konsekvensvurdering av å øke ambisjonsnivået for 2030 fra 40 prosent til 50-55 prosent kutt sammenliknet med 1990. Dette ble gjort ved å se på utslippsreduksjoner og konsekvenser av fire ulike politikkscenarier bestående av ulike kombinasjoner av tiltak og virkemidler (Europakommisjonen, 2020).

Som grunnlag for å foreslå et klimamål for 2040, har EUs vitenskapsråd utarbeidet estimater på EUs utslippsbudsjett for 2030 til 2050 (European Scientific Advisory Board on Climate Change, 2023). Analysen ble gjort med scenarier for ulike utslippsbaner, basert på innspill fra forskningsaktører. Over tusen scenarier ble spilt inn, og disse ble konkretisert til 36 scenarier av rådet, som igjen ble oppsummert i tre «ikoniske stier». For en nærmere omtale av analyse-arbeidet, se Westberg et al. (2023).

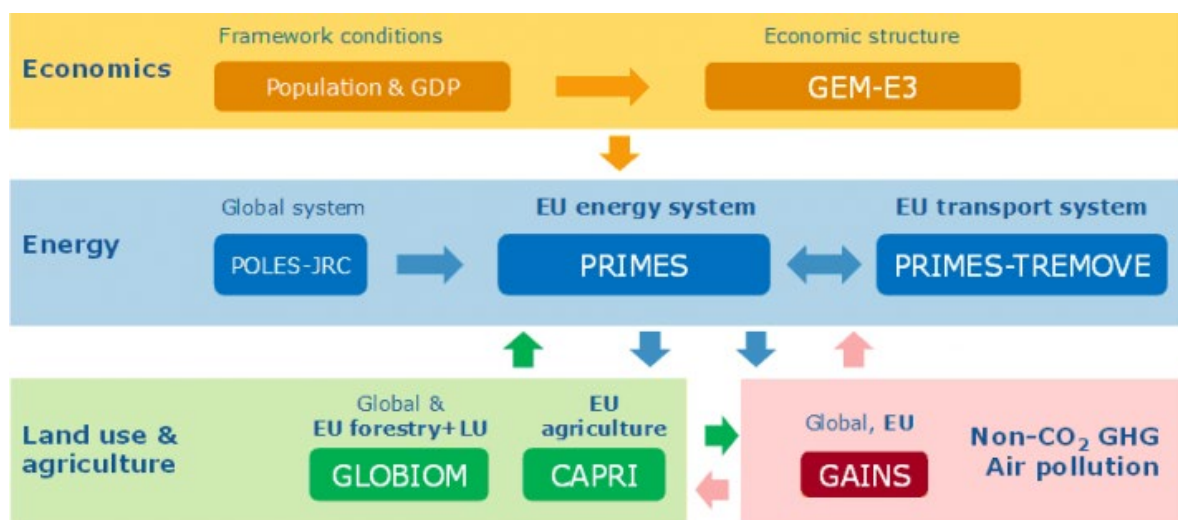
6.4 Vurdering av metoder

I det følgende kapittelet beskriver og drøfter utvalget ulike metoder, oppsummert i fire kategorier, med fokus på hvordan de har bidratt eller kan bidra til kunnskap for å sette mål eller identifisere hensiktsmessige strategier for å nå mål. Utvalget vurderer tiltaksanalyser, makroøkonomiske modeller, sektormodeller og scenarioanalyser.

6.4.2 Tiltaksanalyser

Tiltaksanalyse er en partiell analysemetode, hvor tiltak

Figur 6.2 Modellrammeverk i EU. Kilde: Europakommisjonen (2023).



Nummer og navn på tiltaket								
Reduksjon i 2030 Her vises utslippsreduksjon i 2030 i mill. tonn CO ₂ -ekv. (ETS+ESR, eller LULUCF) gitt at tiltaket gjennomføres som forutsatt.	Her forklares tiltaket (primært kvalitativt): <ul style="list-style-type: none"> - Hvilke utslipp tiltaket "treffer". - Viktige forutsetninger for beregningene. - Informasjon om datakilder og usikkerheter. - Eventuelle vurderinger av kobling til referansebanen. 							
Innfasing av tiltak	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Samlet reduksjon
	Her vises <ul style="list-style-type: none"> - Forutsetninger for tiltaket <ul style="list-style-type: none"> o endringer i aktivitet (for eksempel endringer i husdyrtall) o forutsetninger om innfasing (for eksempel prosentvis andel nullutslippskjøretøy av nysalg) - Utslippsreduksjoner (mill. tonn CO₂-ekv. redusert), både årlig og samlet for perioden. Det synliggjøres om utslippsreduksjonene inngår i ETS, ESR eller LULUCF. 							
Mill. tonn CO ₂ -ekv. redusert								
Andre effekter								
Her oppsummeres de viktigste identifiserte tilleggseffektene, utover klimagassreduksjoner, for eksempel arealkonsekvenser, helseeffekter og konsekvenser for naturmangfold.								
Barrierer	Forklaring			Virkemidler				
I denne kolonnen listes hovedbarrierer med fet skrift og underbarrierer <u>understreket</u> .	Forklaring av barrierевurderingene.			Her listes mulige virkemidler som kan bygge ned barrierene. Vi har inkludert eksempler på eksisterende virkemidler som kan forsterkes, og eksempler på mulige nye virkemidler. Det er ikke ment som en fullstendig liste og heller ikke anbefalinger.				

Figur 6.3. Tiltaksark. Kilde: Miljødirektoratet (2023b, s. 96).

(handlinger) for å redusere utslipp eller øke opptak av klimagasser kartlegges og analyseres uten at aktørenes atferd eksplisitt modelleres. Tiltaksanalysene kan ha ulike roller i vurdering av klimamål. Tiltaksanalysene gir en oversikt over det samlede tekniske utslippsreduksjonspotensialet over tid og på tvers av tiltak. Analysene bidrar også med kunnskap om eksisterende og mulige framtidige utslippsreducerende løsninger og teknologier. Ved å gi en oversikt over mulige virkemidler og barrierer for det enkelte tiltak gir analysene også nyttig informasjon inn i vurderinger av hva som skal til for å realisere utslippsreduksjonene for de ulike tiltakene. For en mer detaljert beskrivelse av tiltaksanalyser, se kapittel 5.

TBU Klima vurderte tiltaksanalyser i 2019. Utvalget pekte i

sin første rapport på at det var behov for bedre klargjøring av forutsetninger og begrensninger i formidlingen av tiltaksanalysene når disse legges fram (TBU klima, 2019). Utvalget anbefalte i rapporten at man må sikte mot analyser hvor virkemidler, fysiske tiltak og utslippsreduksjoner sees i sammenheng når man beregner samfunnsøkonomiske kostnader av tiltak. Siden 2019 har Miljødirektoratet utviklet analysene til å også i større grad inkludere vurderinger av barrierer og mulige virkemidler. Anbefalingen om klargjøring av forutsetninger og begrensninger er fulgt opp blant annet i den siste tiltaksanalysen (Miljødirektoratet, 2023b). Begrepet tiltaksanalyser kan likevel fortsatt være kilde til misforståelser. Utredningsinstruksen er fastsatt gjennom kongelig resolusjon og gir føringer for beslutningsgrunnlag for statlige tiltak. Her er begrepet

«tiltak» brukt til å omtale virkemidler, og veilederen til Utredningsinstruksen peker på eksempler: regulering, økonomiske virkemidler, pedagogiske virkemidler m.m. I Miljødirektoratets veileder (Miljødirektoratet, 2019) for metodikk for tiltaksanalyser omhandler «tiltak» noe annet enn offentlige virkemidler og er definert slik: «tiltak er handlinger som bedrifter, husholdninger, eller statlige og kommunale virksomheter mv. kan gjennomføre for å redusere klimagassutslippene». Inkonsistent begrepsbruk kan være problematisk. Det kan føre til at aktører feilaktig oppfatter og behandler resultater fra tiltaksanalyser som resultater fra virkemiddelanalyser. Det vil si at den anslåtte tiltakskostanden (kr/tonn CO₂-ekv) tolkes som de samlede kostnadene for samfunnet ved et virkemiddel som gir en slik utslippsreduksjon. Utvalget anbefaler at miljøforvaltningen vurderer alternative og mer dekkende begreper for tiltaksanalyser. I denne rapporten vil utvalget fortsette å bruke begrepet «tiltaksanalyser», som en praktisk betegnelse for ikke å skape forvirring, all den tid dette fortsatt er gjeldende betegnelse.

Den aller nyeste tiltaksanalysen er rapporten *Klimatiltak i Norge mot 2030* (Miljødirektoratet, 2023b). Analysen omfatter hele økonomien, inkludert skog- og arealbruk. Tiltak som innebærer å redusere produksjon og konsumtjenester er i liten grad inkludert. Resultatene sammenstilles og oppsummeres for å vise muligheter og utfordringer på sektornivå, samt det samlede potensialet for utslippsreduksjoner fram mot 2030 for hele økonomien. For hvert av tiltakene presenteres utslippsreduksjonspotensial per år. Hvert av tiltakene er oppsummert i tiltaksark. Tiltaksarkene gir informasjon om utslippsreduksjoner, forutsetninger, andre relevante effekter, mulige barrierer og virkemidler. Se figur 6.3 for eksempel på tiltaksark.

Tiltaksanalysene gir kunnskap om eksisterende og framtidige utslippsreducerende løsninger og teknologier i ulike sektorer og utslippssegmenter. Utvalget har tidligere pekt på at det er styrke at det etableres en sammenheng mellom konkrete handlinger, økonomisk aktivitet og utslipp (TBU klima, 2019). En av hovedstyrkene til tiltaksanalysene er den detaljerte informasjonen om teknologisk modenhet, mulige utslippsreduksjoner og tiltakskostnader. Tiltakskostnader inkluderer alle samfunnsøkonomiske virkninger som lar seg kvantifisere og prissette. I tillegg beskrives virkninger som ikke lar seg prissette. Tiltaksanalysen kan ikke vurderes som en fullstendig samfunnsøkonomisk analyse, fordi den ikke tar hensyn til at det kreves virkemidler for å utløse tiltakene. Tiltakskostnaden inkluderer ikke virkemiddelkostnader, og disse kan variere betydelig fra tiltak til tiltak avhengig av hvilket virkemiddel man vurderer. Ulike virkemidler vil generelt innebære ulike kostnader for ulike aktører og indirekte virkninger. Valg av virkemiddel kan også påvirke utslippsreduksjonspotensialet. Det er derfor i analyser av klimamål viktig å gjøre nærmere utredninger av aktuelle virkemidler hvor de samlede kostnadene belyses.

I Miljødirektoratet (2023b) er det gjort en kvalitativ vurdering av barrierer og virkemidler som kan utløse tiltakene. Disse beskrives i tiltaksarkene. De ulike barrierene som vurderes er privatøkonomiske kostnader, teknologisk umodenhet, infrastruktur, ressurstilgang, reguleringer og institusjoner, informasjon og kunnskap, samt atferd (vaner

og preferanser). En god forståelse av teknologisk modenhet og barrierer er nødvendig for å forstå hvilke virkemidler som er egnet. Tiltaksanalysene gir derfor et grunnlag for å beslutte hvilke virkemidler som skal utredes videre. Den detaljerte informasjonen i tiltaksanalysene kan også benyttes som inndata i andre analyser.

I TBU klima (2019) pekte utvalget på at det må arbeides med å kartlegge, framstille og ta hensyn til usikkerhet i tiltaksanalysene. På grunn av usikkerhet i kostnadsestimater og for å synliggjøre at det er et spenn i kostnader knyttet til gjennomføring av tiltak, har Miljødirektoratet gruppert tiltakene i kostnadskategorier eller avrundet tiltakskostnaden til nærmeste 500 kr/tonn CO₂-ekv. Sistnevnte ble brukt i Miljødirektoratet (2023b). I tilfeller der det ikke ble gjort nye beregninger, ble kostnadskategorier fra *Klimakur 2030* benyttet. Usikkerhet om kostnadsutvikling og systematisk risiko, som pekt på i TBU klima (2019), belyses ikke.

Tiltaksanalyse er en partiell analysemetode. Miljødirektoratet peker på eventuelle utslippseffekter i andre sektorer i Norge, men uten å kvantifisere dem. Eventuelle indirekte utslippseffekter som følge av ringvirkninger i andre utslippssegmenter og eventuelle tilbakevirkninger er ikke med i anslått utslipps- og kostnadseffekt av tiltak. For at utslippseffekten av tiltakene skal kunne summeres må det tas hensyn til mulig overlapp mellom tiltakene. *Klimakur 2030* (Miljødirektoratet et al., 2020) og *Klimatiltak i Norge mot 2030* (Miljødirektoratet, 2023b) står det at tiltakene er skalert i forhold til hverandre, og at det er gjort konkrete vurderinger av i hvilken rekkefølge tiltakene skjer. Endring i energibehov som følge av tiltakene beregnes. For industri og energiforsyning, petroleumssektoren og transport oppgis mulig kraftbehov av de ulike tiltakene. Om mange av tiltakene gjennomføres samtidig vil det sannsynligvis påvirke priser på kraft, biomasse, arbeidskraft og andre innsatsfaktorer. Dette fanges ikke opp. Tiltaksanalysene gir ingen informasjon om makroøkonomiske konsekvenser.

For vurdering av måloppnåelse er det særlig viktig med et avklart forhold til referansebanen. Den offisielle utslippsframskrivingen i Nasjonalbudsjettet med vedtatt politikk benyttes som utgangspunkt for referansebane, men i rapporten peker Miljødirektoratet på at det ofte er behov for mer detaljert informasjon enn det som kommer fram i framskrivingen og at det har vært behov for justeringer. For en mer detaljert drøfting av denne problemstillingen se kapittel 7 og Miljødirektoratets innspill. Justeringene kan innebære at enkelte tiltak ikke er addisjonelle til utslippsframskriving med vedtatt politikk. Dette må det tas hensyn til når tiltaksanalysene skal brukes som underlag for vurdering av måloppnåelse i andre sammenhenger, for eksempel i klimastatus og plan.

Hovedfokuset i rapporten (Miljødirektoratet, 2023b) er på mål i 2030, og belyser i liten grad hva som skal til for å nå 2050-målet. For skog- og arealbruk kvantifiseres potensialet for økt opptak og redusert utslipp for noen tiltak helt fram til 2100. Mulige tiltak som skal analyseres må defineres i forkant av analysen, og er derfor begrenset til dagens kunnskap. Tiltaksanalyser kan likevel bidra med nyttig informasjon også på lang sikt, ved at analysene

kan gi informasjon om mulige utslippskutt gitt det en vet om eksisterende og ny teknologi. Klimautvalget 2050 sin utredning (NOU 2023: 25) inneholder en analyse av det tekniske potensialet for utslippskutt til 2050. Siden analysen baserer seg på dagens næringsstruktur og aktivitetsnivå, gir den informasjon om potensialet for utslippskutt i 2050 ved at alternativ teknologi tas i bruk gitt ubegrensede ressurser. Klimautvalget peker på at antakelsen om ubegrensede ressurser ikke er realistisk. Analysen baserer seg på informasjon fra blant annet Miljødirektoratets tiltaksanalyser (men er ikke en tiltaksanalyse). I utredningen vurderer Klimautvalget at «slike tekniske analyser er nyttig som en del av vurderingene som må gjøres knyttet til omstillingen til 2050. Analysen bør videreutvikles og forbedres i myndighetenes videre arbeid, og inkludere vurderinger av ressurstilgangen. Utvalget mener videreutvikling av denne typen analyser bør inkludere sektoren for skog- og arealbruk. Analysene kan inngå i arbeidet med klima- og energiplaner» I motsetning til tiltaksanalyser, gjør det i Klimautvalget 2050 sin analyse ingen vurdering av kostnader, teknologimodenhet eller mulig innfasing. Det er potensial for å gjennomføre slike analyser og det ville vært nyttig om tiltaksanalysene utvides til å strekke seg fram mot 2050.

6.4.3 Makroøkonomiske modeller

En makroøkonomisk modell er en forenklet representasjon av hele økonomien til ett eller flere land. Makroøkonomiske modeller kan ha ulike roller i vurdering av klimamål. De kan benyttes til å finne kostnadsminimerende veier til målet. Det kan gjøres uten en vurdering av ønskede virkemidler, da vil kostnaden som beregnes tolkes som kostnaden ved å nå målet via en uniform pris på utslipp for alle utslippskilder. Nivået på denne prisen kan tolkes som en marginalkostnad eller skyggepris for utslippsmålet. En slik analyse gir ikke informasjon om mulige virkemidler utover hvor høy en mulig karbonpris bør være, men kan gi innsikt i kostnadseffektiv fordeling av utslippsreduksjoner mellom ulike sektorer, noe som er nyttig i fastsettelse av sektormål. Makroøkonomiske modeller kan også benyttes til analyse av ulike virkemidler, hvor modellsimuleringene finner fram til den kostnadsminimerende løsningen gitt en kombinasjon av virkemidler. Makroøkonomiske modeller kan også bidra til å belyse konsekvenser av ulike virkemiddelpakker og scenarioer, enten alene eller i kombinasjon med andre modeller (se omtale i kapittel 8). Scenarioanalyser og sektormodeller omtales i delkapittelet under.

Det finnes tre norske generelle likevektsmodeller som inkluderer utslipp av klimagasser: SNOW, GRACE-NOR og REMES¹⁴. For en nærmere beskrivelse se kapittel 5 eller utvalgets temarapport om makromodeller (TBU klima, 2021). Av disse tre modellene er det kun SNOW-NO som hittil har blitt benyttet til analyse av klimamål på bestilling av forvaltningen. I forbindelse med Klimakur 2030 fikk SSB et særskilt mandat om å gjøre en makroøkonomisk analyse av de samlede kostnadene av 50 prosent utslippsreduksjon i ikke-kvotepiktig sektor i 2030 sammenliknet med 2005. I rapporten gjøres det en analyse av hvilken utslippspris som er nødvendig for å nå det målet. Det analyseres også to ulike

tilbakebetalingsmekanismer for økningen i skatteinntekt. For tiltak i jordbruket og deler av næringstransport har SSB i analysen valgt å bruke informasjon om reduksjonspotensial og kostnader fra etatsrapporten *Klimakur 2030* (Miljødirektoratet et al., 2020) heller enn å simulere dem i SNOW. Utslippsreduksjonene er fordelt på sektorer og om de kommer fra teknologitilpasning (det vil si endring i utslippsintensitet) eller aktivitetstilpasning. Rapporten inneholder også anslag på endring i aktivitet og arbeidstilbud per sektor, marginalkostnaden ved å redusere utslipp og samlet direkte kostnad i tillegg til endring i BNP, privat konsum, fritid og nyttetap (Fæhn et al., 2020a). Den globale versjonen av modellen, SNOW-GLO, har også blitt benyttet i forskning til å analysere konsekvensene og kostnadene av delmål og klimapolitisk samarbeid og integrasjon med EU (Fæhn & Yonezawa, 2021).

Makroøkonomiske modeller har som regel en mindre detaljert spesifisering av ulike teknologier og mer aggregerte næringer enn partielle metoder. En utfordring er derfor at det kan være vanskelig å forklare og tolke resultatene og identifisere mulige virkemidler og tiltak for å realisere potensialet, samt barrierer som kan hindre at potensialet blir realisert. Det varierer i hvilken grad de ulike CGE-modellene nevnt ovenfor fanger opp relevante utslippsreduksjonsmuligheter. SNOW-NO har noe mer detaljert spesifisering av teknologivalg enn de to andre, først og fremst for transport. Det bør likevel for SNOW-NO vurderes forbedringsmuligheter i modelleringen av enkelte utslippskilder. For en nærmere vurdering av SNOW-NO, se temarapport om makroøkonomiske modeller (TBU klima, 2021) og kapittel 8.

Utvalget pekte i temarapporten om makromodeller (TBU klima, 2021) på at økonomiske virkemidler er godt dekket i de norske makromodellene, og at de også kan benyttes til å analysere ulike typer direkte reguleringer. Av CGE-modellene er det SNOW-NO som har best representasjon av virkemidler. De norske CGE-modellene fanger opp eksisterende skatter og avgifter som skaper kiler i økonomien, men utelater stort sett andre typer markedsimperfeksjoner. Hvis ulike markedsimperfeksjoner er ansett å være betydelige, anbefaler utvalget at man forsøker å representere dem i modellene.

For en detaljert modellering av enkelte teknologiske utslippsreduksjonsmuligheter kan bottom up-informasjon fra tiltaksanalyser (og andre kilder) om potensielle utslippsreduksjoner og privatøkonomiske kostnader brukes til å estimere marginale kostnadskurver eller modellere konkrete teknologier. Både REMES og SNOW-NO har brukt tiltaksanalyser som inndata. For å bruke informasjon fra tiltaksanalysene, er det behov for god dokumentasjon av privatøkonomiske kostnader. Inndata og modelloppsett må også være kompatibelt. Det kan være en utfordring om det er ulik inndeling av sektorene (næringssektor versus utslippsregnskapssektor).

Makromodeller er særlig utviklet for å studere endringer som omfatter flere næringer og sektorer samtidig. Alle de generelle likevektsmodellene ovenfor kan brukes til å beregne samfunnsøkonomiske kostnader.

¹⁴ Det er også planer om å utvikle NOREG 2 til å inkludere utslipp.

Det gjør at modellene generelt er godt egnet til å vurdere samlede samfunnsøkonomiske kostnader og makroøkonomiske konsekvenser knyttet til utredning av mål. Av de generelle likevektsmodellene er SNOW best egnet til å si noe om kostnader av klimapolitikken. Modellenes evne til å analysere kostnadsvirkninger avhenger blant annet av representasjonen av relevante utslippsreduksjonsmuligheter. CGE-modellene som ble vurdert i makrorapporten inkluderer i all hovedsak ikke omstillingskostnader som følge av midlertidig avvik fra likevekt. De inkluderer imidlertid enkelte tregheter som kan gi opphav til noen omstillingskostnader og kan videreutvikles til å i større grad kunne inkludere omstillingskostnader. Dette diskuteres i delkapittel 8.9.

Alle modellene kan brukes til å analysere fordelingsvirkninger mellom de ulike næringene som inngår i modellen. Det er laget en inntektsfordelingsmodul i SNOW-GLO som også kan være aktuell å bruke i SNOW-NO. Utvalget har ikke gjort en vurdering av denne modulen. I den svenske CGE-modellen EMEC er husholdninger delt inn etter inntekt og bosted, og modellen kan brukes til å belyse enkelte fordelingsvirkninger. NOREG 2 og REMES kan brukes til å analysere regionale fordelings effekter. NOREG 2 kan også brukes til å analysere fordelingsvirkninger mellom ulike typer arbeidskraft etter utdanningsnivå.

Til helhetlige analyser er det viktig med tilstrekkelig god representasjon av alle utslippskilder og relevante utslippsreduksjonsmuligheter. Det er en utfordring at ingen av modellene som ble vurdert i makrorapporten dekker utslipp og opptak fra skog- og arealbruk, og at alle har en aggregert modellering av jordbruk. Dette er betydelige kilder til utslipp- og opptak av klimagasser.

SNOW-NO, GRACE-NOR og REMES modellerer etterspørsel etter og produksjon av energivarene olje, gass, kull og elektrisitet. Energimarkedene modelleres som andre markeder. Modelleringen av kraftmarkedet er basert på årlige data. Produksjonen av kraft er i CGE-modellene representert ved dagens gjennomsnittsteknologi (dvs. i hovedsak vannkraft). I SNOW-NO behandles produksjonen vanligvis eksogent, slik at det er nettoeksporten som responderer på endret etterspørsel, men det er mulig med tilpasninger i produksjonen som beskrevet over. REMES åpner for tilpasninger også i produksjonsteknologi. Kraftmarkedet i SNOW-NO og GRACE-NOR modelleres som én region og det er ikke tatt hensyn til flaskehals hverken innenlands eller i handelen. I REMES er kraftmarkedet delt inn i fem regioner som samsvarer med kraftprisområdene. Modellen har vært brukt sammen med IFE-TIMES-Norway for å analysere samspill mellom klimapolitikk og kraftmarkedet. For en nærmere vurdering av TIMES, se delkapittel om sektormodeller under. Makromodellene kan utvikles for å få en bedre representasjon av tilpasninger i kraftmarkedet. Samtidig vil det i praksis være svært utfordrende å få en like detaljert modellering av teknologier på produksjonssiden i energimarkedet som ved bruk av for eksempel en TIMES-modell for norsk økonomi (IFE-TIMES-Norway eller TIMES-NVE). Et annet alternativ er derfor å koble for eksempel SNOW-NO eller REMES til en TIMES modell, eller benytte informasjon fra tiltaksanalysene eller energimodellene inn i de makroøkonomiske modellene. De tre norske CGE-modellene som inkluderer utslipp er

godt egnet for analyser av mål på mellomlang sikt. Ingen av modellene fanger opp tregheter eller konjunkturer og er derfor ikke godt egnet til analyser av mål på kort sikt.

For analyser på lang sikt er det en utfordring at data og parametere er basert på historiske grunnlag. På lang sikt vil antakeligvis teknologier og næringsstruktur avvike mye fra det historiske datagrunnlaget. Slik modellene er i dag er de også lite egnet til analyser av lavutslippssamfunnet. Utslippsreduksjonene i modellene skjer stort sett via substitusjon mellom innsatsfaktorer eller goder og gjennom reduksjon i aktiviteter som gir utslipp. CES-funksjoner beskriver hvor enkelt det er å substituere mellom innsatsfaktorer eller goder. Det gir lite informasjon om hvilke konkrete teknologivalg som tas, men gjør også at modellene ikke er bundet til konkrete teknologier som legges inn. Samtidig, så lenge fossil og fornybar energi er substitutter i modellen, vil det kreve veldig høy karbonpris for at bruk av fossil energi skal nærme seg null. Dersom en har konkrete formeningene om reduksjonsmuligheter, kan CES-funksjonene erstattes med marginalkostnadskurver utledet fra bottom-up-analyser eller konkrete teknologier kan modelleres mer eksplisitt. SNOW-NO har for eksempel en slik løsning i elbilmodulen.

6.4.4 Sektormodeller

Sektormodeller er detaljerte partielle modeller av bestemte markeder eller sektorer. De har ofte bedre beskrivelser av teknologivalg, utslippsreduksjonsmuligheter og virkemidler for de sektorene de modellerer sammenliknet med makroøkonomiske modeller. Modellene kan brukes på flere måter i analyse av mål. Sektormodellene kan benyttes alene for å analysere utslippsreduksjonsmuligheter og konsekvenser knyttet til nasjonale mål på sektornivå eller til analyser av sektormål. Sektormodellene kan også benyttes i kombinasjon med makroøkonomiske modeller for å få en bedre representasjon av enkelte sektorer eller markeder i analyser som gjelder flere sektorer. I dette kapitlet gis en kort vurdering av bruk av energi-, jordbruks- og transportmodeller, samt mulige metoder for å analysere mål i skog- og arealbruk.

Energimodeller

Kraft er en knapp ressurs, noe som kan legge begrensning på omfanget av elektrifisering av økonomien. I analyser av mål kan energisystemmodeller alene eller sammen med makroøkonomiske modeller benyttes til å belyse samspill mellom klimapolitikk og energimarkedet. Energisystemmodeller kan også benyttes i analyser av sektormål i sektorer hvor elektrifisering er en viktig utslippsreduksjonsmulighet, som i transportsektoren, petroleumssektoren og andre industrisektorer. Kraftmarkedsmodeller kan alene eller sammen med energisystemmodeller gi innsikt i kapasitetsbehov og endring i kraftpriser.

Fordelen med energisystemmodeller, som TIMES-modellene og Balmorel, er at de gjerne har en mer detaljert modellering av teknologier på produksjonssiden i kraftmarkedet sammenliknet med generelle likevektsmodeller. Videre har de en mer detaljert geografisk og tidsoppløsning, som gjør at modellene fanger opp

flaskehals i kraftmarkedet, som følge av begrensninger i overføringskapasiteten i strømmettet. Slike flaskehals fanges ikke opp i SNOW-NO. På etterspørselsiden inkluderer TIMES mange sektorer og ulike teknologivalg, som påvirker kostnader, etterspørsel etter energivarer, etterspørselsprofil og utslipp. For eksempel kan ulike avkarboniseringsstrategier for industri representeres som endogene teknologivalg som er industrispesifikke. I de norske TIMES modellene er etterspørselen etter ulike energitjenester eksogent modellert. Modellverktøyet til TIMES åpner riktignok opp for å legge inn egenpriselastisiteter og slik modellere etterspørselen etter energitjenester endogent. Energimodeller vil likevel ha en enklere modellering av hva som påvirker etterspørselen etter energitjenester sammenliknet med makromodeller, som fanger opp hvordan etterspørselen etter energitjenester påvirkes av vekselvirkninger i økonomien. I analyser hvor det er vesentlig å fange opp virkninger av klimapolitikken på etterspørselen etter ulike energivarer, og tilbakevirkninger via kraftmarkedet, er det en fordel å kombinere en energimodell med en makromodell. Et eksempel er Helgesen et al. (2018).

Fordelen med energisystemmodeller som TIMES sammenliknet med kraftmarkedsmoeller er at de dekker alle energivarer og slik sett tar høyde for at behovet for energitjenester kan dekkes ved bruk av ulike fossile og fornybare energikilder, som for eksempel substitusjon mellom bruk av hydrogen, biomasse og elektrisitet, og substitusjon mellom termiske varmesystem og elektrisk oppvarming. Energisystemmodeller er ofte for aggregerte til å anslå riktig kapasitetsutvidelse i et system som består av store mengder ulike typer fornybar energi i kraftproduksjon. En ulempe med slike modeller i basisversjon ikke er detaljert nok på tidsoppløsning til å fange alle samvariasjon i kraftmarkedet, som muligheten til å tilpasse ulike typer fornybar produksjon, som vind, sol og vannkraft, til variasjoner i etterspørsel etter kraft til ulike tidspunkter på døgnet og i ulike prisområder, gitt begrensninger i overføringskapasiteten mellom disse. Da kreves tilnærminger som har et tilstrekkelig antall representative timer i modellen. Det finnes eksempler på at dette er gjort i TIMES (Seljom & Tomasgard, 2015; Ahang et al., 2023), men modellens størrelse er en begrensning. Når det gjelder tidsoppløsning kan kraftmodeller tilby mer detalj og bedre oppløsning og dermed bedre anslag på kapasitetsbehov, men ofte på bekostning av sektorkobling. Manglende sektorkobling gjør det vanskeligere å analysere for eksempel spillet mellom elektrisitet, naturgass og hydrogen inn i avkarbonisering av industri og transport. Spesialiserte kraftmarkedsmoeller som EMPIRE kan benyttes lenket mot for eksempel SNOW-NO på samme måte som beskrevet for TIMES-NO. I Backe et al. (2022) vises det hvordan denne type modeller og kan kobles til modeller med finere geografisk oppløsning for å se på lokale effekter.

Jordbruksmodeller

I analyser av sektormål i jordbruket er sektormodeller for jordbruk, som Jordmod, mest aktuelle. Ingen av de norske CGE-modellene har en god representasjon av jordbruk. En videreutvikling av CGE-modellene i den retning vurderes heller ikke som hensiktsmessig gitt dagens inndeling i nasjonalregnskapet. I analyser av sektorovergripende

mål bør derfor sektormodeller for jordbruk benyttes i kombinasjon med makroøkonomiske modeller for å belyse konsekvenser for jordbrukssektoren av sektorovergripende mål.

Målene i jordbrukspolitikken er mange og motsetningsfylte, og virkemiddelapparatet er komplisert. Det er behov for analyse av sammenheng mellom klimamål og målene for jordbrukspolitikken knyttet til matsikkerhet og beredskap, landbruk over hele landet og økt verdiskapning. For jordbruket er det derfor særlig nyttig med en detaljert sektormodell for analyse av klimamål. Utvalget har tidligere vurdert to ulike sektormodeller for jordbruk, CAPRI og Jordmod. Av de to modellene er det Jordmod som har den mest detaljerte modelleringen av norsk jordbruk. TBU klima (2020) anbefalte at Jordmod bør brukes til å anslå de langsiktige utslippseffektene av større endringer i jordbrukspolitikken. Jordmod framstår som egnet til å vurdere virkemidler og kostnader knyttet til omlegging av jordbruket i analyser av ulike mål. For en nærmere vurdering av Jordmod, se kapittel 8.

Transportmodeller

Transportmodellene kan bidra med nyttig informasjon inn i analyser av klimamål, men er ikke alene egnet til slike analyser. person- og godstransportmodellene har en detaljert modellering av reise- og godstransportmønstre. Hovedformålet med modellene er å analysere trafikkmessige konsekvenser av endringer i transportinfrastruktur. Det er mulig å beregne utslippseffekter på bakgrunn av resultatene fra modellene, og til sammen gir transportmodellene muligheter for å vurdere utslippseffekter av en rekke virkemidler. Samtidig er modellsystemene i liten grad integrert, og det gjør modellene mindre egnet alene til analyser av sektormål for transport. I analyser av klimamål kan mer direkte bruk av transportmodellene gi bedre antakelser om aktivitetsnivået i transportsektoren som følge av endring i befolkningsvekst og inntektsvekst. Antakelsene kan brukes i andre modeller, som for eksempel SNOW-NO som har en detaljert modellering av veitransport og sentrale virkemidler i veitransport.

Modeller og metoder for skog- og arealbruk

Norges klimamål i avtalen med EU omfatter skog- og arealbrukssektoren, og Klimautvalget 2050 anbefaler egne klimamål for utslipp og opptak i sektoren. Handberg et al. (2023) viser at dagens modeller for endringer i utslipp og opptak av klimagasser i skog- og arealbrukssektoren ikke er knyttet til økonomien; framskrivning i arealbrukssektoren er basert på historisk trend i arealbruk, ikke på etterspørselen etter areal. Utvalget peker på at det er behov for å bedre forstå og modellere etterspørselsiden. Dette kan i større grad være relevant for å vurdere 2050-mål enn 2030-mål, siden historisk trend blir mindre relevant i lengre tidsperspektiv. For å analysere skog- og arealbruk er det nødvendig med andre typer modeller enn de som analyserer fossil energibruk, men forskjeller i vurdering av måloppnåelse bør grunne i forskjeller mellom sektorene, ikke metodene. Derfor bør en søke å samordne disse i størst mulig grad. Som et minimum bør analysene i skog- og arealbrukssektoren i større grad knyttes til arealletterspørsel,

basert på økonomisk utvikling.

6.4.5 Scenarioanalyser

Scenarioanalyse kan brukes til å belyse mulige framtidssituasjoner, gitt et sett antakelser, se kapittel 5 for en beskrivelse av ulike typer scenarioanalyser. I forbindelse med klimamål kan scenarioer brukes for i) å informere hvordan forhold utenfor politikernes kontroll påvirker måloppnåelse. For eksempel vil utvikling i globalt samarbeid og konflikt kunne henge sammen med internasjonalt klimasamarbeid, teknologiutvikling og oljepriser. Utviklingen kan ta utgangspunkt i scenarioer for sosioøkonomiske utviklingsbaner (Shared Socioeconomic Pathways), benyttet i FN Klimapanelens sjette rapport (IPCC, 2021). Slike forutsetninger og samvirkninger kan legges til grunn i ulike referansebaner, og dermed få fram et spenn av ulike måloppnåelse. Dette kan forstås som framoverskuende scenarioer. Et annet formål er ii) å informere hvordan ulike politikkvalg påvirker måloppnåelse og slår ut i økonomien. Dette vil i større grad kunne være bakoverskuende scenarioer (hvordan oppnår man satte mål), men det vil også kunne være framoverskuende (effekten av ulike politikkvalg).

Scenarioanalyser er i liten grad benyttet i analyse av klimamål i norsk forvaltning. Utvalget peker på at slike analyser er spesielt godt egnet der det er stor usikkerhet rundt utviklingen i teknologi, internasjonal økonomi, internasjonal virkemiddelbruk, befolkningsvekst og tilgang på ressurser på lang sikt. Boks 6-2 gir et eksempel på Norges Bank sitt arbeid med uttesting av framtidssenarioanalyse for å vurdere klimaomstilling i kontekst av finansiell stabilitet. Utenfor forvaltningen har blant annet Fæhn & Stoknes (2018; 2023) gjennomført framtidssenarioer, for å vurdere norsk klimapolitikk i internasjonal kontekst. Et annet eksempel er Espegren et al. (2023) som i forskningscenteret FME NTRANS har utviklet en egen scenariometodikk for å belyse virkninger av ulike veier til lavutslippssamfunnet, se boks 6-3.

Tiltaksanalyser, makroøkonomiske modeller og sektormodeller kan fylle ulike funksjoner i ulike typer scenarioanalyse. Makroøkonomiske modeller kan være egnet til å vurdere konsekvenser av ulike framoverskuende scenarioer. For eksempel kan CGE-modellene bidra til å belyse endringer i næringsstruktur og andre konsekvenser gitt forutsetninger om norsk virkemiddelbruk under ulike framtidssbilder. De norske CGE-modellene er i dag ikke særlig tilpasset analyser av lavutslippssamfunnet i 2050. Sammen med andre vurderte utfordringer med CGE-modellene, beskrevet i avsnittet over, gjør det krevende å utarbeide helhetlige scenarioanalyser med dagens CGE-modeller alene.

Tiltaksanalyser kan gi kunnskap om utslippsreduksjonspotensial på lang sikt for ulike scenarioer og veivalg, både for framoverskuende og bakoverskuende scenarioanalyser. For eksempel inkluderer Klimautvalgets rapport (NOU 2023: 25) en teknisk analyse av mulige utslippskutt i 2050, gitt dagens aktivitetsnivå og ubegrensede ressurser, som kan videreutvikles til tiltaksanalyse. Tiltaksanalysene er partielle analyser og de fanger ikke opp tilbakevirkninger eller virkninger på

muligheten til å gjennomføre andre tiltak som følge av eventuelle prisendringer

Sektormodellene er aktuelle i scenarioanalyser på sektornivå. Energisystemmodeller som TIMES kan benyttes til å analysere ulike alternative energibærere sin rolle inn i lavutslippssamfunnet for sektorer som for eksempel industri og transport. Sektormodellen Jordmod er egnet til å analysere hvordan virkemidlene i jordbrukspolitikken kan innrettes på lang sikt for å best ivareta og balansere de ulike målene i jordbrukspolitikken under ulike scenarioer om befolkningsvekst og økonomisk utvikling. Person- og godstransportmodellene kan være egnet til å analysere endring i aktivitet som følge av endring i infrastruktur, gitt ulike scenarioer for befolkningsvekst og inntektsvekst. Sektormodellene er partielle modeller og fanger derfor ikke opp vekselvirkninger med resten av økonomien. Utvalget har ikke vurdert i hvilken grad de egner seg for analyser av et lavutslippssamfunn.

For å utarbeide helhetlige scenarioanalyser er det behov for å benytte flere modeller og metoder i kombinasjon, slik det finnes eksempler på i andre land. Scenarioanalysene kan for eksempel gjennomføres ved hjelp av SNOW-NO eller REMES i kombinasjon med relevante sektormodeller. Tiltaksanalysene bidrar med kunnskap om eksisterende og framtidige utslippsreducerende løsninger og teknologier, som kan være nyttig både i å utvikle de ulike scenarioene og som informasjon inn i dem.

Framoverskuende og bakoverskuende scenarioanalyser har ulike formål og gir ulik informasjon. For analyser med tidshorison mot 2050 vil det være fordelaktig om det gjennomføres framoverskuende scenarioanalyser av framskrivinger med vedtatt politikk under ulike framtidssenarioer. Det er også mulig å benytte framoverskuende analyser til å analysere utslippseffekten av ulike virkemidler eller kombinasjon av virkemidler under ulike framtidssenarioer. Framtidssenarioene kan variere i hvilke antakelser som gjøres rundt utviklingen i teknologi, internasjonal økonomi, internasjonal virkemiddelbruk, befolkningsvekst og tilgang på ressurser og kostnader på lang sikt. De framoverskuende analysene er nyttige for å identifisere hvor stort gap det er til ulike klimamål både med vedtatt politikk og nye virkemidler. Gapet mellom utslipp i scenarioet og utslippsmålet gir grunnlag for drøfting og analyse av mulig virkemiddelbruk. Bakoverskuende analyser benyttes for å identifisere ulike utslippsbaner til 2050-målet, og hva som skal til for at 2050-målet skal nås under ulike veivalg og ulike framtidssenarioer. Et eksempel på dette er scenarioanalysene i Danmark hvor det er identifisert fire ulike scenario knyttet til fire overordnede faktorer som vurderes å ha stor betydning for omstillingen og som det er stor usikkerhet knyttet til. De fire overordnede faktorene er elektrifisering, energieffektivisering og atferdsendring, negative utslippstiltak og bioenergi.

Boks 6-2:

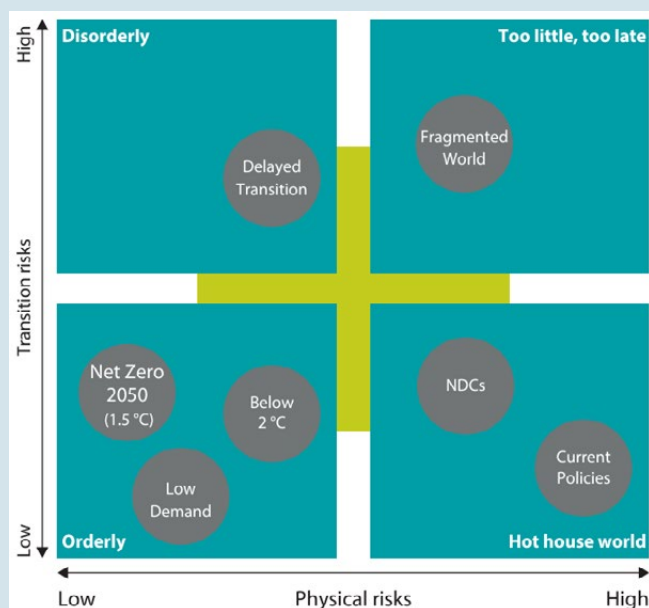
Klimascenarioanalyser i Norges Bank

Network for Greening the Financial System (NGFS) er et internasjonalt nettverk av sentralbanker og finansinstitusjoner. I samarbeid med akademiske miljøer og med støtte fra Bloomberg har deltakere i nettverket utarbeidet et rammeverk for scenarioanalyse av mulige klimaomstillinger (NGFS, 2023a). Scenarioene er utviklet for å gi sentralbanker og andre finanstilsyn en enhetlig rammeverk for å vurdere kostnadene ved klimaendringer og omstilling. NGFS bruker tre ulike modeller for å framskrive klimascenarioene: MESSAGE, REMIND, og GCAM. MESSAGE og REMIND er generelle likevektsmodeller med intertemporal optimering, mens GCAM er en partiell likevektsmodell. Framskrivningene fra REMIND og MESSAGE benyttes som input i en makroøkonomisk modell, NiGEM (NIESR, 2023), for å finne effekter på BNP og andre makroøkonomiske størrelser.

Scenarioene dekker et spenn av ulike framtid, illustrert i figuren under. Den viktigste politikkvariabelen i simuleringene er den globale karbonprisen – høyere karbonpris gir lavere utslipp. Prisen og timingen reflekterer hvor vanskelig omstillingen er i de ulike scenarioene. Jo vanskeligere omstillingen blir, jo mer må man øke prisen for å få ned utslippsnivået. De ulike modellene gir svært ulike føringer på hvor høy karbonprisen må være for å nå spesifikke utslippsmål, noe som også illustrerer usikkerheten i de ulike scenarioene. Det er også gjort analyser med kortere tidshorisont (NGFS, 2023b). Scenarioene og grunnlaget for dem beskrives i mer detalj i NGFS (2022).

Norges Bank (2023) gjør en vurdering av modellene og scenarioene som er anvendt på Norge, og hvordan disse potensielt kan brukes i analyser av global karbonpris og endringer i norsk og global energisammensetning. Dette inkluderer effekter på BNP, konsum, inflasjon, og renter, både for verden og for Norge. Formålet er i hovedsak å vurdere klimarisiko og finansiell stabilitet, ikke utslippsreduksjon, men det fordrer vurdering av utslippsutviklinger.

Framskrivningene for ulike regioner kan brytes ned til framskrivninger for enkeltland. Med unntak av at man bruker historiske data, tar framskrivningene ikke hensyn til nasjonale særegenheter. Norges Banks vurdering er at dette gjør at framskrivningene for Norge er uforholdsmessig sterkt preget av hvilken region Norge tilhører. Ettersom Norge tilhører ulike regioner i de ulike modellene, gjør dette også at framskrivninger for Norge spriker mellom scenarioer laget med ulike modeller. Ifølge Norges Bank (2023) er NGFS-scenarioene egnet til å brukes som referanse ved vurdering av forventet utvikling i global karbonpris og energisammensetning. Samtidig er scenarioene for overordnede til å gi detaljerte vurderinger av norsk økonomi, da modellene i for liten grad er tilpasset norske forhold.



Figur 6.4. NGFS' syv ulike scenarioer. Kilde: NGFS (2023c).

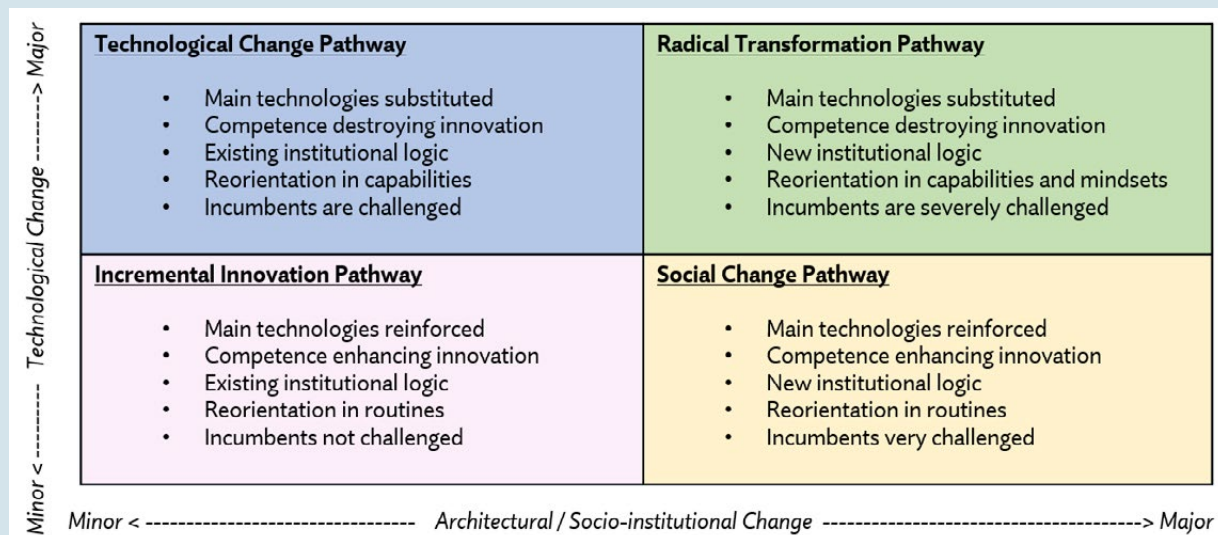
Boks 6-3:
NTRANS

NTRANS har utviklet en egen scenariometodikk som først spesifiserer kvalitative egenskaper ved scenariene basert på sosio-tekniske metoder og deretter kvantifiserer og analyserer med tekno-økonomisk modellering. I beskrivelsene ligger antagelser om nasjonal utvikling og tilsvarende antagelser om sektorer. Disse antagelsene kan til en viss grad sees på som politiske valg, men representerer også i noen tilfeller utfallsrommet til for eksempel teknologiusikkerhet og markedsusikkerhet. For å skille hovedtrekkene i scenariene er de sortert i en matrise med teknologisk utvikling langs én akse og sosiotekniske endringer (for eksempel adferd) langs den andre. Scenarioene er presentert i figuren under.

Scenarioene skilles gjennom åtte drivere: befolkningsvekst, produktivitet, teknologiforbedringer, energiintensitet, ressurstilgang til energitjenester, ressurstilgjengelighet, utslippsnivå, overgang til sirkulær økonomi, og endringer i etterspørselen etter transport. Referansescenarioet beskriver den økonomiske utviklingen dersom driverne opprettholder dagens trender («Business-as-usual»). De fire scenarioene blir sammenlignet mot referansescenarioet. Transparente antagelser om økonomisk vekst, energiintensitet, energiforbruk, olje- og gassutvinning og CO₂-utslipp referansescenarioet legges til grunn i referansescenarioet. Teknologiforbedringer er endogene, men det gjøres egne

Scenarioene relateres i liten grad til utviklingen i andre land, men antagelser rundt etterspørsel etter olje og gass samt eksport av hydrogen og strøm er inkludert. Det er ingen krav om nullutslipp i 2050 for noen av scenarioene. Analysene er utført ved å bruke TIMES og REMES.

For mer informasjon om NTRANS og scenarioene, se Espegren et al. (2023).



Figur 6.5. De fire scenarioene i NTRANS, differensiert ved teknologisk utvikling (y-aksen) og sosio-tekniske endringer (x-aksen). Kilde: Espegren et al. (2023, s. 2).

6.5 Oppsummering og anbefalinger

I arbeidet med å utrede nye eller forsterkede klimamål er det behov for kunnskap om potensialet for utslippsreduksjoner og opptak, mulige virkemidler og tiltak, samt kostnader og konsekvenser av å nå målene. Dette er kunnskap som også danner grunnlag for videre arbeid med hvordan målene kan nås, klimaplaner og -strategier og hvilke konkrete virkemidler som bør utredes.

Utvalget anbefaler at tiltaksanalysene suppleres med makroøkonomiske analyser slik praksis er i dag. Dette bidrar til å styrke beslutningsgrunnlaget ved utredning av klimamål. Tiltaksanalysene gir en oversikt over potensialet for utslippsreduksjoner, ulike kostnader og viktige barrierer i alle sektorer, og gir grunnlag for å vurdere mulige virkemidler. Tiltak utløses via virkemidler, og de fulle samfunnsøkonomiske kostnadene vil blant annet avhenge av hva slags virkemidler som tas i bruk og eksisterende virkemiddelbruk. Videre fanger tiltaksanalysene ikke opp samspillseffekter. De egner seg derfor ikke til å si noe om samlede samfunnsøkonomiske virkninger. Informasjon fra tiltaksanalysene kan også benyttes inn i andre analyser som inndata. Makroøkonomiske modeller, som SNOW-NO og REMES, fanger opp samspillseffekter og kan benyttes til å si noe om samlede samfunnsøkonomiske virkninger, men gir ikke samme detaljerte informasjon om enkelttiltak for å redusere utslipp. I analyser av klimamål er SNOW-NO oftest brukt til å undersøke kostnadseffektive kombinasjoner av utslippsreducerende tiltak for å nå målet, samt anslå de samfunnsøkonomiske kostnadene av å nå målet. Siden SNOW-NO er sentral i arbeidet med makroøkonomiske analyser, vil det være en fordel om modellen videreutvikles til å ha god representasjon av flere store utslippskilder og sentrale virkemidler og atferdsrespons. Den regionale CGE-modellen REMES kan benyttes til å fange opp regionale effekter. Sektormodeller kan være nyttig supplement til CGE-modellene for sektorer som ikke er godt representert i CGE-modellene, slik som jordbruk.

Det er krevende å gjennomføre samlede analyser av alle ulike aktuelle virkemidler – og kombinasjoner av disse – for å nå mål. Samtidig oppgir flere av de som har blitt intervjuet i Handberg et. al (2022) at det er behov for mer helhetlige analyser av virkemidler. Utvalget mener det vil være nyttig om det i forbindelse med utredning av mål blir gjennomført analyser av et utvalg særlig relevante virkemidler, for eksempel med utgangspunkt i fysiske tiltak og utslippskilder fra tiltaksanalysene, eller ved å se hen til eksisterende kunnskap om virkemidler. For å utrede brede virkemidler eller større generelle virkemiddelpakker kan SNOW-NO eller andre relevante modeller benyttes.

I analyse av hvordan Norge kan nå sine sektormål, kan det være behov for informasjon på et mer detaljert nivå. Tiltaksanalysene gir informasjon om utslippsreduksjonspotensialet knyttet til gjennomføringen av mulige tiltak og en oversikt over mulige virkemidler på sektornivå og for ulike segmenter innenfor sektorene. De ulike sektormodellene kan alene eller sammen med CGE-modellene benyttes til å analysere utslippseffekt og konsekvenser av kombinasjoner av virkemidler og klimamål, mens makroøkonomiske analyser kan gi informasjon om kostnadseffektiv fordeling av utslippsreduksjoner

på sektornivå. Utvalget anbefaler at det i større grad gjøres analyser av hva som skal til for å nå sektormålene og hvorvidt de er konsistente med en kostnadseffektiv gjennomføring av klimapolitikken.

Det er hittil i liten grad gjennomført analyser av 2050-målet i Norge og hva som skal til for å nå dette målet. Sammenliknet med analyser på kort og mellomlang sikt, vil det i analyser langt fram i tid være større usikkerhet rundt forhold som utviklingen i teknologi, internasjonal økonomi, internasjonal virkemiddelbruk, befolkningsvekst og tilgang på ressurser og kostnader. Utvalget anbefaler derfor at det gjennomføres scenarioanalyser mot 2050. Slike analyser kan belyse ulike framtidsskildringer gitt usikkerheten i en rekke forhold. Det kan være aktuelt å gjennomføre både framoverskuende og bakoverskuende analyser. Framoverskuende scenarioanalyser er spesielt aktuelle for å studere hvordan ulike framtidsscenarioer påvirker framskrivninger av vedtatt politikk og status for måloppnåelse mot 2050. Utvalget mener det også er relevant å bruke framtidsscenarioer for å belyse virkninger av andre antakelser om nasjonal politikk. Utvalget peker på at bakoverskuende scenarioanalyser er spesielt aktuelle for å identifisere potensielle utslippsbaner, virkemidler, teknologiendringer og sektorsammensetninger for å nå mål i 2050. Tiltaksanalyser, generelle likevektsmodeller og sektormodeller kan, fortrinnsvis i kombinasjon, benyttes til scenarioanalyser. Modellene vil trenge oppdateringer og tilpasninger for å egne seg til analyser av lav- og nullutslippsscenarioer i 2050.

Utvalget peker på at det mangler informasjon om noen relevante konsekvenser og samlet ressursbehov i tidligere utredninger av klimamål. Utvalget anbefaler at det analyseres hvordan knappe ressurser, slik som spesialisert arbeidskraft, kraft, biomasse og areal, påvirkes både på kort og lang sikt. Knapphet på ressurser kan føre til økte omstillingskostnader. Informasjon fra tiltaksanalysene kan benyttes inn i TIMES for en mer samlet vurdering av konsekvenser for energisystemet. For at SNOW-NO bedre skal fange opp hvordan virkninger via kraftmarkedet påvirker kostnadene av å gjennomføre klimapolitikken, anbefaler utvalget at SNOW-NO utvikles til å ha en mer detaljert representasjon av kraftmarkedet. For mer detaljerte analyser av samspillet mellom klimapolitikken og tilgangen på fornybare ressurser som kraft, og mulig hydrogen på sikt, mener utvalget at energimodeller som TIMES, enten alene eller koblet til en CGE-modell, trolig kan være godt egnet. Utvalget anbefaler derfor at forvaltningen i større grad å ta i bruk energimodeller, for eksempel videreutvikle TIMES-NVE slik at den egner seg bedre for klimaanalyser, eller eventuelt å inngå enda tettere og mer forpliktende samarbeid med IFE om bruk av deres TIMES-modell. Gitt integrasjonen mellom norsk og europeisk kraftmarked, vil det være en fordel om TIMES-versjonen (eller annen energimodell) også dekker andre nordiske/ europeiske land. Eksempler på modeller som gjør dette er energimodellen Balmorel, kraftmarkedsmodellen EMPIRE, og IFE-TIMES-Europa. Utvalget anbefaler videre at man i studier der detaljert informasjon om energisektoren står sentralt, vurderer å kombinere SNOW-NO og kraft- eller energimodeller, som TIMES, i større grad enn i dag.

For areal peker utvalget på at det er behov for å bedre forstå

og modellere etterspørsel etter areal. Dagens metoder for skog- og arealbruk er i liten grad knyttet til økonomien, og derfor lite egnet for analyser av økonomiske virkemidler, som naturbruksavgift eller CO₂-avgift for arealendringer. Som et minimum bør analysene gi en bedre forståelse av sammenhengene mellom økonomisk aktivitet og arealbruksendringer. Utvalget anbefaler også at det følges med på modell- og metodeutviklingen i andre land.

Utvalget peker på at det også er viktig å se klimapolitikken i sammenheng med andre samfunns mål, og at det er behov for analyse av fordelingseffekter av norsk klimapolitikk både på tvers av inntektsgrupper og geografi. Utvalget peker på at for å nå målet om lavutslippssamfunnet i 2050, vil gjennomførbarhet av virkemidler for å redusere klimagassutslipp være viktig. Det gir økt behov for kunnskap om aksept for ulike virkemidler i befolkningen, og hvilke atferdsresponsen ulike virkemidler har. Kunnskap om hvilke grupper av samfunnet som særlig bærer kostnadene ved klimatiltak og -virkemidler vil være nyttig. Utvalget anbefaler derfor at det i analyser av klimamål også utredes hvilke konsekvenser det har for ulike samfunnsgrupper.

Utvalget peker på at som grunnlag for høringer og diskusjon på Stortinget er det viktig at analysene av nye og forsterkede mål er offentlige og tilgjengelige på beslutningstidspunktet, og at metodene og forutsetningene som ligger til grunn er godt dokumenterte. Det er også en fordel om det utarbeides uavhengige analyser, eller om det gjøres eksterne evalueringer av analysene. Ekstern evaluering bør helst være på plass før endelig beslutning tas.

7. Status for måloppnåelse – framskriving av utslipp og opptak

7.1 Innledning og bakgrunn

7.1.1 Formål og forvaltningens behov

Et sentralt spørsmål i arbeidet med klimapolitikken er hvordan utslippene vil utvikle seg framover dersom dagens politikk og virkemidler ligger fast, og hva som er utslippseffekten av planlagt politikk framover i tid. I henhold til klimaloven skal regjeringen årlig redegjøre for Stortinget for framskrivinger av utslipp og opptak og gjennomføring av klimamål, samt sektorvise utslippsbaner innenfor ikke-kvotepiktig sektor, og hvilke typer tiltak som vil være nødvendige for å realisere disse utslippsbanene. Dagens klimalov (Klimaloven, 2017) har lovfestede mål for 2030 og 2050.

Praksis i Norge i dag er at framskrivingene av norske utslipp og opptak av klimagasser som presenteres i Nasjonalbudsjettet (*utslippsframskrivingen*) (Meld. St. 1 (2023-2024)), gir et anslag på utslippsutviklingen basert på et sett med forutsetninger, blant annet at dagens innenlandske politikk og virkemiddelbruk holdes uendret framover i tid. Forslag til endringer i virkemidler eller tiltak som ikke er ferdig utredet eller iverksatt i form av forskriftsendringer eller stortingsvedtak, inngår ikke i utslippsframskrivingen. Etter hvert som forslag vedtas og implementeres vil de inkluderes, enten direkte eller indirekte, i utslippsframskrivingen.

Siden 2021 har det i Regjeringas klimastatus og -plan, som også er regjeringens rapportering etter klimaloven, blitt presentert forventet utslippseffekt av planlagte endringer i virkemidler. I denne rapporteringen til Stortinget beskrives dette som en *effektberegning av planlagt politikk* (Særskilt vedlegg til Prop. 1 S (2023-2024)). Blant annet er den planlagte opptrappingen av CO₂-avgiften til 2000 kroner per tonn i 2030 definert som planlagt politikk. Samlet gir framskrivingen og effektberegningen av planlagt politikk et bilde av hvordan Norge ligger an til å nå 2030-målet. Siden framskriving med vedtatt politikk gir anslag på utslippsutviklingen hvis dagens politikk holdes uendret framover i tid, kan den danne referansebane for vurdering av nye virkemidler, utredning av nye klimamål og framskriving av utslipp med planlagt politikk.

Norge har rapporteringsforpliktelser til FN under Parisavtalen og klimakonvensjonen, og til ESA i klimaavtalen med EU. Det internasjonale rapporteringsformatet er slik at det kan rapporteres på framskrivinger av utslipp og opptak i tre kategorier:

- «Projections with existing measures» (WEM):

Framskriving av utslipp og opptak gitt at eksisterende virkemidler videreføres uendret fram i tid.

- «Projections with additional measures» (WAM): Framskriving av ytterligere planlagt politikk som diskuteres med en realistisk mulighet for gjennomføring.
- «Projections without measures» (WOM): Framskrivinger som synliggjør hva utslippene kunne ha vært uten innføring av virkemidler.

Rapportering på WEM er et må-krav, mens rapportering på WAM og WOM er anbefalt. I tillegg skal landene rapportere spesifikt om virkemidler og klimatiltak. FN kaller dette «Policies and measures» (PAM). Denne rapporteringen skal inneholde en oversikt over planlagte, vedtatte og implementerte virkemidler og klimatiltak, og skal så langt som mulig anslå utslippseffekten av disse. Se kapittel 8 for vurdering av metoder for analyser av konkrete virkemidler.

Den norske utslippsframskrivingen samsvarer med FNs definisjon av framskriving med eksisterende virkemidler (WEM), mens effektberegning av planlagt politikk samsvarer med FNs definisjon av framskriving med planlagt politikk (WAM).¹⁵ I den videre drøftingen i dette kapitlet benyttes begrepene framskriving med vedtatt politikk og framskriving med planlagt politikk.

Regjeringens forslag til statsbudsjett faller inn under definisjonen av planlagt politikk. I henhold til klimaloven skal regjeringen også redegjøre for klimaeffekten av framlagt budsjett i budsjettproposisjonen for neste års statsbudsjett. Utvalget behandler klimaeffekt av framlagt budsjett i egen temarapport (TBU klima, 2023a).

I neste delkapittel gis det en beskrivelse av metoder som benyttes til framskriving av utslipp og opptak i andre land, og i delkapittel 7.3. gis en beskrivelse av hvilke metoder som brukes i Norge. I delkapittel 7.4 gjør utvalget en vurdering av metodene som brukes til framskriving av utslipp og opptak med vedtatt og planlagt politikk i Norge, og drøfter sentrale problemstillinger. I delkapittel 7.5 presenteres utvalgets helhetlige vurdering og anbefalinger.

7.2 Framskriving av utslipp og opptak i andre land

Utvalget ga i 2022 CICERO Senter for klimaforskning i oppdrag å kartlegge metoder for utslippsframskrivinger i andre land. Formålet var å få innsikt i ulike metoder og modellapparat for framskrivinger med både vedtatt

¹⁵ Norge har til nå ikke presentert framskriving med planlagt politikk i rapporteringen til FN eller ESA.

og planlagt politikk, samt ulike måter å organisere arbeidet på. I rapporten (Skjeflo & Ytreberg, 2023) kartlegges metoder for utslippsframskrivinger i 34 land basert på sist tilgjengelige utslippsframskriving som er rapportert til FN. I tillegg ble det gjennomført et dypdykk i metodikk for framskrivinger i åtte av disse landene. I rapporteringen kreves det bare at landene skal utarbeide utslippsframskrivinger på mellomlang sikt. Analyser av utslippsutvikling i et 2050-perspektiv i andre land omtales i detalj i kapittel 6.

7.2.1 Metode for utslippsframskrivinger

Kartleggingen viser at ingen land benytter én modell for å framskrive alle utslippskilder. Land som modellerer flere sektorer samlet, benytter som oftest en energisystemmodell, og kun i noen få tilfeller en generell likevektsmodell (CGE-modell). Det er særlig framskrivinger av utslipp og opptak fra skog- og arealbrukssektoren (LULUCF), jordbruksutslipp, utslipp av fluorgasser og prosessutslipp fra industri som gjøres utenfor de sentrale modellene.

Av 34 land som er kartlagt, rapporterer 28 land både utslippsframskrivinger med planlagte og vedtatte virkemidler. De skandinaviske landene skiller seg ut på flere måter. Norge, Sverige og Danmark er blant de landene som ikke rapporterer begge typer framskrivinger. Seks av landene som er kartlagt bruker en CGE-modell til utslippsframskrivingene. Norge, Sverige, Danmark og Finland er blant disse landene. Norge skiller seg også ut ved å være eneste landet som ikke bruker en energisystemmodell i framskrivingene, og ved å være eneste skandinaviske land som ikke bruker en sektormodell for jordbruk (Skjeflo & Ytreberg, 2023).

7.2.2 Virkemiddelvurderinger i framskrivingen

Kartleggingen viser at det i rapporteringen til de ulike landene generelt oppgis lite informasjon om hvordan effekt av endring i tiltak og virkemidler beregnes og inkluderes i utslippsframskrivingen med planlagt politikk. Basert på kartleggingen ble det gjennomført en grundigere analyse av metoder for vurdering av virkemidler i utslippsframskrivingene i åtte av landene: Sveits, Frankrike, Storbritannia, Finland, USA, Tyskland, Danmark og Sverige. Analysen viser at det varierer i hvilken grad samme metoder brukes til virkemiddelanalyser og utslippsframskrivinger. Ingen av landene ser ut til å ha funnet en enkel løsning på hvordan man kan framskrive effekten av endring i vedtatt og/eller planlagt politikk.

Noen av energisystemmodellene og sektormodellene som benyttes til framskrivinger i de kartlagte landene, brukes også til å gjennomføre eksplisitte analyser av virkemidler. Et eksempel på dette er at USA bruker energimodellen NEMS både for utslippsframskrivinger og for analyser av virkemidler som påvirker energimarkedet. Storbritannia og Sveits bruker transportmodellene, som inngår i deres

energisystemmodeller, til å analysere virkemidler som påvirker utslipp fra veitransport. I de tilfeller der det ikke gjøres slike eksplisitte analyser, kan virkemidlene inkluderes i modellen ved at det gjøres antakelser om hvordan virkemiddelet påvirker teknologisk framgang, energibruk og/eller utslippsfaktorer i modellene, eller gjennom direkte etterjusteringer, eller ved å anta at effekten av virkemiddelet korresponderer med målsetningen bak.

Det varierer hvordan de ulike landene tar hensyn til samspill mellom sektorer og overlapp mellom virkemidler, samt hvordan samlet effekt av endret politikk beregnes i framskrivingene. Storbritannia og Sverige har etablert rutiner for vurdering av overlapp. I Storbritannia vurderes overlapp mellom virkemidler etter kriterier for i hvilken rekkefølge utslippsreduksjoner skal tilskrives virkemidler. Dette inkluderer blant annet i hvilken grad virkemiddelet er bindende (for eksempel reguleringer), når virkemiddelet ble varslet, og hvor kostnadseffektivt man forventer at virkemiddelet vil være. Dette er ulikt fra tilnærmingen i hver enkelt virkemiddelanalyse, hvor man vurderer den marginale effekten av hvert nytt virkemiddel, gitt eksisterende virkemidler. I USA og Tyskland gjennomføres det en KAYA-analyse (Kaya & Yokobori, 1997) av samlet effekt av nye virkemidler. KAYA-analysen dekomponerer utslipp i faktorer som representerer befolkningsutvikling, bruttonasjonalprodukt (BNP) per innbygger, energiintensitet og karbonintensitet av energi. Når endringer knyttet til demografi og BNP er tatt ut av framskrivingene, antar man at man sitter igjen med effekter som kan knyttes til nye virkemidler, men også teknologisk utvikling og forhold i energimarkedet.

Enkelte land har maler for rapportering av virkemiddelanalyser. Standardisert rapportering ligger for eksempel til grunn for Storbritannias system for bruk av eksisterende virkemiddelanalyser inn i framskrivingsarbeidet. Sveriges nylig publiserte veileder for klimaanalyser (Naturvårdsverket et al., 2022) ser ut til å ha flere interessante læringspunkter for Norge, også når det gjelder konsistens mellom virkemiddelanalyser og utslippsframskrivinger.

7.2.3 Metoder for å synliggjøre og vurdere usikkerhet

De fleste landene som det er gjort dypdykk i, synliggjør usikkerhet i framskrivingene gjennom følsomhetsanalyser. I de åtte landene som ble vurdert nærmere, er det gjennomført følsomhetsanalyser for befolkningsvekst, økonomisk vekst, pris på fossil energi, olje- og gassproduksjon, økonomisk struktur og CO₂-pris. I Storbritannia gjøres ulike følsomhetsanalyser for å identifisere de viktigste driverne for utslippsutviklingen, deretter gjøres det Monte Carlo-simulering¹⁶ for ulike fordelinger av de mest sentrale parameterne. USA har valgt å rapportere tre framskrivinger av LULUCF-utslipp basert på tre ulike modeller, for å synliggjøre usikkerhet i valg av metode.

¹⁶ Monte Carlo-simulering er en metode som brukes til å simulere mulige utfall av en situasjon, gitt et sett med variabler og sannsynligheter.

7.2.4 System for kvalitetssikring

Flere av landene det er gjort dypdykk i, har et system for ekstern kvalitetssikring av utslippsframskrivingene. I Danmark gjennomføres det en høring av antakelser og datagrunnlag for framskrivingene, og i Frankrike er framskrivingene på innspillrunde før publisering når det er relevant. I Storbritannia og Danmark har klimarådene i oppgave å gjennomføre ekstern kvalitetssikring av framskrivingene. I USA har de ekstern kvalitetssikring av modeller og metoder som benyttes. En av LULUCF-modellene ble for eksempel fagfellevurdert i 2012 av et panel av uavhengige akademikere (United States Environmental Protection Agency, 2012).

Flere land har fastsatte rutiner for intern kvalitetssikring. Storbritannia oppgir for eksempel at de jevnlig vurderer (internt eller ved hjelp av eksterne eksperter) energietterspørselsmodellen sin og sammenlikner resultater fra utslippsframskrivinger med historiske utslipp, for å undersøke om modellen er i stand til å gjenskape observert utvikling. USA har et system med interne rutinesjekker designet for å kontrollere at datagrunnlaget er korrekt og komplett, identifisere feil og dokumentere prosessen. I Sverige gjennomføres kvalitetskontroller av de samme aktørene som har vært involvert i framskrivingsarbeidet. Sjekklisten fra veilederen beskrevet i boks 7-1, brukes i dokumentasjonen.

7.2.5 Bruk av makromodeller til framskrivinger

Som nevnt over viser gjennomgangen at Sverige, Danmark og Finland, i likhet med Norge, alle benytter CGE-modeller i arbeidet med framskrivingene.

Sverige bruker flere modeller i utslippsframskrivingene, inkludert CGE-modellen for svensk økonomi EMEC. Energipriser for fornybar energi fra TIMES-Nordic legges inn i EMEC, som igjen gir et scenario for økonomisk vekst og sektorutvikling. Det gir grunnlag for å vurdere energietterspørsel fra ulike sektorer i økonomien, samt transportbehovet. Den finske CGE-modellen FINAGE omtales som en del av modellapparatet som brukes i framskrivingene i Finland, men CICERO har i gjennomgangen ikke funnet informasjon om hvordan modellen benyttes. Danmark bruker hybridmodellen IntERACT i arbeidet med utslippsframskrivingene for å framskrive husholdningers og bedrifters energiforbruk (unntatt transport). IntERACT består av en CGE-modell koblet til energimarkedsmodellen for dansk økonomi, TIMES-DK.

TBU klima-rapporten «Makromodeller til bruk i klimaanalyser» beskriver makromodeller som brukes til klimaanalyser i Norden (TBU klima, 2021). Modellene kan ha blitt endret siden rapporten ble lagt fram i 2021. Det svenske Naturvårdsverket har også publisert en beskrivelse av en del andre lands modeller i sin rapport Utveckling av modeller och bedömningar av Sveriges klimatpolitik fra 2022 (Naturvårdsverket, 2022).

I Danmark er også en ny hybridmodell kalt GreenREFORM under utvikling. Modellen er beskrevet i TBU klima (2021)

Boks 7-1:

Sjekkliste for transparens (svensk veileder for klimaanalyser)

Den svenske veilederen for klimaanalyser, utviklet av Naturvårdsverket, Energimyndigheten, Konjunkturinstitutet og Trafikverket, inneholder en sjekkliste for transparens. Målet med sjekklisten er å sikre at utredningene er transparente og at all relevant informasjon er inkludert. Sjekklisten inkluderer følgende punkter:

- definisjon av virkemiddelet og beskrivelse av formålet med virkemiddelet
- sett virkemiddelet i sammenheng og beskriv relevante faktorer, herunder for eksempel utslipp, andre eksisterende virkemidler og eventuelle andre omstendigheter som kan påvirke resultatet
- beskrivelse av effektkjeden. Beskriv steg for steg hvordan virkemiddelet forventes å bidra til å redusere utslipp eller øke opptak.
- analyse av hvordan virkemiddelet samhandler med andre virkemidler
- beskrivelse av sammenlikningsalternativet, forventet utvikling uten virkemiddelet
- valg av systemgrenser
- beskrivelse av hvilken metode som anvendes og hvorfor
- redegjøre for forutsetninger, inndata og kilder til usikkerhet
- redegjøre for relevant eksisterende forskning og kunnskap
- angi resultatet også i andre enheter enn CO₂-ekv. der det er relevant, for eksempel energienheter eller trafikkarbeid
- rapporter følsomhetsanalyse
- dokumenter arbeidet og rapporter fullstendige referanser og kilder, herunder også datakilder, parameterverdier og forutsetninger
- kvalitetssikre utredningen

Kilde: Naturvårdsverket et al. (2022).

og besto på tidspunktet rapporten ble publisert, av en CGE-modell og fem integrerte sektormodeller (energi, transport, avfall, jordbruk og LULUCF). Modellen har ikke blitt benyttet i arbeidet med framskrivinger i Danmark, og det er uklart om modellen er tenkt benyttet til det formålet. Arbeidet med å teste og implementere modellen ble igangsatt i 2022, og det forventes at modellen skal kunne tas i bruk i løpet av 2023 (Københavns Universitet, 2023). Modellen er blitt benyttet til å gjøre analyser av CO₂-avgift, avgift på klimagasser i landbruket og effekt av å ta jordbruksjord ut

av produksjon (Kirk & Henriksen, 2022; Dahl & Kirk, 2022b). I en presentasjon av GreenREFORM på en konferanse arrangert av Københavns Universitet (DREAM, 2023), trekkes det fram at modellen også kan benyttes til framskriving av Danmarks forbruksbaserte klimaavtrykk og framskriving av avfallsmengder og gjenbruk. Modellgruppen GreenREFORM peker selv på at dette er foreløpige resultater, og at resultatene publiseres ut ifra et ønske om åpenhet rundt modellutviklingen og for å fremme faglig diskusjon om GreenREFORM.

7.3 Dagens praksis i Norge

I dette delkapittelet beskrives dagens praksis for framskriving av utslipp og opptak av klimagasser med vedtatt og planlagt politikk i Norge. I arbeidet med framskrivingene benyttes flere ulike metoder og modeller, og flere departementer og etater er involvert. Framskrivingene av utslipp utenom skog- og arealbruk blir utarbeidet av Finansdepartementet i samarbeid med en rekke andre departementer og direktorater, særlig Miljødirektoratet. Norges nasjonale framskrivinger for utslipp og opptak i skog- og arealbrukssektoren utarbeides av Norsk Institutt for Bioøkonomi (NIBIO) på bestilling fra Klima- og miljødepartementet og Landbruks- og matdepartementet. Framskrivingen med planlagt politikk utarbeides av Klima- og miljødepartementet i samarbeid med relevante departementer og etater.

7.3.2 Framskriving av utslipp med vedtatt politikk, utenom skog- og arealbruk

Framskriving av utslipp med vedtatt politikk tar utgangspunkt i at gjeldende virkemiddelbruk videreføres, og gir dermed et anslag på Norges framtidige klimagassutslipp dersom klimapolitikken ikke endres. Metodene brukt i framskrivingene av utslipp, utenom skog- og arealbruk, med vedtatt politikk, er beskrevet i detalj i TBU klima (2022), og omtalen her er derfor overordnet.

Framskrivingene bygger på en rekke forutsetninger, blant annet at dagens klima- og miljøpolitikk i Norge og internasjonalt videreføres. Det legges til grunn samme makroøkonomiske bilde som i de langsiktige analysene i Nasjonalbudsjettet ellers (Finansdepartementet, 2022). For flere sektorer og parametere i framskrivingen, slik som veitrafikk, jordbruk og teknologisk utvikling, er historisk trend drivende for utslippsutviklingen. I Nasjonalbudsjettet 2023 (NB23), som er den nyeste framskrivingen, ble det gjennomført framskrivinger fram til 2035. Med unntak for jordbrukssektoren er det ikke gjennomført følsomhetsanalyser. For å illustrere usikkerheten er det for jordbruket utarbeidet tre alternative framskrivinger basert på tre alternative framskrivinger av befolkningsvekst (Miljødirektoratet, 2022d). Finansdepartementet har dokumentert arbeidet med framskrivingene (Finansdepartementet, 2022).

Utarbeiding av framskrivinger med vedtatt politikk gjennomføres annethvert år. Den generelle likevektsmodellen SNOW-NO er sentral som et rammeverk i framskrivingene av utslipp fra flere kilder. Av ulike

grunner suppleres SNOW-NO med andre mer detaljerte beregningsmodeller og metoder. Finansdepartementet oppgir at bruk av andre metoder kan skyldes at mer detaljert informasjon er tilgjengelig der utslipp er knyttet til et begrenset antall store kilder, at utslippene reguleres av virkemidler som ikke er modellert eller tatt i bruk i SNOW-NO, eller at andre metoder antas å gi mer realistiske anslag enn SNOW-NO. I framskrivingene benyttes andre metoder til å framskrive utslipp fra petroleumssektoren, veitrafikk, jordbruk (utenom CO₂-utslipp fra energibruk), utslipp av f-gasser (HFK, PFK og SF₆), lystgass fra mineralgjødselproduksjon og deponiggass (metan). For aluminiumsproduksjon tok man tidligere utgangspunkt i utslipp fra eksisterende bedrifter og kjente planer for utvidelse/innskrenking. Dette ble endret i framskrivingen som ble lagt fram i NB23, hvor framskriving av utslipp fra aluminiumsproduksjon nå er basert på modellresultater fra SNOW-NO.

Andre modeller og metoder enn SNOW-NO brukes på følgende måter:

Petroleumssektoren: Framskrivingene av utslipp fra petroleumssektoren bygger på utslippsprognoser fra Oljedirektoratet. Utslippsprognosene er basert på innrapporteringer fra operatørene om utslipp knyttet til vedtatte planer, samt prosjekter i planleggingsfasen. Oljedirektoratet har ikke informasjon om hvilke priser, forutsetninger og forventninger om framtidige virkemidler operatørene legger til grunn i sine prognoser. Det innebærer at norsk og internasjonal klimapolitikk ikke nødvendigvis holdes uendret på dagens nivå, noe som kan gi intern inkonsistens i framskrivingene.

Veitrafikk: Utslipp fra veitrafikk framskrives i en regnearkmodell utviklet av Miljødirektoratet, basert på SSBs beregningsmodell for utslipp fra veitrafikk. Utslippsutviklingen bestemmes av samlet kjørelengde for ulike kjøretøytyper og utslipp per kilometer for hver av disse. I modellen legges det inn forutsetninger om innfasingen av elektriske kjøretøy, trend i kjørte kilometer, trend i utslipp per kilometer, endringer i drivstoffeffektivitet, og bruk av biodrivstoff. Virkningen av endringer i avgifter eller priser på drivstoff kan ikke modelleres, og all informasjon om endringer i trend eller endringer i kjøretøyparken, for eksempel på grunn av endret virkemiddelbruk, må bestemmes utenfor beregningsmodellen.

Jordbruket: Framskrivinger av utslipp fra jordbruket er basert på framskrevet utvikling i ulike aktiviteter fra NIBIO. Utslipp fra aktivitetene beregnes av Miljødirektoratet, ved hjelp av samme modeller som brukes i utslippsregnskapet.

Framskriving av andre gasser enn CO₂ gjøres av Miljødirektoratet. Noen av disse følger framskrivingen av CO₂ fra SNOW-NO, mens noen bestemmes eksogent. Dette er nærmere beskrevet i TBU klima (2022).

I utarbeidelsen av framskrivingen med vedtatt politikk oppdateres eksogene faktorer som framtidig forventet befolkningsvekst, priser på olje og gass og andre økonomiske antakelser. Det gjøres også en vurdering av hvordan ulike endringer i klimapolitikken siden forrige utslippsframskriving forventes å påvirke

utslippsutviklingen. Vurderingen av effekten av endringer i virkemidler som ikke er godt representert i modellen, bygger i stor grad på ekspertvurderinger, som også inngår i den samlede vurderingen av hvordan endringer i økonomi, teknologi og andre utviklingstrekk kan påvirke utslippene.

Av metodene som benyttes i framskrivingen er det bare SNOW-NO som har en eksplisitt modellering av virkemidler. For de andre metodene og modellene må betydningen av endret virkemiddelbruk i sin helhet vurderes utenfor metodeapparatet. I den nye versjonen av SNOW-NO som ble brukt i framskrivingen til NB23 (hvor 2018 er grunnlagsår), er det mulig å legge inn utviklingen i kvoteprisen i EUs kvotesystem, nivået på CO₂-avgiften på mineralske produkter og veibruksavgiften for hver enkelt næring, elbilandeler og endringer i omsetningskravet for biodrivstoff i veitrafikken. Endringer i disse virkemidlene i perioden 2018 til og med 2022 ble derfor innarbeidet eksplisitt i SNOW-NO. Utslippene i SNOW-NO ble i tillegg kalibrert gjennom justeringer i teknologiparameterne, slik at de er i tråd med veimodellen. Slik fanger man for eksempel opp at redusert forbruk av petroleumsprodukter i veitrafikken gir en nedgang i produksjonen av petroleumsprodukter i raffinerinæringen, og andre samspillseffekter.

For de andre metodene og modellene må betydningen av endret virkemiddelbruk i sin helhet vurderes utenfor metodeapparatet. Det gjelder også effekten av endringer i virkemidler som ikke er godt representert i SNOW-NO. Vurdering av effekten av endringer i virkemidler bygger i stor grad på ekspertvurderinger, som også inngår i den samlede vurderingen av hvordan endringer i økonomi, teknologi og andre utviklingstrekk kan påvirke utslippene.

Virkemidler og teknologiske endringer som ikke er eksplisitt modellert i SNOW-NO, kan ofte simuleres gjennom endringer i modellens eksogene produktivetsparametere, dersom andre kilder gir informasjon om effekten av endringen i virkemiddelbruken. I noen tilfeller innarbeides effekt av virkemidler eller teknologiske endringer også i etterkant, ved at utslippene fra SNOW-NO justeres. I framskrivingene i NB23 ble det for eksempel tatt høyde for installasjon av CCS-teknologi på Klemetsrud, ved at utslippene fra avfallsforbrenning ble justert ned tilsvarende anleggets forventede fangstkapasitet (Finansdepartementet, 2022).

Næringsinndelingen i SNOW-NO følger næringsinndelingen i nasjonalregnskapet og ikke utslippskildene i utslippsregnskapet. For å få framskrivingene av utslipp på samme detaljeringsnivå som i utslippsregnskapet konverteres utslippene fra SNOW-NO fra næringsfordelte utslipp til samme inndeling som i utslippsregnskapet. Utslipp fra den enkelte næring splittes opp i utslipp fra forskjellige utslippskilder, basert på den andelen de ulike kildene utgjorde av næringsens totale utslipp i siste historiske utslippsår. Etter konverteringen justeres noen av utslippene i den SNOW-NO-baserte framskrivingen av Finansdepartementet i samråd med Miljødirektoratet.

7.3.3 Framskriving av utslipp og opptak i skog- og arealbrukssektoren

Norges nasjonale framskrivinger for utslipp og opptak i skog- og arealbrukssektoren utarbeides av Norsk Institutt for Bioøkonomi (NIBIO) på bestilling fra Klima- og Miljødepartementet og Landbruks- og matdepartementet. Utarbeidelsen har tidligere ikke fulgt et bestemt årshjul. Det ble utarbeidet framskrivinger i 2015, 2019 og 2022. NIBIO har publisert en dokumentasjon av arbeidet med framskrivingene (Mohr et al., 2022). I etterkant av den siste framskrivingen ble det også gjennomført følsomhets- og usikkerhetsanalyser for klimaendringer og to utvalgte typer arealbruksendringer (Mohr m.fl., 2023). Framskrivingene strekker seg fram til år 2100, og presenteres i to ulike formater, hvor det ene er i samsvar med FNs klimakonvensjon sitt regelverk og det andre er basert på EUs regelverk under LULUCF-forordningen. Endringer i utslipp og opptak av karbon i jord avhenger av biologiske prosesser, noe som betyr at forutsetninger som endrer opptak av klimagasser tar tid før det slår ut i positiv klimaeffekt. Tiltak og virkemiddelendringer vil først kunne ha virkninger på lang sikt, særlig for opptak i skog. Derfor har det vært vanlig praksis med framskrivinger til år 2100 (Mohr et al., 2023).

Utvalget har bestilt og fått to ulike rapporter om metoder for analyse av klimaeffekter i skog- og arealbrukssektoren. NIBIO har utarbeidet en rapport om metoder for framskriving av utslipp og opptak, samt analyser av tiltak og virkemidler rettet mot skog- og arealbrukssektoren (Søgaard et al., 2023). Menon Economics har publisert en rapport om beregninger av klimaeffekter gjennom skogbruk- og arealbruksendringer, som også inkluderer en vurdering av potensial for forbedring av metoder for framskriving av utslipp og opptak (Handberg et al., 2023). I et innspill til utvalget peker NINA (2023a) på enkelte muligheter for metodeutvikling, slik som sammenheng mellom ulike sektors arealbehov og konsekvenser for utslipp og opptak, inkludert naturforvaltning og vern. En oppsummering av innspillene gis i delkapittel 8.7. Den overordnede beskrivelsen under er basert på Mohr et al. (2022) og Søgaard et al. (2023), som har mer detaljerte gjennomganger.

Framskrivingene av utslipp og opptak i skog- og arealbrukssektoren baserer seg på Norges klimagassregnskap, slik at metodikk, inndelinger og definisjoner er konsistente. Landsskogtakseringen er et viktig datagrunnlag for både klimagassregnskapet og framskriving av utslipp og opptak.

Utviklingen i arealbruk og resulterende utslipp og opptak baserer seg på trend i referanseperioden 2006 til 2020. For arealutvikling er framskrevet trend basert på observerte data for de siste 11 årene i Landsskogtakseringens feltregistrering. Det blir beregnet endring i karbonbeholdning for hver arealbrukskategori og kilde i Landsskogtakseringen med unntak av annen utmark (som ikke beregnes grunnet lav karbonbeholdning). Endringene benyttes til å beregne utslipp og opptak av CO₂. Det er ulike metoder for hvordan endringer i karbonbeholdningene beregnes for de ulike arealbrukskategoriene (Mohr et al., 2022). Framskriving for skog er utført med verktøyet SiTree

som simulerer den framtidige utviklingen for enkeltrær med utgangspunkt i historisk referanseperiode, med data fra Landsskogtakseringens prøveflater. Endring i karbonlager i jord blir beregnet med Jordmodellen Yasso07. Se Søgaard et al. (2023) for mer informasjon om SiTree og Yasso07.

Framskrivingen for treprodukter er gjort med en modifisert versjon av modellen som benyttes i klimagassregnskapet. Det brukes hogstdata fra 1990-2020, i tillegg til hogstsimuleringsdata fra modellkjøring av SiTree.

7.3.4 Framskriving med planlagt politikk

I framskriving med planlagt politikk beregnes den samlede utslippseffekten av planlagte endringer i virkemidler. Planlagt politikk er nye og forsterkede virkemidler som ligger i planer, eller som diskuteres, med en realistisk mulighet for gjennomføring, inkludert regjeringens forslag til statsbudsjett. Framskriving med vedtatt politikk benyttes som referansebane. Framskrivingen med planlagt politikk utarbeides av Klima- og miljødepartementet i samarbeid med relevante departementer og etater. Framskrivingen med planlagt politikk baseres i stor grad på informasjon fra eksisterende utredninger.

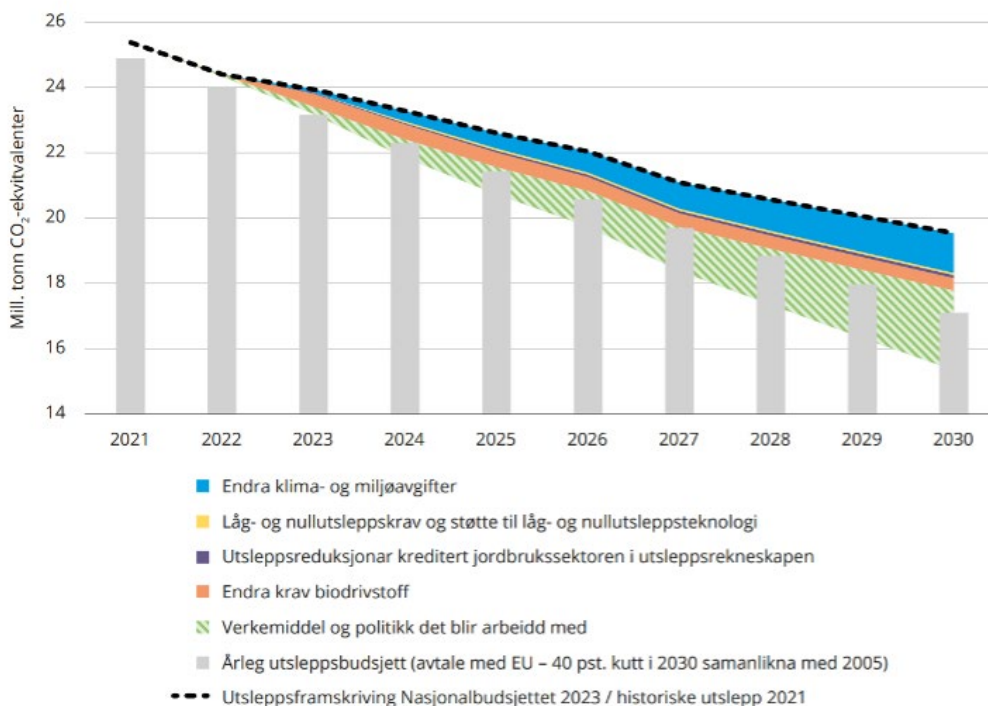
Utslippseffekt av planlagt politikk har blitt presentert i Meld. St. 13 (2020-2021) Klimaplan for 2021- 2030, rapportering etter Lov om klimamål (Klimaloven, 2017) i 2021 (Prop. 1 S (2021-2022)), Regjeringens klimastatus og -plan (Særskilt vedlegg til Prop. 1 S (2022-2023)) og Regjeringens klimastatus og -plan (Særskilt vedlegg til Prop. 1 S (2023-2024)). I praksis er det kvantifiserte klima- og miljøvirkemidler som er blitt inkludert hittil, og det er bare

gjort en vurdering av utslippseffekt av planlagt politikk i ikke-kvotepiktig sektor. Utvalget baserer sin beskrivelse på framskrivingen av planlagt politikk i Regjeringens klimastatus og -plan fra 2022 (Særskilt vedlegg til Prop. 1 S (2022-2023)). Klima- og miljødepartementet har publisert dokumentasjon av arbeidet med framskriving med planlagt politikk (Klima- og miljødepartementet, 2023a). Utvalget har ikke vurdert metode for framskriving av planlagt politikk i Regjeringens klimastatus og -plan fra 2023.

Figur 7.1 er hentet fra Regjeringens klimastatus og -plan (Særskilt vedlegg til Prop. 1 S (2022-2023)) og viser beregnet utslippseffekt av planlagte virkemidler, sett opp mot Norges gjeldende forpliktelse om å kutte utslippene i ikke-kvotepiktig sektor med 40 prosent innen 2030 sammenliknet med 2005. Det ble også rapportert på hvordan planlagt politikk i ikke-kvotepiktig sektor kan bidra til å kutte utslipp i 2030 i tråd med det nasjonale omstillingsmålet for hele økonomien.

I rapporteringen deles virkemidlene inn i fire undergrupper, og det skilles mellom virkemidler som var en del av forslaget til statsbudsjettet for 2023 og øvrig politikk det arbeides med. Under følger en beskrivelse av hvordan utslippseffekten av de ulike virkemidlene er beregnet i klimastatus og plan (Særskilt vedlegg til Prop 1 S (2022-2023)).

SSBs analyse av utslippseffekten av å øke CO₂-avgiftene på ikke-kvotepiktige utslipp til 2000 kroner i 2030 (Kaushal & Yonezawa, 2022), danner grunnlaget for utslippseffekten av den planlagte opptrappingen i denne avgiften. I analysen er det imidlertid ingen avgift på F-gasser eller avfallsforbrenning. For avfallsforbrenning er det derfor



Figur 7.1. Framskriving av utslipp med planlagt politikk. Kilde: Særskilt vedlegg til Prop. 1 S (2022-2023), s.76.

benyttet tall fra KAJA-modellen, og for F-gasser er det benyttet underlag fra Miljødirektoratet, som ble levert inn til arbeidet med Meld. St. 13 (2020-2021) - *Klimaplan for 2021-2030*.

Utslippseffekten av endret krav til biodrivstoff er basert på underlag levert av Miljødirektoratet til høring av de ulike kravene. Utslipsreduksjoner fra endringer i omsetningskrav beregnes ved å se på hvor mange liter fossilt drivstoff som erstattes med biodrivstoff. Den viktigste forutsetningen i beregningen er derfor forbruk av antall liter fossilt drivstoff for ulike fartøy og kjøretøygrupper fram mot 2030.

Miljødirektoratet har anslått utslipsreduksjonspotensial for lav- og nullutslippskrav for ferjer, hurtigbåter og tunge varebiler, mens Klima- og miljødepartementet har anslått utslipsreduksjonspotensial knyttet til klimakrav for bygg- og anleggsplasser, lav- og nullutslippskrav for offshorefartøy og havbruksnæringen, basert på tidligere utredninger. For lav- og nullutslippskrav for ulike fartøy og kjøretøy er utslipsreduksjoner anslått ved å vurdere hvor mange fartøy eller kjøretøy som byttes ut med lavutslippsfartøy og -kjøretøy (bottom up) på grunn av kravene.

Anslått utslippseffekt av økt støtte til Enova er basert på sjablongmessige beregninger i tråd med de årlige utslipsresultatene fra prosjekter i ikke-kvotepliktig sektor, støttet av Enova i tidsrommet fra januar 2021 til og med første halvdel av 2022. I beregningen antas det at hver ekstra million kroner i støtte til Enova gir en utslipsreduksjon på et bestemt antall tonn CO₂-ekv. årlig på mellomlang sikt. Det oppgis å være usikkerhet knyttet til anslaget. Enovas klimaresultat måles som årlige, ikke kumulative, endringer i ikke-kvotepliktige klimagassutslipp i Enova-støttede prosjekter. Enovas resultatrapportering er nærmere omtalt i kapittel 8 i denne rapporten.

Anslaget for utslipsreduksjonen i jordbruket er ikke basert på en vurdering av utslippseffekt av konkrete virkemidler, men en antakelse om at intensjonsavtalen om utslippskutt i jordbruket oppfylles. Regjeringen Solberg inngikk i 2019 en intensjonsavtale med jordbruksorganisasjonene om å redusere utslippene og øke opptaket tilsvarende 5 millioner tonn CO₂-ekv. over perioden 2021 til 2030, sammenliknet med en referansebane fra 2019 (Regjeringen, 2019). Avtalen omfatter utslipp som kan tilskrives jordbruksaktivitet innenfor sektorene jordbruk, transport, oppvarming av bygg og arealbrukssektoren (unntatt skog) i det offisielle utslipsregnskapet. I Meld. St. 13 (2020-2021) – *Klimaplan for 2021-2030* ble det lagt til grunn at avtalen bidrar til en samlet reduksjon bokført i jordbrukssektoren i utslipsregnskapet på 4 mill. tonn CO₂-ekvivalenter over perioden 2021-2030. Antakelsen videreføres her. I tillegg gis det et anslag for mulige utslipsreduksjoner fra Bionovaordningen. Bionova skal gi statlig støtte til klimatiltak i jordbruket. Av de tiltakene i jordbrukssektoren som er utredet av Miljødirektoratet, er det to tiltak som delvis kan utløses av Bionova: husdyrgjødsel til biogass og diverse gjødseltiltak. Det tekniske reduksjonspotensialet fra disse to tiltakene er 0,6 millioner tonn CO₂-ekvivalenter over perioden 2023 til 2030. Det er ikke anslått hvor stor andel av dette tekniske reduksjonspotensialet som kan utløses av Bionova.

Reduksjonspotensialet av støtte til Bionova anslås derfor til å være mellom 0 og 0,6 millioner tonn CO₂-ekvivalenter over perioden 2022 til 2030. De resterende utslipsreduksjonene i framskrivingen av planlagt politikk er dermed ikke knyttet til noe konkret virkemiddel, men kun en antakelse om at intensjonsavtalen oppfylles.

Endring i lav- og nullutslippskrav, CO₂-avgift, og omsetningskrav for biodrivstoff virker på flere av de samme utslippskildene, og det vil derfor være overlapp mellom disse virkemidlene, som det må tas hensyn til når man vurderer effekten av endringer. Det framgår av dokumentasjonen at dette er håndtert på ulike måter for de ulike virkemidlene. I beregningene av utslippseffekt av endret omsetningskrav for biodrivstoff er det tatt utgangspunkt i dagens nivå på CO₂-avgift og ikke det foreslåtte avgiftsnivået. Dermed er det ikke tatt hensyn til overlapp mellom de to virkemidlene. I vurderingen av lav- og nullutslippskrav er det tatt hensyn til overlapp med økt CO₂-avgift ved å først vurdere effekt av økt avgift, og deretter effekt av krav på resterende utslipp. Det oppgis at det er vanskelig å korrekt anslå overlapp, fordi man med dagens metode ikke vet med sikkerhet hvilke fartøy som er antatt elektrifisert som et resultat av økt avgift. For lav- og nullutslippskrav for innenriks sjøfart og fiske er det, basert på Miljødirektoratet et al. (2020), antatt at om lag 80 prosent av reduksjonspotensialet fra økt klimagassavgift uansett kunne blitt utløst av lav- og nullutslippskrav. For overlapp mellom lav- og nullutslippskrav og biodrivstoff varierer det hvilket virkemiddel som er antatt å komme først. For lav- og nullutslippskrav til ferjer og hurtigbåter er det antatt at kravene kommer først, og antatt forbruk av drivstoff justeres dermed ned i vurderingen av omsetningskrav. For havbruksnæringen og offshorefartøy er det gjort motsatt; det er antatt at omsetningskravet kommer først og at potensialet for utslipsreduksjoner fra krav derfor blir lavere. Det framgår at dette ble gjort fordi anslag på biodrivstoff og lav- og nullutslippskrav til ferjer og hurtigbåter ble utarbeidet av Miljødirektoratet i en egen utredning, mens sistnevnte ble utarbeidet av Klima- og miljødepartementet.

Det er i liten eller ingen grad gjort vurderinger av samlede kostnader og konsekvenser for berørte aktører i regjeringens klimastatus og -plan.

7.4 Vurdering av dagens metodebruk

I dette delkapittelet vurderes de ulike metodene som benyttes til utslippsframskrivinger med vedtatt og planlagt politikk. Det gjøres først en vurdering av dagens praksis og muligheter for videreutvikling, deretter i neste delkapittel drøftes noen sentrale problemstillinger i valg av metode.

7.4.1 Framskriving av utslipp med vedtatt politikk, utenom skog- og arealbruk

Utslippsframskriving med vedtatt politikk gir innsikt i utslippsutviklingen dersom dagens innretning av klimapolitikk videreføres, og den danner utgangspunktet for analyse av nye virkemidler, utredning av nye klimamål

og framskriving med planlagt politikk. Det er viktig at metodene og modellene sikrer at utslippsframskrivingen gir treffsikre anslag på utslippsnivå, og på et slikt format at den kan benyttes som referansebane i andre analyser. For utslippsframskrivingen med vedtatt politikk er det derfor behov for treffsikkerhet på et aggregert nivå, men også på et mer detaljert nivå.

Framskrivingen med vedtatt politikk brukes som referansebane blant annet i rapporteringen til Stortinget, i utredning av virkemidler og i Miljødirektoratets tiltaksanalyser. Detaljeringsnivået på framskrivingen følger i dag samme inndeling som utslippsregnskapet, det vil si 77 ulike utslippskilder. Resultater fra SNOW-NO konverteres fra næringsfordelte utslipp til utslipp fordelt på utslippskilder for å følge samme inndeling som i utslippsregnskapet. Utvalget har ikke vurdert metode for konvertering, men det kan være behov for å se nærmere på dagens metode for å fordele utslipp fra nasjonalregnskapskilder til kildene i utslippsregnskapet. For noen utslippskilder og analyseformål er det behov for mer detaljert informasjon enn hva dagens metoder for framskriving med vedtatt politikk og konverteringen til utslippsregnskapet gir.

Til en del analyseformål kan det også være behov for mer detaljert informasjon om enkelte utslippskilder enn det som framkommer av utslippsregnskapet. Miljødirektoratet (2023e) har kommet med innspill¹⁷ til utvalget for å belyse sine behov og vurderinger av framskrivingen, se boks 7-2. Innspillet kan i sin helhet leses i vedlegg til rapporten. Utvalget har tatt med seg innspillet i sin vurdering av dagens metodebruk.

Nedenfor vurderer utvalget dagens metodebruk og ulike alternativer for å framskrive utslipp fra de ulike utslippskildene.

Veitrafikk

Fordelen med å benytte Miljødirektoratets beregningsmodell for **veitrafikk** er at metoden fanger opp sentrale drivere i utslippsutviklingen, slik som valg av teknologi. Den gir detaljert informasjon om sektoren, som gjør det lettere å benytte framskrivingen som referansebane i tiltaksanalyser og se den i sammenheng med andre utredninger. For eksempel er det en tett kobling mellom Miljødirektoratets tiltaksanalyser for veitrafikk og beregningsmodellen som benyttes i framskrivingene. Detaljnivået i modellen er størst for personbiler og varebiler, og Miljødirektoratet peker i sitt innspill på at fokus for videreutvikling av beregningsmodellen bør være en mer detaljert modellering av lastebiler, busser og varebiler. Et alternativ til dagens metode er å benytte SNOW-NO til å framskrive utslipp fra veitrafikk. Modellen har en detaljert modellering av veitrafikk, og i motsetning til beregningsmodellen kan viktige virkemidler for transport, som CO₂-avgift, veibruksavgift, bilavgifter og krav til biodrivstoff, analyseres eksplisitt. En annen fordel med å benytte SNOW-NO til å analysere veitrafikk er at det forenkler arbeidet med utslippsframskrivingen, og at samspillseffekter mellom veitrafikk og resten av økonomien vil fanges opp på en bedre måte. Om SNOW-NO benyttes til å framskrive utslipp fra veitrafikk,

Boks 7-2:

Miljødirektoratets innspill

Miljødirektoratet peker på at i en del tilfeller er framskrivingen for overordnet til å gi nødvendig informasjon, og at i andre tilfeller har de ikke tilstrekkelig detaljert informasjon om forutsetningene som ligger til grunn. Det medfører at det i en del tilfeller er krevende å benytte framskrivingen som referansebane for enkelttiltak.

I slike tilfeller benytter Miljødirektoratet framskrivingen som en ramme, men supplerer med annen informasjon for å produsere en referansebane for tiltaket. Det medfører en risiko for at det ikke er samsvar mellom forutsetningene i tiltaksanalysen og framskrivingen med vedtatt politikk. I enkelte tilfeller gjør også Miljødirektoratet justeringer i referansebanen. Det er to årsaker til at slike justeringer gjøres. Den første er at det har kommet fram ny informasjon etter at framskrivingen med vedtatt politikk ble utarbeidet. Den andre er at arbeidet med tiltaksanalysene kan gi detaljert sektorkunnskap som ikke nødvendigvis er tilgjengelig i makroanalyser. Miljødirektoratet peker på at disse justeringene er nødvendige for å få et best mulig kunnskapsgrunnlag for deres analyser og utredninger. Samtidig skaper det utfordringer fordi utslippsreduksjonspotensialet i tiltakene ikke direkte kan kobles til Finansdepartementets offisielle framskriving for å vurdere hva restutslippene blir om tiltakene gjennomføres.

Miljødirektoratet skisserer tre overordnede grep som kan bidra til å gjøre framskrivingene til et best mulig verktøy i tiltaksanalyser og utredninger. Det første er en hyppigere oppdatering av framskrivingene. Det andre er god tilgang til underlagsdata og transparens rundt antakelser og forutsetninger. Miljødirektoratet peker på at bottom up-beregninger i mange tilfeller vil være den beste metoden for å dekke behovet for mest mulig detaljert informasjon om utslipp og utslippsreduksjoner. Et tredje grep er ifølge Miljødirektoratet derfor å inkludere mer informasjon om både teknologi- og aktivitetsutvikling fra bottom up-analyser i framskrivingen. Dagens framskriving er allerede en kombinasjon av ulike metoder, og samspill mellom bottom up-beregninger og makrotilnærming er en del av dagens praksis. En mer iterativ prosess mellom bottom up-metoder og makromodeller kan derfor ifølge Miljødirektoratet være en fordel; for eksempel kan bottom up-analysene benyttes til å fastsette produktivitetsparametere i SNOW-NO, mens SNOW-NO kan gi informasjon om aktivitetsnivå og -utvikling til bottom up-analysene.

Kilde: Miljødirektoratet (2023e)

¹⁷ Innspillet ble mottatt 29. september 2023 og er publisert på TBU klima sin hjemmeside.

vil det være behov for tilleggsvurderinger for å få informasjon på samme detaljingsnivå som i dag. Det kan være spesielt viktig på kort og mellomlang sikt. Miljødirektoratets beregningsmodell gir resultater som samsvarer med utslippsregnskapssektoren veitrafikk, mens ved bruk av SNOW-NO må resultatet konverteres fra næringsregnskapssektorer til utslippsregnskapssektorer. En slik konvertering gjøres allerede i dag. Veitrafikk inngår i mange ulike næringssektorer i SNOW-NO, og konverteringen kan være en kilde til feil. Samtidig kan kalibreringen av beregningsmodellen og SNOW-NO være kilde til feil. Så vidt utvalget kjenner til har det ikke blitt gjort noen kvalitetssikring eller etterprøving av resultater fra modellering av utslipp fra veitrafikk, verken med veimodellen eller i SNOW-NO. Utvalget vet derfor ikke hvor treffsikker modellene er eller vil være.

Kartleggingen av metoder for utslippsframskrivinger i andre land viste at blant landene som ble vurdert i detalj, benytter alle bortsett fra Norge transportmodeller på ulike måter i framskrivingsarbeidet (Skjeflo & Ytreberg, 2023). Norge har også et omfattende system av transportmodeller som muligens kan utnyttes bedre i framskrivingsarbeidet. Person- og godstransportmodellene til transportvirksomhetene egner seg godt til å analysere endring i aktivitet som følge av endring i infrastruktur, gitt for eksempel befolkningsvekst og inntektsvekst. Det kan vurderes om en mer direkte bruk av transportmodellene vil gi bedre antakelser om aktivitetsnivået enn i dag. Person- og godstransportmodellene mangler detaljert informasjon om kjøretøysparken i Norge, for eksempel sammensetning av biler med ulike utslippsfaktorer og forventet levetid for bilene, noe som er modellert i detalj i Miljødirektoratets modell. Utvikling i framtidig bilpark kan for eksempel hentes fra BIG i kombinasjon med nybilkjøpsmodellen eller Miljødirektoratets beregningsmodell for veitrafikk. Dette gjøres blant annet i analyser til Nasjonal transportplan (NTP), hvor informasjon om innfasingstakt for nullutslippskjøretøy fra Miljødirektoratets modell brukes som inndata i person- og godstransportmodellene når trafikkutvikling og reisebønder beregnes. Siden person- og godstransportmodellene består av ulike modeller for korte personreiser, lange personreiser og gods, er det relativt ressurskrevende å analysere virkninger i hele transportsystemet. Videre er transportmodellene komplekse, og det kan være vanskelig å tolke sammenhengen mellom endringer i forutsetninger om nullutslippskjøretøy og modellresultater i form av trafikkarbeid og utslipp. Det kan imidlertid være aktuelt å bruke relevant informasjon om aktivitetsendringer fra transportmodellene mer direkte inn i SNOW-NO eller i Miljødirektoratets beregningsmodell.

Det er gode grunner til at flere ulike modeller bør benyttes i samspill i arbeidet med å framskrive utslipp fra veitrafikk. Person- og godstransportmodellene kan for eksempel brukes til å ta hensyn til aktivitetsendringer som følge av nye infrastrukturprosjekter, kostnader ved bilkjøring eller endringer i priser eller rutestruktur for kollektivtrafikken, mens Miljødirektoratets beregningsmodell kan benyttes til å framskrive selve bilparken, og SNOW-NO brukes for å få fram samspill mellom sektorer. En mulighet er også å benytte relevant informasjon om aktivitetsutvikling fra SNOW-NO i beregningsmodellen,

eller at beregningsmodellen benyttes til å kvalitetssikre framskrivingen i SNOW-NO. En kombinasjon av metoder vil også kunne benyttes i arbeidet med å disaggregere resultatet i SNOW-NO i etterkant og til å kvalitetssikre framskrivingen.

I motsetning til veitrafikk er det for **innenriks sjøfart og fiske** snakk om et mer begrenset antall fartøy, hvor mulige teknologivalg er bredere enn for veitrafikk. Innenriks sjøfart og fiske framskrives i dag i SNOW-NO. Miljødirektoratet peker i sitt innspill på at det i dag er krevende å bruke framskrivingene som referansebane, fordi detaljnivået er aggregert og fordi vurderingene av framtidig utvikling i aktivitet og teknologi ikke nødvendigvis er det samme på makronivå som for enkeltsegmenter. For eksempel gjør næringsinndelingen i SNOW-NO at offshoreskip i stor grad er inkludert i petroleumsnæringen. I bearbeidingen av resultater fra SNOW-NO er det forutsatt at trenden for sjøfartsdelen av petroleum er den samme som for resten av næringen. At utslippene ikke er mer disaggregert henger sammen med aggregeringsnivået i SNOW-NO og at framskrivingen følger inndelingen i utslippsregnskapet. Et alternativ til fortsatt bruk av SNOW-NO kan være å utvikle en beregningsmodell for innenriks sjøfart og fiske av typen Miljødirektoratet har utviklet for veitrafikk. Miljødirektoratets vurdering er at det for kort og mellomlang sikt finnes datagrunnlag for å gjøre slike analyser, men at det er mer krevende på lang sikt. Samtidig er det også for SNOW-NO en utfordring at data og parametere tar utgangspunkt i observasjoner av nåtid og fortid, fordi på lang sikt vil antakelig teknologier og næringsstrukturer kunne avvike mye fra dette grunnlaget. Det er usikkert hvilket alternativ som er mest treffsikkert, og treffsikkerheten vil sannsynligvis avhenge av tidshorisonen. Et alternativ er derfor også her å kombinere ulike tilnærminger. For eksempel kan man kombinere modellering av aktivitetsnivå fra SNOW-NO med en mer detaljert modell som fanger opp teknologivalg, segmenter og utskiftingstakt, eller inkludere mer systematisk bruk av tiltaksanalyser som informasjon når sektoren framskrives i SNOW-NO. Det benyttes allerede i dag ekspertvurderinger som grunnlag i framskrivingen.

Utslipp fra **annen transport** som luftfart, ikke-veigående kjøretøy, motorredskaper og jernbane, framskrives i dag i SNOW-NO. Miljødirektoratet peker i sitt innspill på at det ville vært en fordel med framskrivinger på et mer detaljert nivå, for eksempel ved hjelp av en beregningsmodell. Samtidig følger utslipp fra noen av disse sektorene aktivitetsnivået tett, og det er viktig at de framskrives i samspill med andre sektorer. Det taler for en fortsatt framskriving i SNOW-NO.

Framskrivingene for **petroleumssektoren** bygger på utslippsprognoser fra Oljedirektoratet. Grunnlaget for å utarbeide disse prognosene er innrapporteringer fra operatørene om utslipp knyttet til vedtatte planer, samt prosjekter i planleggingsfasen. Det er uklart hvilke antakelser om framtidig virkemiddelbruk som ligger til grunn for framskrivingen av utslipp fra petroleumssektoren. Utvalgets vurdering er at dette kan skape utfordringer knyttet til konsistens, og at det ikke nødvendigvis ligger samme forutsetninger til grunn for framskrivingene av utslipp fra petroleumssektoren som for andre sektorer.

Det kan skape følgefeil inn i andre analyser som benytter framskrivingen som referansebane hvis framskrivingen for vedtatt politikk også inneholder forventet eller planlagt politikk. Dagens metode gir godt grunnlag for analyser på kort og mellomlang sikt. Samtidig er det behov for mer transparens og at det framkommer tydelig hvilke forutsetninger som legges til grunn. En annen mulighet er at sektoren i sin helhet modelleres i SNOW-NO. Det er usikkert om det gir økt transparens og økt treffsikkerhet, men det kan gjøre arbeidsprosessen med framskrivingene mindre ressurskrevende. I tidligere analyser med SNOW-NO er utslipp fra petroleumssektoren modellert i fast forhold til produksjon, og produksjonen er bestemt utenfor modellen. Det er mulig å modellere aktiviteten i petroleumssektoren i modellen, men resultatene fra slik modellering er ikke brukt eller kvalitetssikret. Det vil derfor kreve uttesting og kanskje modellutvikling for å gå over til SNOW-NO som metode for framskriving av utslipp fra petroleumssektoren. Utslippene er tett knyttet til energiproduksjon (antall turbiner i drift) og bare i noen grad til produsert mengde olje og gass. Det gjør at aktivitet i form av produsert mengde og økonomiske parametere er lite egnet som utgangspunkt for framskrivinger av utslipp på kort og mellomlang sikt, men vil være viktigere på lang sikt. Et siste alternativ er å kombinere dagens metode som bygger på utslippsprognoser fra Oljedirektoratet og SNOW-NO, hvor dagens metode benyttes til framskriving på kort og mellomlang sikt og SNOW-NO på lang sikt.

Utslipp fra **industri- og energiforsyning** framskrives i SNOW-NO i dag. For industri- og energiforsyning peker utvalget i temarapport om makroøkonomiske modeller (TBU klima, 2021) på at det er behov for bedre representasjon av utslippsreduksjonsmuligheter for avfall, fjernvarmeproduksjon og ulike prosessutslipp i SNOW-NO. Ifølge SSB jobber de med å forbedre modelleringen av utslipp fra avfallsdeponi og avfallsforbrenning på en bedre måte i SNOW-NO. Utvalget kjenner ikke til at det pågår utviklingsarbeid knyttet til prosessutslipp fra industri. Omtrent 80 prosent av utslippene fra industri- og energiforsyning er prosessutslipp, og majoriteten kommer fra de om lag 50 største punktkildene. Tidligere ble CO₂-utslipp fra aluminiumsproduksjon framskrevet med utgangspunkt i eksisterende bedrifter og kjente planer for utvidelse og innskrenkning. Et alternativ til dagens modellering i SNOW-NO kan være å vurdere å gå tilbake til denne tilnærmingen. En slik framskriving vil måtte basere seg på dagens utslippskilder, og det vil være krevende å si noe om aktivitetsendring på lengre sikt. Videre vil det med en bottom up-metode også være krevende å sikre konsistens i forutsetningene rundt for eksempel viktige parametere som kvotepris. Utvalget vurderer derfor at dagens metode, der utslipp framskrives i SNOW-NO, er best egnet, men peker på behov for å videreutvikle modellen og at det vil være nyttig med en systematisk gjennomgang av produktivitetsparametere som skal fange opp teknologisk utvikling. Sistnevnte kan bidra til at mer realistisk detaljkunnskap om industrien inkluderes. Utvalget kjenner ikke til at det er gjort evalueringer eller vurderinger av hvor godt overgangen fra bottom up-tilnærming til modellering i SNOW-NO har fungert. Slike evalueringer i etterkant av metodeutvikling vil være nyttig, også for vurderinger av metodeutvikling for andre utslippskilder.

Framskrivinger av utslipp fra **jordbruket** er basert på framskrevet utvikling i ulike aktiviteter fra Norsk Institutt for Bioøkonomi (NIBIO). Framskrivingen er på et slikt format at det er transparent hvilke aktivitetsnivå som ligger til grunn. Samtidig bygger framskriving på historisk trend, og det er uklart i hvilken grad ulike virkemidler i praksis ligger innenfor eller utenfor referansebanen. Det er derfor viktig med god dokumentasjon av antakelser og endringer i antakelser, sammenliknet med forrige referansebane. Dagens metode sikrer imidlertid god konsistens mellom historiske utslipp, framskrivinger og tiltaksanalyser. NIBIO utarbeider også framskriving for utslipp og opptak i skog- og arealbrukssektoren (se nærmere omtale under), og arbeider med å sikre konsistens mellom de to. En utfordring med dagens metode er at den ikke egner seg til analyse av virkemidler. For at jordbruk skal framskrives med SNOW-NO kreves det betydelig videreutvikling av modellen, inkludert tilgang til data på et detaljnivå som ikke finnes i nasjonalregnskapet. Utvalget vurderer dette derfor som et lite aktuelt alternativ. Gjennomgangen fra andre land viser at Norge skiller seg ut ved å være eneste skandinaviske land som ikke bruker en sektormodell for jordbruk i framskrivingene. Et alternativ er derfor å vurdere bruk av en sektormodell for jordbruk, slik som Jordmod. Det er uklart om det vil gi mer treffsikre estimater. Utvalget peker på at Jordmod er godt egnet til analyser av større endringer i virkemidler på lang sikt, og mener at forvaltningen bør vurdere å ta i bruk Jordmod til framskrivinger på lang sikt.

Utvalget gjorde noen foreløpige vurderinger av metodene for framskriving med vedtatt politikk i sin årsrapport fra 2022 (TBU klima, 2022). Anbefalingene inkluderte blant annet mer systematisk og bedre dokumentasjon av utslippsframskrivingene. Dette har delvis blitt fulgt opp med dokumentasjon av framskrivingene i NB23. God tilgang til underlagsdata og transparens rundt antakelser og forutsetninger etterspørres også av Miljødirektoratet. Utvalget mener at det for enkelte utslippskilder er behov for mer detaljert informasjon enn hva som er tilgjengelig i dag.

Med unntak av for jordbruket, er ikke anbefalingene om følsomhetsanalyser og synliggjøring av faktorer som har stor betydning for usikkerheten, fulgt opp så langt. Det kan være utfordrende å gjennomføre følsomhetsanalyser av sentrale forutsetninger når det benyttes flere modeller og metoder. Et alternativ for å synliggjøre usikkerhet kan også være å utarbeide ulike scenario som reflekterer spenn i mulige antakelser, for eksempel optimistiske og pessimistiske scenario.

Utvalget mener fortsatt det er behov for å evaluere og etterprøve framskrivingene, inkludert metodene og vurderingene som gjøres. Utvalget støtter videreutviklingen av SNOW-NO for å framskrive flere utslippskilder, men det er viktig med uttesting og evaluering underveis. Så vidt utvalget kjenner til finnes det ikke vurderinger eller evalueringer av dette arbeidet så langt. Det ville for eksempel være nyttig med evaluering av overgangen fra bruk av bottom up-beregninger til modellering i SNOW-NO for utslipp fra aluminiumsproduksjon.

Som nevnt over er utslippsframskriving med vedtatt politikk sentral i analyser av nye virkemidler, utredning av nye klimamål og framskriving med planlagt politikk. Det

er derfor viktig at metodene og modellene som brukes, sikrer at utslippsframskrivingen gir treffsikre anslag på utslippsnivå og at de presenteres på et slikt format at de kan benyttes som referansebane i andre analyser. Det gjelder både informasjon om utslippsutviklingen, men også annen relevant informasjon. Som referansebane er framskrivingen i en del tilfeller for overordnet til å gi nødvendig informasjon til å vurdere enkelttiltak eller virkemidler, eller det foreligger ikke tilstrekkelig informasjon om hvilke forutsetninger som ligger til grunn for framskrivingen. Det gjelder for eksempel vurderinger av hvor store framtidige utslippsreduksjoner de ulike virkemidlene som allerede er innført gir. Det betyr at informasjon om forventet utvikling i utslipp fra enkelte detaljerte kilder eller segmenter, ikke kan hentes fra utslippsregnskapet eller arbeidet med framskrivingen, og det må benyttes annen informasjon. Det kan gjøre det krevende å unngå at framtidige utslippsreduksjoner telles i både framskrivingen med vedtatt politikk og i vurderingen av nye virkemidler.

Gjennomgangen og vurderingen av de ulike metodene og modellene over viser at det vil være en avveining mellom konsistens i antakelsene som ligger til grunn og hvilket detaljnivå man får i framskrivingene. Siden SNOW-NO er en langsiktig likevektsmodell kan metoder basert på mer detaljert informasjon være mer egnet til å framskrive utslippsutviklingen på kort sikt, noe som kan være særlig viktig for ikke-kvotepiktig sektor. Dagens tilnærming med bruk av andre metoder enn SNOW-NO til utslippskilder som veitrafikk og jordbruk, som gir informasjon på et mer detaljert nivå, har derfor sine fordeler. Generelt vurderer utvalget at det er en fordel for framskriving på kort sikt om underlagsdataene som framskrivingen bygger på er så oppdatert som mulig.

Fordi framskrivingen utarbeides annethvert år, er det i mange tilfeller behov for å gjøre tilleggsvurderinger for å fange opp utvikling siden siste framskriving. Miljødirektoratet etterspør hyppigere oppdatering av utslippsframskrivingene. Utvalgets vurdering i 2022 var at en mulig løsning kunne være å utarbeide utslippsframskrivinger hvert år, men med mindre omfattende ressursbruk annethvert år der man fokuserer på større endringer, det vil si endringer i økonomiske forhold og virkemidler som antas å ha relativt stor innvirkning på utslippene framover.

7.4.2 Framskriving av utslipp og opptak i skog- og arealbruk

Vurderingene under bygger på rapportene som ble utarbeidet av NIBIO (Søgaard et al., 2023) og Menon Economics (Handberg et al., 2023) på oppdrag fra utvalget. Menon Economics konkluderer i sin rapport med at det er relativt velutviklede metoder for framskriving av netto opptak i skog, og i noen grad for netto opptak i jord. De peker på at det for arealbruksendringer benyttes mer overordnede og forenklede metoder, at metodene er basert på historisk trend og at de ikke har romlig oppløsning. NIBIO peker også på denne mangelen, men sier at det i praksis er krevende å knytte politikk (og økonomi) til

arealbehov. NIBIO viser også til usikkerhetene ved de biologiske prosessene og klimaendringers påvirkning på disse som et område for videreutvikling, særlig hvordan skogøkosystemet vil fungere i et endret klima. Innspill (NINA, 2023a) til arbeidet peker Norsk Institutt for Naturforskning¹⁸ også på manglende kobling mellom arealbrukssektoren og øvrige sektorer, inkludert arealbehov for naturforvaltning og vern for å ivareta andre miljømål. NINA viser også mer generelt til behovet for å samstemme rammeverk, metoder og rapportering på tvers av klima og miljø. Innspillene til NINA er oppsummert i en egen tekstboks i delkapittel 8.7.

7.4.3 Framskriving av arealbruk basert på historisk trend

Metoden for framskriving av arealbruksendringer bygger på at historiske trender fra den aktuelle referanseperioden videreføres. Som NIBIO peker på i sin rapport, er ikke det alltid tilfelle (Søgaard et al., 2023). Et eksempel er endring i karbonlageret i treprodukter. Her ble første del av referanseperioden 2006-2020 vurdert å ha unormalt høye karbontap, slik at referanseperioden 2017-2020 ble benyttet i stedet. I forbindelse med framskrivingene i 2022 gjennomførte NIBIO følsomhetsanalyser for økt og redusert avskoging sammenliknet med trend fra historiske data. Det ble gjort ved å benytte øvre og nedre konfidensintervall (95 prosent), og analysen viser at valg av referanseperiode kan ha en signifikant betydning for framskrivinger av nettoopptak i arealbrukssektoren.

Det bør avklares hva som ikke fanges opp av å benytte historisk trend som framskriving. Menon Economics (Handberg et al., 2023) peker på at det bør vurderes om mer nyanserte forutsetninger, som tar innover seg brudd i historisk trend, vesentlig vil endre framskrivingen. I så fall bør forutsetningene for framskrivingene i større grad være framoverskuende. Menon Economics peker på at en mulighet er å undersøke hvordan mer spesifikk modellering av tiltak som berører utvalgte, arealintensive næringer, gir ulike utslippsframskrivinger med de to tilnærmingene.

Kobling til andre sektorer og organisering

Det er ingen kobling mellom utslippsframskrivingene for arealbrukssektoren og resten av økonomien. Utvalget skriver i årsrapporten for 2022 at det blir stadig viktigere å fange opp samspill mellom økonomisk aktivitet og arealbrukssektoren, for eksempel gjennom bruk av bioenergi og ved bygging av transportinfrastruktur (TBU klima, 2022).

Menon Economics skriver i sin rapport (Handberg et al., 2023) at framskrivingen for skog- og arealbruk kan bli mer presis dersom den tar hensyn til den økonomiske utviklingen i ulike næringer og dermed modellerer etterspørselen etter areal. Samtidig kan dette kreve omfattende metodeutvikling. En mindre krevende videreutvikling kan være å samkjøre framskriving av hogst i skogbrukssektoren med framskriving av skogbruksnæringen i SNOW-NO, som utarbeides til

¹⁸ Innspillet ble mottatt 22. juni 2023 og er publisert på TBU klima sin hjemmeside.

framskriving av andre utslipp. Framskrivingen av skog- og arealbruk inneholder informasjon om framtidig hogst og hogstmodenhet, mens framskrivingen i SNOW-NO anslår investeringer, arbeidskraft og produksjon.

I det nasjonale klimagassregnskapet er det for noen kilder en direkte kobling mellom arealbrukssektoren og jordbrukssektoren. NIBIO peker på at det er viktig å sikre konsistens mellom aktivitetsdata og beregningsmetodikk benyttet i de to sektorene. For eksempel rapporteres utslipp av lystgass fra dyrket mark på drenert organisk jord i jordbrukssektoren, mens utslippet av CO₂ fra de samme arealene rapporteres i arealbrukssektoren. NIBIO har framskrevet areal med dyrket organisk jord til bruk i Miljødirektoratet utslippsframskrivinger for jordbrukssektoren, for å sikre konsistens mellom sektorene. NIBIO peker også i sin rapport (Søgaard et al., 2023) på at andre framskrevne aktiviteter fra jordbrukssektoren kan være relevante for å estimere utslipp og opptak fra dyrket mark, og at det derfor er aktuelt å se nærmere på muligheten for metodeutvikling som kan gi enda større samsvar mellom de to sektorene. NIBIO leverer aktivitetsdata til jordbruksframskrivingene, og i 2022 fikk de i oppdrag å levere framskriving for flere aktivitetsdata.

Det arbeides også med bedre oversikt over arealbruksendringer, som vil kunne gi relevant informasjon for eventuell utslippsframskriving koblet til økonomien. SSB arbeider nå med å videreutvikle arealstatistikken for bebygd og opparbeidet areal i Norge til også å vise arealbruksendringer over et gitt tidsrom. Dette vil vise hvilke arealtyper som bygges ned til ulike formål, inkludert for hvilke (grovt inndelte) næringer. Næringsinndelingen vil være på et overordnet nivå. Det sammenstilles også statistikk for planlagt arealbruk, hovedsakelig basert på kommuneplandata. Det er startet arbeid for tilsvarende kartlegging og analyse av arealbruk av havområder.

FN har vedtatt en internasjonal statistikk-standard for utvidelse av nasjonalregnskapet til også å inkludere økosystemtjenester (SSB, 2021). Dette gir alle lands statistikkbyråer, inkludert SSB, et rammeverk og metodegrunnlag for rapportering om tilstanden til og bruken av økosystemer over tid. Klimautvalget 2050 anbefaler at det innføres et system for å følge nasjonale myndigheter innfører et system for å følge arealbruksendringer i kommunene over tid, og vurdere hvorvidt kommunenes arealpolitikk er i tråd med nasjonale klima- og naturmål. Klimautvalget peker på naturregnskap i tråd med FNs standard. Naturrisikoutvalget, som leverer sin NOU i februar 2024, vil blant annet vurdere hvordan norske næringer og sektorer berøres av naturrisiko. Nærings- og sektorvis forståelse for naturrisiko vil kunne fordre oversikt over direkte og indirekte arealbruk.

Siden framskrivingene av utslipp i arealbrukssektoren er basert på historisk trend, er ny, vedtatt politikk i liten grad inkludert i framskrivingene. Reguleringer som direkte påvirker arealbruk kan legges inn eksogent, og dette ble vurdert for forbud mot drenering av myr. Reguleringen ble ikke lagt inn i framskrivingene, grunnet usikkerhet rundt dispensasjonsbruk (Handberg et al. 2023). Det er en rekke andre indirekte koblinger mellom utslipp og virkemidler i andre sektorer og i arealbrukssektoren, som vedtatt politikk

kan påvirke. For eksempel vil ikke store endringer i politikk som påvirker utbygging av veier, jernbane og boligområder, fanges opp i framskriving av utslipp og opptak i skog- og arealbrukssektoren.

Det er gjennomført framskrivinger for skog- og arealbruk tre ganger i løpet av de siste åtte årene. Menon Economics peker i sin rapport (Handberg et al. 2023) på at det vil være en fordel å samkjøre prosessene med de ulike framskrivingene, og at framskriving for skog- og arealbrukssektoren eksempelvis kan følge årshjulet for arbeidet med rapportering til FN, ESA og Stortinget for andre sektorer. En slik samkjøring vil i seg selv gjøre det lettere å se sektorene i sammenheng. Utvalget anbefalte i 2022 at for å sikre konsistens mellom forutsetninger som ligger til grunn i utslippsframskrivingen, bør framskrivingene i det minste gjennomføres samme år og med felles forutsetninger om økonomisk aktivitet, energibruk mv.

Usikkerhet knyttet til de biologiske prosessene

En viktig forskjell mellom framskrivingen for utslipp og opptak i skog- og arealbrukssektoren og andre sektorer, er at framskriving for skog- og arealbruk er avhengig av komplekse biologiske prosesser. Både Menon Economics og NIBIO peker på at det er gjort omfattende arbeid for å håndtere de biologiske prosessene i skogbrukssektoren, eksempelvis med utviklingen av SiTree. Det er også arbeidet med å operasjonalisere karbonfaktorer for ulike arealtyper. NIBIO trekker fram at det er begrenset med norske data om størrelsen på ulike karbonlagre under ulike forhold og for endring i karbonlager i jord. Dette er ikke spesifikt knyttet til metodikken for framskrivinger, men heller mangel på data for validering av utslippsberegningene i det nasjonale klimagassregnskapet. Dagens kartdata gir heller ikke grunnlag for detaljerte beregninger av arealenes karbonintensitet (Miljødirektoratet, 2021). Et viktig bidrag til å redusere usikkerheten i framskrivingen er derfor kunnskap om norske forhold. Slik kunnskap vil også gi forbedringer i det nasjonale klimagassregnskapet.

Det er også stor usikkerhet rundt hvordan klimaendringer vil påvirke de biologiske prosessene i skogens utvikling. I framskrivingene er klimaendringer under klimascenarioet RCP 4.5 lagt til grunn. I følsomhetsanalysen undersøkes det hvordan varmere klimascenarioer påvirker beregningene (Mohr et al., 2023). Et varmere klimascenario gir økt vekst for trær, men samtidig også økt nedbryting av organisk materiale og dermed redusert karbonlagring i jord. Følsomhetsanalysen fanger ikke opp ekstreme hendelser. Menon Economics peker for eksempel på at det er vanskelig å ta hensyn til uforutsigbare hendelser slik som større skogbranner, tørke eller barkbilleangrep.

Mangel på romlig oppløsning

Menon Economics peker på at metoden for arealbruksendringer ikke har en romlig oppløsning, og derfor ikke kan ta hensyn til at det for enkelte arealer er lite sannsynlig med endring på grunn av juridiske eller fysiske begrensninger. For eksempel tas det ikke hensyn til at områder som er vernet, vanskelig vil endres. Enkelte områder, som i randsonen til tettsteder, har også større sannsynlighet for arealbruksendringer, enn områder

lenger unna bebyggelse. For skogbruk skriver NIBIO at framskrivingen for skog er basert på et fast areal, og det korrigeres for arealbruksendring etterpå (Søgaard et al., 2023). Det er en svakhet fordi avskoging ikke er jevnt fordelt på arealene; skog med høy bonitet (høy produksjonsevne) avskoges i større grad enn annen skog (Søgaard et al. 2023). En videreutvikling av metoden for å ta hensyn til dette kan gi mer treffsikre estimater på av- og påskoging.

7.4.4 Framskriving med planlagt politikk

Framskriving med planlagt politikk står overfor tre særskilte problemstillinger. For det første er det spesielt behov for metoder og modeller som kan gi anslag på effekten av ulike planlagte tiltak og virkemidler (eller grupper av tiltak og virkemidler) for transport, jordbruk og øvrige ikke-kvotepliktige utslipp. For det andre faller regjeringens forslag til statsbudsjett inn under definisjonen planlagt politikk, og metoden for framskriving med planlagt politikk bør sees i sammenheng med metoden for å beregne utslippseffekt av statsbudsjettet (TBU klima, 2022). Budsjettrelevante beslutninger tas under budsjettkonferansene. Det er kort tid fra siste budsjettkonferanse til framleggelse av budsjettproposisjonene. For utslippseffekt av planlagt politikk som er knyttet til statsbudsjettet er det derfor behov for modeller og metoder som er fleksible og enkle å bruke. For virkemidler utenfor statsbudsjettet kan det sees hen til tidligere utredninger. For en detaljert vurdering av metoder for å vurdere statsbudsjettets bidrag til måloppnåelse, se TBU klima (2023a). For det tredje varierer det fra år til år hvilke virkemidler som inngår i planlagt politikk og hvilke sektorer de treffer. Det kan derfor være utfordrende å forutsi hva slags metoder og modeller det er behov for, og en kan ikke nødvendigvis basere seg på tidligere framgangsmåter, selv om det er potensial for noen læringseffekter over tid.

Framskriving med planlagt politikk bygger i dag på eksisterende utredninger. Hvilke metoder og modeller som benyttes (og bør benyttes) i utredningene varierer etter hvilket virkemiddel som analyseres, og er nærmere diskutert i kapittel 8 i denne rapporten. Bruk av eksisterende utredninger gir fleksibilitet til å benytte de metoder og modeller som er best egnet til analyse av det aktuelle virkemiddelet. Det gir også konsistens mellom informasjonen som ligger til grunn for beslutningene, og informasjonen i rapporteringen. Det bidrar også til å redusere ressursbruken sammenliknet med å gjøre egne analyser til framskriving med planlagt politikk. En slik framgangsmåte krever imidlertid at de eksisterende utredningene er gode, oppdaterte og benytter samme referansebane, det vil si framskrivingen med vedtatt politikk.

Siden framskrivingen med planlagt politikk bygger på de eksisterende utredningene, benyttes også i stor grad de ulike metodene og modellene isolert fra hverandre. Det framgår av dokumentasjonen at det er gjort en vurdering av overlapp mellom virkemidler, men det er tilsynelatende ingen systematikk i hvordan dette er gjort. I noen tilfeller tas det hensyn til krav til biodrivstoff før man vurderer effekten av lav- og nullutslippskrav, mens i andre tilfeller

er rekkefølgen motsatt. Det er heller ikke alle overlapp mellom virkemidler som er tatt hensyn til. I beregningene av utslippseffekt av endret krav om biodrivstoff er det for eksempel ikke tatt hensyn til opptrappingen av CO₂-avgift på ikke-kvotepliktige utslipp. Dette er utfordrende fordi CO₂-avgiften bidrar til flere elektriske kjøretøy og redusert aktivitet, som gir redusert effekt av økt omsetningskrav til biodrivstoff i veitrafikken. Et omsetningskrav bidrar også til å øke prisen på den omsatte drivstoffblandingen. Utslippseffekten av denne prisøkningen er ikke anslått i vurderingen av utslippseffekten av endret krav til biodrivstoff over perioden. Mangelen på systematikk i håndtering av overlapp kan påvirke hvor treffsikre anslagene er. Utvalget mener at det vil være hensiktsmessig med en mer konsekvent og helhetlig metodikk for å vurdere overlapp mellom virkemidler. Mangelen på systematikk kan løses ved å utarbeide en rutine for håndtering av overlapp. Det kan også løses ved at alle sentrale virkemidler analyseres i samme modell.

For å unngå dobbelttelling er det også viktig at framskrivingen med planlagt politikk og de ordinære utredningene har et avklart forhold til referansebanen. Et uklart forhold til referansebanen kan mulig resultere i dobbelttelling av utslippseffekter, fordi effekten av det samme tiltaket eller virkemiddelet helt eller delvis ligger inne i både framskriving med vedtatt politikk og effekten av planlagt politikk. I regjeringens klimastatus og plan (Særskilt vedlegg til Prop.1 S (2022-2023)) bidro Miljødirektoratet, SSB, Finansdepartementet og Klima- og miljødepartementet med separate analyser. At ulike etater og departementer gjennomfører de ulike analysene med ulike modeller og metoder, kan skape utfordringer med konsistens på tvers av analysene. Utvalget mener derfor at det vil være en fordel om alle analyser benytter framskrivingen med vedtatt politikk som referansebane, og samme antakelser, og at det er tett samarbeid mellom de ulike etatene og departementene som gjennomfører analysene, eller at analysene i større grad gjennomføres av samme enhet.

SNOW-NO benyttes i framskrivingen med planlagt politikk til å vurdere effekten av CO₂-avgiften på mineralske produkter, men det ble i regjeringens klimastatus og -plan gjort separate vurderinger for avgift på avfallsforbrenning og avgiften på HFK og PFK. Et alternativ til dagens praksis er at SNOW-NO i større grad benyttes i framskrivingen med planlagt politikk, for eksempel ved å også analysere endret krav til biodrivstoff i SNOW-NO. Siden endret krav til biodrivstoff både har en volumeffekt og en priseffekt, vil det være en fordel om endring i kravet analyseres ved hjelp av en metode som tar hensyn til begge effekter. Det løser ikke utfordringen med samspill mellom disse virkemidlene og andre sentrale virkemidler som lav- og nullutslippskrav, men det gjør det mulig å analysere endring i CO₂-avgift og endret krav til biodrivstoff i samspill med hverandre for veitrafikk og innenriks sjøfart. For å analysere biodrivstoff og CO₂-avgift i samspill for ikke-veigående transport og innenriks sjøfart og fiske, kreves en videreutvikling av SNOW-NO.

Det er ikke gjort en eksplisitt analyse av planlagte endringer i virkemidler for jordbruket, og utvalgets vurdering er at det vil være en fordel om det også for jordbruk gjennomføres virkemiddelanalyser. Utvalgets vurdering er at Jordmod er

et godt alternativ til å vurdere større endringer i virkemidler på mellomlang og lang sikt i framskriving med planlagt politikk.

Det er flere forbedringspunkter i dagens praksis. Det er ikke gjennomført framskriving av utslipp med planlagt politikk for skog- og arealbruk eller kvotepliktig sektor. I vurdering av måloppnåelse bør det også være mulig å vurdere hvordan Norge ligger an til å nå klimamål for 2050, men framskrivingen med planlagt politikk strekker seg bare til 2030. Hittil er det bare gjennomført framskriving av endringer i planlagte klima- og miljøvirkemidler. Utvalget peker på at det dersom det foreligger planer om endringer i annen politikk utover de som har til formål å redusere utslipp, og som kan tenkes å påvirke utslippsutviklingen, bør også utslippseffekten av slike virkemidler analyseres. Det er heller ikke gjennomført følsomhetsanalyser eller andre analyser av usikkerhet. Utvalgets vurdering er at det kan være hensiktsmessig å gjøre følsomhetsanalyser for større endringer i de sektorovergrepene virkemidlene.¹⁹

Det er utfordrende å analysere effekt av støtte til forskning, utvikling og implementering av ny teknologi, samt informasjonstiltak og veiledning. Dette er nærmere diskutert i kapittel 8. Disse utfordringene vil også gjelde for framskrivingen med planlagt politikk.

7.5 Sentrale problemstillinger og drøfting

Utvalget har identifisert to sentrale problemstillinger for framskriving med vedtatt og planlagt politikk. Den første problemstillingen er i hvilken grad det er hensiktsmessig å benytte én modell eller flere modeller (og andre metoder) til framskriving av alle utslippskilder og virkemidler, og eventuelt hva som er en fornuftig fordeling mellom ulike modeller. Den andre problemstillingen er i hvilken grad det er hensiktsmessig å benytte samme metoder til framskriving med både vedtatt og planlagt politikk. Problemstillingene henger sammen. Hvis det finnes en modell som er egnet til alle sentrale utslippskilder og virkemidler, følger det også at en slik modell vil være godt egnet til framskriving med både vedtatt og planlagt politikk. I dette delkapittelet drøftes disse to problemstillingene før det gis en oppsummerende vurdering og anbefaling i siste delkapittel.

7.5.1 En eller flere metoder, og eventuell fordeling mellom disse

Et ytterpunkt vil være å utvikle et komplett integrert modellsystem. Dette kan for eksempel innebære et system som består av en kjernemodell med en eller flere moduler for ulike sektorer, hvor modellsystemet løses simultant, dvs. at de ulike modellene/modulene er hard-linket.²⁰ Et annet eksempel er om alle utslippskilder framskrives ved hjelp av SNOW-NO. Det motsatte ytterpunktet er et sett med

modeller (og andre metoder) som benyttes uavhengig av hverandre uten noen utveksling av informasjon, og uten at man sørger for at det benyttes de samme forutsetningene for å sikre konsistens. Mellom de to ytterpunktene finnes et kontinuum av muligheter med ulike segregerte rammeverk bestående av en eller flere modeller og metoder for ulike sektorer, hvor de ulike modellene og metodene helt eller delvis er soft-linket til hverandre og det til en viss grad benyttes samme forutsetninger for å sikre konsistens.

Praksis i de fleste land, inkludert Norge, er å benytte seg av flere ulike metoder. Kartleggingen av metoder for utslippsframskrivinger fra andre land viser at ingen land benytter én modell for å framskrive alle utslippskilder, og at alle land benytter flere ulike metoder til framskrivingene (Skjeflo & Ytreberg, 2023). Basert på denne gjennomgangen framstår Danmarks arbeid med GreenREFORM som det nærmeste tilfellet av en ambisjon om et komplett integrert modellsystem. Modellen benyttes imidlertid ikke til utslippsframskrivinger, og det er usikkert om den er tenkt benyttet til det i framtiden.

I rapporten om makromodeller til bruk i klimaanalyser (TBU klima, 2021) pekte også utvalget på at det ikke kan forventes at en enkelt modell skal være egnet til å dekke alle analyseformål. På bakgrunn av dette og kartleggingen av framskrivinger i andre land, vurderer utvalget at det vil være svært ressurskrevende og utfordrende metodisk å etablere et modellsystem som på en hensiktsmessig måte kan dekke alle viktige virkemidler og alle utslippskilder. Utvalget vurderer derfor at en ikke bør begrense seg til én modell eller én metode i arbeidet med framskriving av vedtatt og planlagt politikk.

SNOW-NO brukes av forvaltningen i dag til arbeidet med framskriving med vedtatt politikk og analyse av enkelte avgifter. I TBU-rapporten om makroøkonomiske modeller ble SNOW-NO også vurdert til å være den makromodellen som er best egnet til flest formål (TBU klima, 2021). Resten av delkapittelet tar derfor utgangspunkt i SNOW-NO som den mest aktuelle makromodellen.

Makroøkonomiske modeller kan gi en god beskrivelse av makroøkonomiske sammenhenger og den økonomiske utviklingen. Teknologivalgene er ofte abstrakt modellert i CGE-modeller, og er representert ved substitusjonselastisiteter, men det er også mulig å legge inn mer detaljert teknologiinformasjon slik det er gjort med elbiler i SNOW-NO. Sektormodeller gir typisk en mer detaljert beskrivelse av teknologivalg og/eller andre særtrekk ved sektoren de representerer. Sektormodeller kan gi økt transparens rundt resultater og forutsetninger, og kan gi økt treffsikkerhet på sektornivå, særlig i tilfeller hvor det er behov for bedre representasjon av konkrete utslippskilder enn i SNOW-NO. I motsetning til SNOW-NO tar de imidlertid ikke hensyn til samspill mellom sektorer og virkemidler som påvirker andre sektorer. I hvilken grad økt bruk av sektormodeller sammenliknet med dagens praksis, hvor SNOW-NO kombineres med metoder som ikke kan brukes til virkemiddelanalyser, kan

¹⁹ I Kaushal & Yonezawa (2022) ble det for eksempel gjennomført følsomhetsanalyse av virkemidler, der det ble analysert et scenario hvor 50 prosent av økningen i CO₂-avgiften kompenseres med en tilsvarende reduksjon i veibruksavgift.

²⁰ Ved «soft-linking» skjer utvekslingen av informasjon mellom modellene manuelt, mens ved «hard-linking» utvikles et modellsystem der informasjon utveksles automatisk (Wene, 1996)

Tabell 7.1. Illustrasjon av mulig arbeidsfordeling mellom SNOW-NO og andre metoder

SNOW-NO benyttes til å analysere et fåtall virkemidler (CO ₂ -avgift og EU ETS). Andre virkemidler og sektorer analyseres i egne sektormodeller eller med andre metoder. Egne rutiner for håndtering av samspillseffekter.	SNOW-NO benyttes til å analysere et fåtall virkemidler (CO ₂ -avgift og EU ETS). Andre virkemidler og sektorer analyseres i egne sektormodeller eller med andre metoder, og resultater legges så inn eksogent i SNOW-NO. Samspillseffekter håndteres ved hjelp av SNOW-NO.	De fleste virkemidler og sektorer analyseres i SNOW-NO. Noen virkemidler og noen sektorer analyseres i egne modeller, og resultater legges så inn eksogent i SNOW-NO. Samspillseffekter håndteres ved hjelp av SNOW-NO.	Alle virkemidler og sektorer analyseres eksplisitt i SNOW-NO. Samspillseffekter håndteres ved hjelp av SNOW-NO.
---	---	---	---

forbedre treffsikkerheten i framskrivingen, avhenger av hvordan resultatene aggregeres, i hvilken grad økt bruk av sektormodeller gir økt treffsikkerhet på sektornivå, og i hvilken grad samme antakelser ligger til grunn for de ulike analysene. Sektormodellene tar heller ikke hensyn til overordnede ressursbeskrankninger, men kan ta hensyn til ressursbeskrankninger i egen sektor. I enkelte tilfeller, som for eksempel for kraft, kan disse være viktige. Dette vil hensyntas i de norske TIMES-modellene, men ikke i de andre sektormodellene. Økt bruk av sektormodeller gjør det også utfordrende å gjennomføre følsomhetsanalyser av sentrale økonomiske parametere sammenliknet med en situasjon hvor man i større grad bruker SNOW-NO. Jo mer kompleks en modell er i omfang og endogene sammenhenger, jo vanskeligere kan det være å forstå og kvalitetssikre resultatene, noe som kan være en ulempe ved bruk av SNOW-NO.

Uavhengig av arbeidsdeling vil det være viktig med en gradvis metodeutvikling med testing og evaluering underveis, for å få kunnskap om hvor godt det fungerer å ta i bruk nye metoder og løsninger til å anslå utslippsutviklingen på et tilstrekkelig detaljert nivå, og samtidig gi tilstrekkelig informasjon om den underliggende utviklingen. I arbeidet med uttesting kan det være fordelaktig å benytte flere metoder for å sammenlikne resultater.

I tabell 7.1 illustreres noen ulike varianter av arbeidsfordeling mellom SNOW-NO og andre metoder. Det pekes på at det her er et kontinuum av muligheter.

SNOW-NO er godt egnet til å modellere enkelte sektorer og virkemidler, men i mindre grad andre. Til modellering av enkelte utslippskilder, som utslipp fra jordbruk, er SNOW-NO mindre egnet, og det er behov for andre metoder. Det må derfor gjøres vurderinger for hver enkelt utslippskilde. Potensialet for videreutvikling av SNOW-NO omtales i mer detalj i utvalgets rapport om makromodeller (TBU klima, 2021) og i kapittel 8 i denne rapporten.

Generelt vil svaret på hvilke sektorer det vil være hensiktsmessig å modellere i SNOW-NO, avhenge av i hvilken grad det er viktig med eksplisitt modellering av sentrale virkemidler slik som CO₂-avgift, samt betydningen av samspillseffekter. Landtransport inngår som innsatsfaktor i nesten alle næringer i SNOW-NO. Næringstransport inkluderer også sjø- og lufttransporttjenester. Hvis virkemidler og utslippskilder i transport analyseres i SNOW-NO, vil det fange opp samspillseffekter med andre næringer som også analyseres i modellen. Det kan også være aktuelt å benytte andre modeller eller metoder for transport. Dette gjelder for eksempel ved

vurdering av hvordan investeringer i infrastrukturtiltak i transportsektoren påvirker transportarbeidet framover. Transportmodellene som brukes for å utrede tiltak i transportsektoren er i utgangspunktet godt egnet til å beskrive endringer i transportatferd som følge av endringer i transportinfrastruktur. Transportmodellene er basert på svært detaljerte inndata og gir tilsvarende detaljerte resultater, se nærmere omtale i kapittel 8 om infrastrukturtiltak. Få aktører og en del store punktutslipp tilsier at for prosessindustrien og petroleumssektoren kan det være hensiktsmessig å gjøre bottom up-vurderinger, enten som primær metode eller for å opplyse beregningen gjort i SNOW-NO. En finere inndeling av jordbruket i SNOW-NO er vanskelig, gitt inndelingen i nasjonalregnskapet. Jordbruket peker seg derfor spesielt ut som en sektor det kan være hensiktsmessig å modellere ved bruk av en sektormodell eller bottom up metoder.

Økonomiske virkemidler er godt dekket i SNOW-NO, mens enkelte andre virkemidler er lite egnet for analyse i SNOW-NO. Majoriteten av analyser som er gjennomført i forbindelse med ordinære utredninger i dag, gjøres ved hjelp av andre metoder enn SNOW-NO. Sektormodeller eller bottom up-metoder er spesielt relevante der dissaggregering og detaljeringsgrad er viktig, som for eksempel ved vurdering av endring i spesifikke virkemidler som har som hensikt å påvirke deler av en sektor (lav- og nullutslippskrav til spesifikke kjøretøy eller fartøy i transportsektoren), eller for sektorer som har en kompleks næringsstruktur (jordbruk).

Ingen av metodene er vurdert som godt egnet til å analysere effekter av støtte til teknologiutvikling (via FoU eller læringseffekter) eller informasjonstiltak. Dette er nærmere beskrevet i kapittel 8.

Selv om et virkemiddel eller en sektor analyseres utenfor SNOW-NO, kan fortsatt andre metoder benyttes i sammenheng med SNOW-NO gjennom ulike koblinger. For virkemidler hvor utslippseffekten allerede er utredet, kan denne informasjonen inkluderes i SNOW-NO gjennom:

- Etterjustering basert på virkemiddelets utredede effekt
 - *Eksempler:* I framskrivingene av vedtatt politikk i NB23 er det tatt høyde for installasjon av CCS-teknologi på Klemetsrud, ved at utslippene fra avfallsforbrenning er justert ned tilsvarende anleggets forventede fangstkapasitet. Både USA og Sveits oppgir at det gjennomføres etterjusteringer basert på virkemiddelanalyser og bottom up-metoder.
- Justering av modellparametere for å fange opp virkemiddelets effekt

- *Eksempler:* Dette gjøres allerede i framskriving av vedtatt politikk, for eksempel for veitransport (se TBU klima, 2022). I USA modelleres i noen tilfeller effekten av et virkemiddel som en reduksjon i utslippsfaktorer, og i Sveits justeres det for enkelte virkemidlers effekt ved å justere antakelser om teknologisk framgang og energibruk.
- Eksogene endring i etterspørsel/tilbud
 - *Eksempler:* I Storbritannia legges den beregnede etterspørselsendring av virkemidler som modelleres utenfor etterspørselsmodellen inn som en eksogen endring i modellen.
- Eksogene utslippseffekter (i kombinasjon med kostnader)
 - *Eksempler:* I Fæhn et al. (2020a) ble anslag på kostnader og utslippsreduksjoner fra tiltaksanalysene i *Klimakur 2030* (Miljødirektoratet et al., 2020) for jordbruk og teknologiske tiltak i kommersiell landtransport, lagt inn rekursivt i modellen. I rapporten *Klimaeffekt av poster på statsbudsjettet* (Bye et al., 2021) ble utslippseffekten av endret tilskudd til grønn skipsfart lagt inn eksogent.

Utvalget har ikke gjort en vurdering av om resultatene av å modellere virkemidler implisitt med en eller flere av tilnærmingene ovenfor, gir realistiske resultater. Det bør vurderes hvor godt det fungerer. For SNOW-NO vil omfanget av virkemidler som legges inn eksogent, påvirke modellens evne til å fange opp samspillseffekter.

Å benytte informasjonen fra ordinære utredninger i samspill med SNOW-NO vil stille krav til de ordinære utredningene, slik at resultatene kan benyttes i samspill med andre metoder.

En av fordelene med å benytte sektormodeller eller bottom up-metoder, er at de gir informasjon som kan være nyttig for departementer og etater i gjøremål andre analyser enn framskriving. Utvalget peker samtidig på at det for alle sektorer også er behov for mer overordnede betraktninger, særlig i analyser av langsiktige utslippsvirkninger. Behovet for detaljert informasjon er spesielt knyttet til bruk av framskriving med vedtatt politikk som referansebane i enkelte analyser. Det gjelder både informasjon om utslippsutviklingen, men også annen relevant informasjon som for eksempel utvikling i elektrifisering av transport eller trafikkarbeid.

For utslipp følger detaljeringsnivået på framskrivingen i dag samme inndeling som utslippsregnskapet. For noen utslippskilder er det behov for en mer detaljert inndeling enn hva som er mulig med dagens utslippsregnskap og metoder for framskriving. Informasjon fra bottom up-metoder eller sektormodeller kan både benyttes som inndata i framskrivingen i SNOW-NO og i etterkant for å dekke et slikt behov. Miljødirektoratet peker i sitt innspill på at de allerede etterbehandler framskrivingen med vedtatt politikk for å nyttiggjøre den som referansebane for spesifikke tiltak og virkemidler. Utvalget mener at det er en fordel om arbeidet med etterbehandling og konvertering til utslippsregnskapet sees i sammenheng og i større grad systematiseres.

7.5.2 Samme rammeverk for framskriving med vedtatt politikk og planlagt politikk?

Den optimale arbeidsfordelingen mellom SNOW-NO og andre metoder vil være avhengig av hva man ønsker å legge vekt på. For framskriving med vedtatt politikk er det viktig at metodene sikrer at framskrivingen er treffsikker og på et slikt nivå at den kan benyttes som referansebane inn i andre analyser. Metodene som brukes bør fange opp hvordan sentrale drivere påvirker utslippsutviklingen. Det kan for eksempel være sammenhengen mellom befolkningsvekst, økonomi og utslippsutviklingen for ulike utslippskilder. Endring i virkemidler kan være av betydning, men er ikke nødvendigvis det viktigste for utslippsutviklingen. For framskriving med planlagt politikk er det helt vesentlig at metoden er egnet til å anslå den samlede effekten av endret virkemiddelbruk. Siden planlagt politikk endres fra år til år og det er kort tid mellom budsjettkonferansen og klimalovrapporteringen hvor framskrivingen publiseres, er det en fordel at metodene og modellene som benyttes er fleksible og raskt kan tilpasses endrede behov. I hvilken grad det i framskriving med vedtatt politikk er behov for eksplisitt analyse av endring i virkemidler siden forrige framskriving, avhenger av om det bidrar til å gi mer treffsikre resultater, og om det gjør det enklere å benytte framskrivingen som referansebane inn i andre analyser.

Et ytterpunkt er at framskrivingen med vedtatt politikk og planlagt politikk gjøres i samme rammeverk. Som forklart over anser utvalget at det ikke er hensiktsmessig å benytte kun én modell til dette formålet, så et felles rammeverk må uansett bestå av flere metoder.

Det varierer i hvilken grad andre land benytter samme modellrammeverk til framskriving med vedtatt politikk, framskriving med planlagt politikk og vurdering av enkelttiltak og virkemidler. Det ser ikke ut til at noen land representerer ytterpunktet hvor samme metode brukes for alle klimaanalyser. Sverige presiserer at det er samme metoder som brukes for utslippseffekt av planlagt politikk som for framskrivingene med vedtatt politikk. Inntrykket fra kartleggingen er at man i Storbritannia så langt som mulig forsøker å analysere virkemidler i framskrivingen av utslipp med planlagt politikk i samme metodeapparat som framskrivingen med vedtatt politikk, og en svensk gjennomgang viser til at dette også er ambisjonen i Tyskland (Naturvårdsverket, 2022).

Dagens praksis i Norge er å benytte ulike rammeverk til framskriving med vedtatt og planlagt politikk. De to arbeidsprosessene er i dag uavhengige av hverandre, og det er ulike departementer som har ansvaret for de ulike framskrivingene. I noen tilfeller benyttes allerede de samme metodene til ordinære utredninger og framskriving med vedtatt og planlagt politikk. SNOW-NO benyttes som verktøy både i framskriving med vedtatt politikk og planlagt politikk, og til utredning av endringer i klima- og miljøavgifter.

En fordel ved å benytte samme rammeverk er at det sikrer konsistens mellom framskriving med vedtatt og planlagt politikk. For virkemidlene som eksplisitt kan analyseres, vil forskjellene mellom framskriving med vedtatt og planlagt politikk skyldes endringen i virkemidlene. Utfordringen med

konsistens mellom de to kan imidlertid også minimeres ved at framskriving med vedtatt politikk forbedres som referansebane, og at den samme referansebanen benyttes i ordinære utredninger og framskriving med planlagt politikk.

En utfordring med å benytte samme rammeverk til begge framskrivinger er usikkerhet rundt i hvilken grad det er mulig å analysere sentrale virkemidler i samme rammeverk, og om det vil kunne produsere tilstrekkelig treffsikre resultater for framskriving med både vedtatt politikk og planlagt politikk. Metoder som ikke muliggjør eksplisitt analyse av virkemidler (for eksempel metoder som baserer seg på trender), kan for noen sektorer gi mer treffsikre framskrivinger med vedtatt politikk enn mer avanserte modeller. En slik metode vil imidlertid ikke kunne benyttes til å gjennomføre analyser av planlagte endringer i virkemidler. Et eksempel er metode for framskriving med vedtatt politikk for jordbruket. Metoden som i dag brukes til framskriving av utslipp fra jordbruket er basert på forventet trend i nøkkeldrivere. Siden utvikling i befolkningsvekst og preferanser i stor grad styrer etterspørselen etter ulike matvarer, og dermed antall husdyr, kan metoden fortsatt være godt egnet til utslippsframskriving med vedtatt politikk, spesielt på kort og mellomlang sikt. Metoden muliggjør imidlertid ikke eksplisitte virkemiddelvurderinger, og den kan derfor ikke brukes til framskrivinger med planlagt politikk. Til framskriving med planlagt politikk og framskriving med vedtatt politikk på lang sikt kan sektormodellen Jordmod være et alternativ. I et felles rammeverk må metodene på en tilfredsstillende måte kunne håndtere både økonomisk aktivitet, historisk trend og endring i virkemidler som drivere for utslippsutvikling. Det må gjøres en vurdering for hver sektor av om det er behov for én eller flere metoder for å kunne produsere tilstrekkelig treffsikre anslag på utslippsutvikling med vedtatt og planlagt politikk. Nedenfor gis en kort drøfting på sektornivå av hvor egnet ulike metodiske alternativer er til framskriving med vedtatt og planlagt politikk. Det hele oppsummeres i tabell 7.2. Skog- og arealbruk er ikke omtalt her, men blir drøftet i neste delkapittel.

For veitrafikk er SNOW-NO et mulig alternativ til framskriving med både vedtatt og planlagt politikk. Samspillseffekter mellom transport og resten av sektorene kan potensielt være store, og to viktige virkemidler for transport, CO₂-avgift og krav til biodrivstoff i veitrafikken, kan eksplisitt modelleres i SNOW-NO. Det er ulemper knyttet til ikke å lenger benytte seg av Miljødirektoratets beregningsmodell som hovedverktøy til framskriving av veitrafikk. Utvalgets vurdering er at bruk av SNOW-NO i framskriving av utslipp fra veitrafikk med vedtatt politikk bør suppleres eller kombineres med resultater fra enten Miljødirektoratets beregningsmodell eller transportmodellapparatet. Det bør gjøres uttestinger av hvor egnet SNOW-NO er til formålet. Vurdering av enkelte virkemidler, slik som lav- og nullutslippskrav, må sannsynligvis gjøres utenfor SNOW-NO. For innenriks sjøfart og fiske benyttes SNOW-NO til både analyse av planlagte endringer i virkemidler, derunder CO₂-avgift og innblandingsskrav for biodrivstoff, og framskriving med vedtatt politikk. For sjøtransport og kommersiell landtransport er det en fordel ved SNOW-NO at aktørene i modellen kan velge ulike typer teknologier og energivarer,

herunder innblanding av biodrivstoff. I næringen fiske og for offshorefartøy i næringen utvinning av olje og gass er det ikke innarbeidet slike valgmuligheter og modellen skiller heller ikke på ulike fartøy for innenriks sjøfart og fiske. Det kan derfor være behov for å kombinere SNOW-NO med mer detaljert informasjon fra for eksempel andre datakilder og/eller bottom-up metoder for å gjøre modellen bedre egnet for framskriving med vedtatt politikk og virkemiddelanalyser, som for eksempel lav- og nullutslippskrav i næringen.

Utvalgets vurdering er at dagens metode for framskriving av utslipp fra jordbruk med vedtatt politikk (regnearkmodell), overordnet er god, og det virker derfor mest hensiktsmessig å benytte ulike metoder for framskriving med vedtatt politikk og planlagt politikk. Etter utvalgets vurdering er Jordmod godt egnet til å analysere større endringer i virkemidler på mellomlang sikt og kan derfor være et godt alternativ til spesielt utslippseffekt av planlagt politikk. Modellen kan sannsynligvis ikke fange opp alle planlagte endringer i virkemidler, og i disse tilfellene må det gjøres egne vurderinger. Basert på vurderingene av Jordmod i kapittel 8, vurderer utvalget at Jordmod ikke er egnet til framskriving med vedtatt politikk, spesielt på kort sikt. SNOW-NO egner seg ikke til å framskrive utslipp fra jordbruket.

For olje og gass er det et alternativ å benytte SNOW-NO. For framskriving med vedtatt politikk vurderer utvalget imidlertid at det er mest hensiktsmessig at dagens metode med utslippsprognosene fra Oljedirektoratet videreføres for vurderinger på kort og mellomlang sikt, men at SNOW-NO benyttes på lang sikt og til analyser av planlagte endringer i økonomiske virkemidler. Det er behov for mer transparens rundt forutsetningene i utslippsprognoser fra Oljedirektoratet. Utvalget opprettholder sine anbefalinger fra 2022 om at det bør gjøres endringer for å sikre at samme antakelser om virkemiddelbruk ligger til grunn i framskrivingen av utslipp fra petroleumssektoren, som for andre utslippskilder (TBU klima, 2022).

Det er mulig å benytte SNOW-NO til framskriving av utslipp fra Industri- og energiforsyning med vedtatt politikk og planlagte endringer i økonomiske virkemidler. Utvalget mener at det er en god løsning, men peker på at det er behov for bedre representasjon av utslippsreduksjonsmulighetene og at det vil være nyttig å benytte informasjon fra for eksempel tiltaksanalysene til en systematisk gjennomgang av produktivitetsparametrene som skal fange opp teknologisk utvikling. For enkelte virkemidler, slik som støtte til CCS, peker utvalget på at det fortsatt vil være behov for å gjøre justeringer i SNOW-NO basert på informasjon fra egne utredninger. Energisystemmodellen TIMES-NO har en detaljert modellering av utslippsreduksjonsmulighetene i industrien, og vil også gi innsikt i hvordan tilgang på kraft påvirker utslippsutviklingen i sektoren. Utvalget vurderer derfor at det kan være hensiktsmessig å trekke TIMES-NO mer inn i arbeidet med framskrivingene.

Gjennomgangen ovenfor viser at det fortsatt er en rekke virkemidler som et felles rammeverk sannsynligvis ikke vil være egnet til å eksplisitt analysere. Uavhengig av om framskrivingen med vedtatt og planlagt politikk gjøres i

samme rammeverk, må det fortsatt gjennomføres egne ordinære utredninger av planlagte virkemidler. Et eksempel er underlaget til høring om endring i biodrivstoffkrav. Utvalget mener at det i prinsippet er en styrke at framskrivingene bygger på informasjonen i de ordinære utredningene, og at det bidrar til å sikre konsistens mellom underlaget beslutningen tas med utgangspunkt i og klimalovrapporteringen.

7.6 Overordnet vurdering og anbefaling(er)

Det kan ikke forventes at én enkelt modell eller et integrert modellsystem skal være egnet til å dekke alle utslippskilder og virkemidler. En sentral problemstilling er derfor hva som er fornuftig arbeidsdeling mellom ulike modeller og metoder i forbindelse med framskrivinger.

Gjennomgangen av metoder og modeller for utslippsframskriving fra andre land viser at alle land benytter flere ulike modeller og metoder til framskrivingene. Land som modellerer flere sektorer samlet benytter seg som oftest av en energisystemmodell, og i noen få tilfeller en CGE-modell. Etter utvalgets

Tabell 7.2. Mulige felles metoder og modeller for framskriving med vedtatt og planlagt politikk.

Sektor	Mulig primær metode	SNOW-NOs rolle	Partielle metoders rolle	Behov for videreutvikling og uttesting
Veitrafikk	SNOW-NO	Framskriving med vedtatt politikk, analyse av avgifter, biodrivstoff, delvis også andre reguleringer.	Enkelte planlagte virkemidler, som lav- og nullutslippskrav.	Uttesting av bruk av SNOW-NO, uttesting bør gjennomføres med referanse til Miljødirektoratets beregningsmodell.
			Til framskriving med vedtatt politikk suppleres SNOW-NO med informasjon fra andre metoder (transportmodeller/ Miljødirektoratets beregningsmodell)	
Innenriks sjøfart og fiske	SNOW-NO	Framskriving med vedtatt politikk, analyse av avgifter og omsetningskrav for biodrivstoff.	Analyse av enkelte planlagte virkemidler, som lav- og nullutslippskrav.	Uttesting av ny modelløsning i SNOW-NO for innenriks sjøfart og fiske
			Til framskriving med vedtatt politikk suppleres SNOW-NO med informasjon fra bottom up-vurderinger.	
Annen transport	SNOW-NO	Framskriving med vedtatt politikk, analyse av avgifter (og omsetningskrav for biodrivstoff).	Analyse av planlagte virkemidler som lav- og nullutslippskrav.	Videreutvikle SNOW-NO for å analysere krav til biodrivstoff.
			Til framskriving med vedtatt politikk suppleres SNOW-NO med informasjon fra bottom up-vurderinger.	
Jordbruk	Kombinasjon av ulike sektormetoder	Ikke relevant	Dagens metode for framskriving med vedtatt politikk beholdes på kort og mellomlang sikt. Benytte Jordmod til analyse av planlagte virkemidler og vedtatt politikk på lang sikt.	Uttesting av Jordmod
Petroleum	Kombinasjon av SNOW-NO og sektormetoder	Lang sikt, samt analyse av avgifter og kvotesystemet	Dagens metode for framskriving med vedtatt politikk benyttes på kort og mellomlang sikt, men det må skilles mellom hva som er vedtatt og ikke.	Uttesting av SNOW-NO til å framskrive utslipp på lang sikt
Industri og energiforsyning	SNOW-NO	Framskriving med vedtatt politikk og analyse av avgifter og kvotesystemet.	Til framskriving med vedtatt politikk suppleres SNOW-NO med informasjon fra bottom up-vurderinger. For enkelte virkemidler og teknologier må det gjøres egne analyser (f.eks CCS). Kombinere med analyser i TIMES-NO.	Videreutvikle SNOW-NO for bedre representasjon av utslippsreduksjonsmuligheter for prosessutslipp og avfall.

vurdering er det en fordel om utslippsframskrivingene i Norge tar hensyn til framtidig kraftbehov. Det kan gjøres ved å enten benytte energisystemmodellen TIMES-NO inn i framskrivingsarbeidet eller at modelleringen av kraftmarkedet i SNOW-NO utvikles.

I vurderingen av hvilke metoder og modeller som er best egnet til framskriving med vedtatt og planlagt politikk, er det flere avveininger. For framskrivingen med vedtatt politikk er det lagt mest vekt på treffsikkerhet og dernest at framskrivingen er på et slikt format at den kan benyttes som referansebane inn i andre analyser. For framskrivingen med planlagt politikk er det lagt særskilt vekt på at metodene og modellene egner seg til å analysere endring i virkemidler, og at de er anvendbare i en hektisk budsjettprosess. Det er i prinsippet en fordel om flest mulige utslippskilder og virkemidler framskrives ved hjelp av samme modell. Det er også i prinsippet en fordel om framskriving med vedtatt og planlagt politikk skjer med samme rammeverk der det er hensiktsmessig. Utvalget støtter derfor utviklingen i retning av at planlagte endringer i virkemidler og utslippskilder som SNOW-NO er egnet for å analysere, analyseres samlet i SNOW-NO.

Utvalget har i dette kapitlet vurdert ulike muligheter og alternativer for de ulike utslippskildene med tanke på å identifisere mulige utfordringer og løsninger. For transportsektoren er SNOW-NO et godt alternativ til framskriving med både vedtatt og planlagt politikk, men modellen bør videreutvikles for å kunne analysere endret krav til biodrivstoff for alle transportsektorene. Det er en fordel om analysene i SNOW-NO bygger på eller gjøres i kombinasjon med bottom up-metoder. Dagens metode for framskriving av utslipp fra jordbruk med vedtatt politikk vurderes også å være god, men utvalget anbefaler at det gjøres en uttesting av Jordmod for framskriving i jordbrukssektoren med vedtatt og planlagt politikk på mellomlang og lang sikt. For petroleum er utvalgets vurdering at dagens metode med utslippsprognoser fra Oljedirektoratet er best egnet til framskriving med vedtatt politikk på kort og mellomlang sikt. Samtidig anbefales det at det i større grad kommer tydelig fram hvilke tiltak og virkemidler som legges til grunn. På lang sikt og for analyse av planlagte endringer i økonomiske virkemidler, kan SNOW-NO benyttes, men det forutsetter en bedre modellering av petroleumssektoren i SNOW-NO. For industri og energiforsyning er utvalgets vurdering at SNOW-NO sammen med bottom up-modeller er best egnet til framskriving med vedtatt politikk og planlagte endringer i økonomiske virkemidler. Utvalget anbefaler at det testes ut å bruke TIMES-NO i større grad i framskrivingene. Energisystemmodellen TIMES-NO har en detaljert modellering av teknologivalg i sektorer som industri og transport, der elektrifisering og tilgang på kraft påvirker utslippsutviklingen i sektoren.

Det er viktig med en gradvis utvikling med testing og evaluering underveis for å få kunnskap om hvor godt det fungerer å ta i bruk nye metoder og løsninger, sammenliknet med dagens praksis. Selv om utvalget peker på noen mulige løsninger ovenfor, må det gjøres en vurdering av hvilke metoder som er mest hensiktsmessige og som gir det mest treffsikre resultatet. I arbeidet med uttesting kan det være fordelaktig å benytte flere modeller

og metoder for å sammenlikne resultater. Det er viktig å forstå hvorfor ulike metoder og modeller eventuelt avviker. Et første steg i å teste ut bruk av SNOW-NO til å framskrive utslipp fra veitrafikk, vil være å sammenlikne resultater fra Miljødirektoratets beregningsmodell og SNOW-NO under felles forutsetninger.

Selv om det ikke forventes at en modell skal være godt egnet til alle utslippskilder og virkemidler, anbefaler utvalget at det følges med på uttestingen av modellen GreenREFORM i Danmark. Etter hvert som modellen tas i bruk bør det gjøres en vurdering av om noen løsninger i GreenREFORM kan være aktuelle i norsk kontekst.

Bruk av flere modeller og metoder i kombinasjon er ressurskrevende. Det er en avveining mellom treffsikkerhet og fleksibilitet på den ene siden, og ressursbruk på den andre. Et metodeapparat bestående av mange modeller og metoder som benyttes i samspill eller for å sammenlikne resultater, kan bidra til treffsikkerhet på aggregert og disaggregert nivå og til økt fleksibilitet, men er ressurskrevende å utvikle, utteste og vedlikeholde. Samtidig er mange sektormodeller og metoder allerede i bruk til eksisterende utredninger, så uttesting og vedlikehold av disse skjer uansett.

De ordinære utredningene er en kilde til informasjon om effekten av ulike virkemidler. Utvalget anbefaler at både framskriving med vedtatt og planlagt politikk bygger på informasjon fra de ordinære utredningene. Det betyr at de ordinære utredningene må utarbeides på et format som gjør det mulig. Dette er spesielt viktig for virkemidler som SNOW-NO ikke er egnet til å analysere. Det bidrar til redusert ressursbruk. Så lenge de ordinære utredningene benytter framskriving med vedtatt politikk som referansebane, vil det også være konsistens mellom framskrivingene og utredningene.

For framskriving med vedtatt politikk kan resultatene fra sektormodellene og bottom up-metodene legges tilbake i SNOW-NO for en samlet framstilling av utslippsutviklingen slik praksis er i dag, og deretter konverteres tilbake til utslippsregnskapet. For enkelte utslippskilder er det usikkert om dagens konvertering gir tilstrekkelig treffsikre resultater, og for noen utslippskilder er det behov for en mer detaljert inndeling enn hva dagens metoder og dagens utslippsregnskap kan gi. Utvalget anbefaler at arbeidet med etterbehandling av framskrivingen og konvertering til utslippsregnskapet systematiseres, og at det bygger på informasjon fra bottom up-metoder eller sektormodeller.

For framskriving med planlagt politikk må det gjøres en egen vurdering av overlapp mellom planlagte endringer i virkemidler som analyseres i SNOW-NO og andre virkemidler. Utvalget anbefaler at det etableres rutiner for håndtering av overlapp og samspillseffekter, og at det etableres krav og rutiner for analyser av tiltak og virkemidler som påvirker utslipp i ordinære utredninger. Bedre rutiner, systematikk og veiledningsmateriale vil være positivt for ressursbruk på sikt og gi økt transparens. I arbeidet med en veileder kan det sees hen til Sveriges veileder for klimakonsekvensvurderinger og effektberegninger, samt mal for rapportering av virkemiddelanalyse.

En utfordring med økt bruk av SNOW-NO er at modellen

ikke er særlig egnet til analyser på kort sikt. Utvalget anbefaler at forvaltningen i samarbeid med SSB vurderer mulige løsninger. Problemstillingen vurderes nærmere i delkapittel 8.9.

7.6.1 Skog- og arealbruk

Det er relativt velutviklede metoder for framskriving av netto opptak i skog, og i noen grad for netto opptak i jord. For arealbruksendringer benyttes mer overordnede og forenklete metoder. De forenklete metodene baserer seg på historisk trend og mangler romlig oppløsning. Som et første steg anbefaler utvalget at det gjøres en vurdering av hva som ikke fanges opp av historisk trend, og at forutsetningene i større grad er framoverskuende og i samsvar med den økonomiske utviklingen, samt vedtatt arealpolitikk som legges til grunn i framskrivingen av andre sektorer. Spesielt for skogbruk er det potensial for å i større grad samkjøre forutsetningene som ligger til grunn ved å sammenlikne informasjon fra framskriving for skog- og arealbruk med informasjon fra framskriving av skogbruk i SNOW-NO. Videre er det potensial for å i større grad samkjøre forutsetninger og resultater for jordbrukssektoren og arealbrukssektoren, og utvalget anbefaler at dette arbeidet fortsetter. Utvalget anbefaler videre at framskriving for skog- og arealbrukssektoren følger årshjulet for arbeidet med rapportering til FN, ESA og Stortinget for andre sektorer. En slik samkjøring vil i seg selv gjøre det lettere å se sektorene i sammenheng.

Utvalget peker på at det er en fordel at det er tett kobling mellom metodikk benyttet til det nasjonale utslippsregnskapet, framskrivingen og arbeidet med tiltaksanalyser. Det gjøres årlig metodiske endringer i utslippsregnskapet, som må implementeres i framskrivingene for å opprettholde konsistensen mellom dagens situasjon og framskrevne utslipp. Flere store usikkerhetsmomenter går igjen i arbeidet med alle analysene, og utvalget støtter arbeidet som gjøres for å redusere og synliggjøre denne usikkerheten.

7.6.2 Andre forbedringspunkter

For kvotepliktig industri og skog- og arealbruk er det ikke gjennomført framskriving med planlagt politikk. Utvalget anbefaler at det utarbeides slike framskrivinger også for disse sektorene. Videre bør vurdering av planlagt politikk inkludere en avklaring av hva som inngår i begrepet «all planlagt politikk» (og hva som ikke inngår). Utvalget mener at all planlagt politikk, ikke bare klimapolitikk, med vesentlig klimaeffekt bør inngå i vurderingen. Dette punktet henger nært sammen med klimaeffekten av statsbudsjettet, og utvalget viser til den andre temarapporten for nærmere diskusjon av dette.

Det er ikke gjort analyser av usikkerhet i framskrivingene med vedtatt politikk (med unntak av for skog- og arealbruk) eller med planlagt politikk. Utvalget mener gjennomgående at det vil være en fordel om det gjennomføres analyser av usikkerhet, og at de største usikkerhetsmomentene dokumenteres og diskuteres. Utvalget anbefaler at det

som et minstekrav gjennomføres følsomhetsanalyser for å belyse de største usikkerhetsmomentene.

Utvalget anbefaler også at det gjennomføres framskrivinger med vedtatt politikk og planlagt politikk fram mot 2050. Framskrivingene mot 2050 kan være på et mer overordnet nivå enn framskrivingene på kort og mellomlang sikt. På lang sikt er usikkerheten enda større, og potensialet for utslippsreduksjoner kan endre seg mye, for eksempel dersom internasjonal teknologiutvikling skyter fart. Det er derfor viktig å fange opp konsekvenser av denne type usikkerhet. Scenarioanalyser er spesielt godt egnet der det er stor usikkerhet rundt utviklingen i teknologi, internasjonal økonomi, internasjonal virkemiddelbruk, befolkningsvekst, og tilgang på ressurser på lang sikt. Utvalget anbefaler at det gjennomføres scenarioanalyser for å illustrere hvordan ulike forutsetninger om framtiden kan påvirke utslippsutviklingen og dermed status for måloppnåelse fram mot 2050. For mer om scenarioanalyser, se kapittel 6.

Utvalget anbefaler at det gjennomføres årlige (del) oppdateringer av utslippsframskrivinger med vedtatt politikk og planlagt politikk. For å vurdere måloppnåelse er det viktig at utredning av planlagte virkemidler, inkludert større budsjettendringer, bygger på oppdatert referansebane.

For alle de ulike framskrivingene er det en gjennomgående mangel på ekstern kvalitetssikring eller evaluering. Det er spesielt viktig at framskriving med vedtatt politikk produserer treffsikre anslag på utslippsnivå. Utvalgets vurdering er at det viktigste er å etterprøve resultater og antakelser fra utslippsframskriving med vedtatt politikk, men at dette også gjøres for planlagt politikk om ressursituasjonen tilsier det. Utvalget anbefaler at det etableres rutiner for evaluering og etterprøving av resultatene både samlet og på sektornivå.²¹

Utvalget merker seg at det er publisert dokumentasjon av arbeidet med de ulike framskrivingene. Slik dokumentasjon bør være offentlig og transparent. Den bør synliggjøre usikkerhet, forutsetninger og resultater for utslippsframskrivingene for vedtatt politikk og utslippseffekt av planlagt politikk på et detaljert nivå, i den grad analysene tillater det. I forbindelse med framskriving med vedtatt politikk anbefaler utvalget også at regjeringen redegjør for all ny politikk med vesentlig utslippseffekt og at dette publiseres.

En konsekvent og helhetlig tilnærming til framskrivingene gir økt krav til samarbeid mellom ulike departementer og etater. Utvalget mener det generelt bør være størst mulig grad av åpenhet rundt modeller, metoder, datagrunnlag og forutsetninger. Det er ulike departementer som har ansvar for de ulike framskrivingene. Gitt at framskriving med vedtatt og planlagt politikk i større grad gjøres med samme rammeverk, bør det tilrettelegges for at involverte departementer og etater har tilgang til modellene og metodene som benyttes i framskrivingarbeidet. Bred tilgang til metodene og modeller vil også bidra til økt transparens og forståelse av resultater og gjøre

²¹ Et eksempel på en validering av CGE-modeller er Beckman et al. (2011).

analysemiljøet mindre sårbart. Etatssamarbeidet er et steg i riktig retning, men det vil også være nødvendig at det settes av ressurser i forvaltningen til organisering og kompetansebygging for å sikre kontinuitet over tid. Overordnet vil tettere samarbeid, veiledere, samt god, åpen og lett tilgjengelig dokumentasjon, bidra til å gjøre analysearbeidet mindre ressurskrevende.

8. Analyser av virkemidler

I dette kapittelet vurderer utvalget metoder som kan brukes til å analysere virkninger av ulike typer virkemidler på utslipp og opptak av klimagasser²² og kostnader knyttet til virkemidlene. Utvalget vurderer følgende typer virkemidler: prisvirkemidler, støtteordninger, krav og direkte reguleringer, infrastrukturinvesteringer og informasjonstiltak og dulting. Det vises ellers til kapittel 2 for en beskrivelse av sentrale virkemidler som påvirker ulike utslippskilder. Metodene om vurderes er beskrevet i kapittel 5, og det vises også til utvalgets beskrivelser og vurderinger av konkrete modeller og metoder i tidligere tema- og årsrapporter.²³ Til sist i kapittelet gir utvalget anbefalinger om metodevalg, identifiserer behov for kunnskaps- og metodeutvikling og anbefaler hvordan metodene bør videreutvikles for å bedre dekke forvaltningens behov for virkemiddelanalyser.

Alle nye statlige virkemidler eller endringer i virkemidler skal utredes i henhold til utredningsinstruksen. I en slik utredning skal alle virkninger identifiseres og vurderes. Dette inkluderer klimaeffekter, også der virkemiddelet ikke har en klimabegrunnelse. Utredningsinstruksens prinsipp om forholdsmessighet innebærer at ressursene som brukes på en utredning bør stå forhold til «tiltakets størrelse».²⁴ Det betyr at det kan være tilstrekkelig med enklere analyser dersom virkemiddelet har små samfunnsvirkninger, for eksempel fordi det treffer få aktører, små utslippskilder eller endringen i virkemiddelet er liten. Dersom virkemidlene er forventet å ha vesentlige nytte- eller kostnadsvirkninger, herunder på utslipp av klimagasser, stiller utredningsinstruksen krav om at det gjennomføres en samfunnsøkonomisk analyse i tråd med gjeldende regelverk som er angitt av Finansdepartementet (2021) (rundskriv R-109/2021). I en samfunnsøkonomisk analyse skal virkninger tallfestes og verdsettes i kroner så langt det er mulig og hensiktsmessig. I slike tilfeller er det særlig behov for kvantitative metoder. Samtidig er det også en del virkninger som er vanskelig å tallfeste. Metoder for å vurdere ikke-prissatte virkninger diskuteres ikke i denne rapporten, og det vises til generell veiledning i DFØs (2023b) veileder for samfunnsøkonomiske analyser. I tråd med utvalgets mandat omhandler og vurderer utvalget i dette kapittelet primært metoder for å kvantifisere utslipps- og kostnadseffekter av virkemidler.

I dette kapittelet gjennomgås både metoder for *ex ante*-analyser og *ex post*-analyser. *Ex ante*-analyser er analyser av nye virkemidler eller endringer i eksisterende virkemidler før de blir innført eller endret. Til dette brukes i stor grad partielle modeller og makromodeller, men også tiltaksanalyser og prosjektbaserte analyser. I *ex post*-analyser vurderes effektene etter at et virkemiddel er innført, gjerne ved bruk av økonometriske metoder. *Ex post*-analysene kan også gi informasjon om effekter av

framtidige endringer i virkemidler og de kan gi empirisk grunnlag til modeller som brukes til *ex ante*-vurderinger.

I delkapittel 8.1 til 8.4 vurderer utvalget metoder for analyser av ulike typer virkemidler: prisvirkemidler, klimarelevante støtteordninger, direkte reguleringer og informasjonsvirkemidler og dulting. I delkapittel 8.5 vurderer utvalget metoder for å vurdere infrastrukturtiltak. Metoder som kan brukes til analyser av virkemidler med virkninger i jordbrukssektoren og skog- og arealbrukssektoren vurderes i henholdsvis delkapittel 8.6 og 8.7. I delkapittel 8.8 vurderer utvalget metoder for å analysere samspill mellom virkemidler. Metodegjennomgangen viser at eksisterende metoder er best egnet til analyser på mellomlang sikt. Delkapittel 8.9 handler derfor om videreutvikling av metoder for å vurdere kortsiktige virkninger, og delkapittel 8.10 gir en kort vurdering av metoder for å vurdere av virkninger mot 2050. Utvalget har først og fremst sett på metoder for å anslå virkninger på utslipp og kostnader i Norge. Norsk politikk og økonomisk aktivitet kan også påvirke utslipp i utlandet. Delkapittel 8.11 diskuterer kort metodenes egnethet til å fange opp karbonlekkasje og utslippseffekter i utlandet.

Metodene vurderes etter kriteriene som ble presentert i kapittel 4. I vurderingen i avsnittene under legges det vekt på metodenes treffsikkerhet, ressursbruk og forholdsmessighet i bruk av metoden for hvert enkelt virkemiddel, samt ressursbruk og fleksibilitet knyttet til videreutvikling. Vurderingen av treffsikkerhet er primært basert på generelle metodeegenskaper, som hvorvidt antakelser og modellmekanismer er realistiske, om aggregeringsnivået er hensiktsmessig og hvorvidt relevante samspillseffekter fanges opp. Vurderinger av treffsikkerhet basert på empirisk grunnlag, transparens, evne til å synliggjøre usikkerhet og forvaltningens tilgang til og innflytelse på utvikling av metodene er samlet til slutt i delkapittel 8.12. Grunnen til at omtalen er samlet i et felles delkapittel er at vurderingen i stor grad er den samme på tvers av analyseformål.

Utvalgets overordnede vurderinger og anbefalinger om metoder for virkemiddelanalyser kommer i delkapittel 8.13.

8.1 Prisvirkemidler

Dette delkapittelet vurderer metoder forvaltningen kan bruke til analyser av prisvirkemidler, som skatter, avgifter, prissubsidier og kvotesystem. Der det avdekkes mulige mangler eller svakheter pekes det på behov for videreutvikling av metodene, og i enkelte tilfeller gis det eksempler på hvordan en slik videreutvikling kan gjennomføres. Vi har flere prisvirkemidler i Norge som

²² Utslipp av klimagasser refereres også til som kun utslipp videre i kapittelet.

²³ En oversikt over TBU klima sine rapporter er å finne på utvalgets hjemmeside: tbuklima.no

²⁴ Utredningsinstruksen er begrepet «tiltak» brukt om virkemidler.

påvirker utslipp av klimagasser. De viktigste er CO₂-avgiftene og det europeiske kvotesystemet med tilhørende kvotepris («kvotesystemet»).

8.1.1 Vurdering av metoder og behov for videreutvikling

Det finnes flere metoder som er egnet til *ex ante*-analyser av prisvirkemidler. Som regel vil metoder som beskriver aktørenes atferd, som makro-, sektor- eller elastisitetsmodeller, være best egnet. Hvilke modeller som er best egnet avhenger av hvilke prisvirkemidler og utslippskilder som skal analyseres, hvilken tidshorisont og hvilke kostnadsvirkninger man er opptatt av og størrelsen på de forventede virkningene. Vurderingen av modellene gjøres derfor for ulike typer prisvirkemidler. Felles for alle modellene som vurderes er at de er best egnet til analyser av virkninger på litt lengre sikt, og i liten grad egnet til analyser av virkninger på kort sikt.

Tiltaksanalysene inkluderer ingen kvantitativ vurdering av aktørenes tilpasning til endrede priser og inkluderer ikke virkemiddelkostnader. Informasjon om bedriftsøkonomiske kostnader, kombinert med vurderinger av aktørenes avkastningskrav og eventuelle barrierer, kan likevel være et supplement i utredninger av prisvirkemidler eller brukes for å få kunnskap om tilpasninger og overlapp mellom virkemidler i mindre utslippssegment. Dette kan for eksempel være relevant i vurderinger av overlapp mellom prisvirkemidler og reguleringer rettet mot mindre utslippssegment.

Økonometriske analyser kan gjennomføres for alle prisvirkemidler så lenge det finnes gode nok data. Generelt er det vanskelig å finne en troverdig kontrollgruppe når prisvirkemidler gjelder alle og innføres samtidig, men i noen tilfeller er det mulig å utnytte variasjon i utforming av virkemiddelet, eller endringer over tid for å sannsynliggjøre at man identifiserer kausale effekter. Det kan være ressurskrevende å gjøre økonometriske analyser fordi det krever ekspertkunnskap og tilgang til gode nok data for hver enkelt analyse. Økonometriske analyser gjennomføres som regel av forskere, og kvalitetssikres gjennom publisering i fagfelleverderte tidsskrift. Bruk av resultater fra eksisterende økonometriske analyser i forvaltningens virkemiddelvurderinger krever tilstrekkelig kunnskap til å vurdere kvalitet og relevans for analysen. For å bruke økonometriske analyser av prisvirkemidler til å si noe om framtidige effekter av endret virkemiddelbruk må man gjøre en vurdering av hvor gyldige resultatene fra analysen er for den nye situasjonen som skal analyseres. Dette gjelder også når man benytter estimerte elastisiteter i elastisitetsmodeller eller mer avanserte modeller, som generelle likevektsmodeller. Treffsikkerheten i det empiriske grunnlaget i modellene som brukes i *ex ante*-analyser av virkemidler er vurdert i delkapittel 8.11.

8.1.2 Prisvirkemidler knyttet til utslipp av klimagasser og bruk av energivarer

Finansdepartementet, som er ansvarlig for avgiftspolitikken, bruker resultater fra analyser med likevektsmodellen SNOW-NO og elastisitetsmodellen KAJA i vurderinger av utslippsvirkninger av avgifter. Begge modellene har blant annet blitt brukt til å beregne virkninger på utslipp av klimagasser av foreslåtte endringer i flere av energi- og klimaavgiftene i statsbudsjettet. SNOW-NO har også blitt brukt av Statistisk sentralbyrå (SSB) til å analysere virkninger på utslipp og kostnader av å øke CO₂-avgiftene på ikke-kvotepfiktige utslipp til 2 000 kroner i 2030 på oppdrag for Finansdepartementet (Kaushal & Yonezawa, 2022).

Utvalgets vurdering er at til analyser av endringer i sektorovergrepene prisvirkemidler, som CO₂-avgiftene og det europeiske kvotesystemet, men også større endringer i virkemidler som påvirker en større del av økonomien, vil generelle likevektsmodeller som fanger opp indirekte virkninger via samspillseffekter med resten av økonomien normalt være mer egnet enn partielle modeller. En vesentlig fordel med generelle likevektsmodeller er at de har et konsistent mål på de samfunnsøkonomiske kostnadene. Siden modellene inkluderer skatteklær er denne typen modeller også brukt til å analysere hvordan kostnadene ved klimapolitikken kan reduseres ved å redusere andre vridende skatter og avgifter (se for eksempel Kaushal & Yonezawa, 2022).

Blant norske makromodeller som ble vurdert i TBU klima (2021) vurderte utvalget den generelle likevektsmodellen SNOW-NO til å være best egnet til klimaanalyser. Modellen er utviklet for analyser av virkninger av norsk klimapolitikk, og da særlig prisvirkemidler, inneholder alle utslipp av klimagasser og har en god representasjon av vesentlige utslippskilder. Andre makromodeller kan ha egenskaper som er nyttige til enkelte analyseformål. Blant annet kan NOREG 2 og REMES brukes til å belyse regionale forskjeller i virkninger av klimapolitikken. NOREG 2 kan også brukes til å analysere hvordan klimapolitiske virkemidler påvirker etterspørselen etter enkelte typer arbeidskraft.²⁵

I TBU klima (2021) pekte utvalget på at det er rom for forbedringer av SNOW-NO. Behovet for bedre representasjon av utslippsreduksjonsmuligheter for enkelte utslippskilder i SNOW-NO, som for eksempel prosessutslipp fra industri og jordbruk, petroleum, næringstransport på land og sjøtransport, og avfallsforbrenning, ble særlig trukket fram. Siden 2021 er modelleringen av kommersiell landtransport og sjøtransport videreutviklet, og forbedret modellering av avfall er under utvikling i SNOW-NO, som beskrevet i kapittel 5.²⁶

Utslipp fra olje- og gassproduksjon, prosessutslipp fra industri og de fleste utslippene fra jordbrukssektoren er per i dag modellert i et fast forhold til produksjonen. Det innebærer at de bare kan reduseres ved å redusere produksjonen, og ikke ved å erstatte fossile energibærere

²⁵ NOREG 2 er delt inn etter fire ulike typer arbeidskraft: i) ufaglærte/lav utdanning (grunnskole og videregående skole utenom fagutdanning), ii) faglærte med fagutdanning (yrkesfaglige retninger i videregående skole), iii) lavere grads universitets- og høyskoleutdanning (bachelor og tilsvarende), og iv) høyere grads universitets- og høyskoleutdanning (over bachelor)

²⁶ Videreutviklingen er planlagt ferdigstilt tidlig i 2024.

med ikke-fossile energibærere, eller ved å implementere såkalte «end-of-pipe»-rensemeter. Slike rensemetoder er ikke representert i SNOW-NO. Det er derfor grunn til å tro at modellen vil produsere mindre treffsikre anslag i analyser av prisvirkemidler rettet mot disse utslippskildene. Olje- og gassproduksjonen har hittil blitt behandlet eksogent i SNOW-NO. Dette har vært ansett som en rimelig forenkling, siden investeringer i nye felt følger ressurstilgangen og til en viss grad er bestemt av politiske beslutninger, samt internasjonale priser. Produksjonen kan imidlertid modelleres endogent på lik linje med andre næringer, men ifølge SSB er det behov for kvalitetssikring av parameterne/responsene i modellen. For at modellen skal være mer egnet til analyser av prisvirkemidler rettet mot disse utslippskildene, er det behov for utvikling av SNOW-NO, eller koble modellen til partielle modeller som en norsk TIMES-modell (IFE eller NVEs versjon). De norske TIMES-modellene kan også brukes til å belyse enkelte virkninger av prisvirkemidler som treffer flere næringer. Modellene inkluderer alle CO₂-utslipp, både energirelaterte og prosessutslipp. Fordelen med TIMES-modellene er at de er teknologirike og fleksible med tanke på at nye teknologier enkelt kan legges inn. IFE-TIMES-Norway inkluderer flere renseteknologier for industrien og de mest vesentlige teknologiene når det gjelder olje- og gassutvinning. Elektrifisering av søkkelen med kraft fra land er lagt inn som en mulighet, og IFE jobber med å koble noen felt direkte mot havvind. NVEs modell er ikke oppdatert de senere årene og har trolig en mindre detaljert modellering av utslippsreduksjonsmuligheter enn IFE sin versjon. Dersom NVEs TIMES-modell skal brukes er det trolig behov for å oppdatere og tilpasse modellen til klimaanalyser. Disse modellene vil i hovedsak ta lange trender i etterspørselen etter energitjenester som eksogent gitt. Modellverktøyet til TIMES åpner opp for å legge inn priselastisiteter, slik at etterspørselen etter energitjenester blir endogen. Dette er ikke gjort i norske TIMES-modeller i dag (verken NVEs eller IFEs modell). Denne typen modeller vil likevel ha en enklere modellering av hva som påvirker etterspørselen etter energitjenester sammenliknet med makromodeller. Dette skyldes at TIMES-modellene ikke fanger opp hvordan etterspørselen etter energitjenester påvirkes av vekselvirkninger i økonomien. TIMES gir informasjon om drifts- og investeringskostnader, men kan ikke brukes til å anslå de fulle samfunnsøkonomiske kostnadene. Modellene er derfor best egnet til å belyse hvordan endret virkemiddelbruk påvirker aktørens teknologivalg, og samspill med tilpasninger i energimarkedene. For å få bedre representasjon av etterspørselen etter energitjenester kan eventuelt TIMES kobles til en generell likevektsmodell.

I analyser av klimaavgiftene eller endringer i kvotepris, er det nødvendig at modellen skiller mellom ikke-kvotepliktige og kvotepliktige utslippskilder. Dette gjøres i SNOW-NO. Som en forenkling er næringer i SNOW-NO i sin helhet enten definert som enten kvotepliktige eller ikke-kvotepliktige, selv om noen næringer både har kvotepliktige og ikke-kvotepliktige utslipp. Utvalget har ikke vurdert hvorvidt dette er en rimelig forenkling. TIMES-modellene skiller i dag ikke eksplisitt mellom utslipp fra kvotepliktig eller ikke kvotepliktig sektor, men et slikt skille kan legges inn ved behov.

Når det gjelder deltakelsen i EUs kvotesystem, hvor reglene

ikke fastsettes av norske myndigheter, har forvaltningen primært behov for kunnskap om kostnadsvirkninger for norsk økonomi av endringer i kvotesystemet. Samtidig kan forvaltningen ha nytte av kunnskap om hvordan ulike virkemidler, og da særlig framtidig kvotepris, påvirker utslippene i kvotepliktig sektor. Det er også behov for å forstå overlapp og samspill mellom kvotepris og andre virkemidler som påvirker kvotepliktige utslipp, som støtte til implementering av lavutslippsteknologier.

Analyser av endringer i kvotepris bør ta høyde for at en betydelig andel av kvotene blir tildelt vederlagsfritt. Dette virker som en næringsstøtte som følger kvoteprisen. SNOW-NO er basert på kryssløpstabeller fra nasjonalregnskapet, hvor kvotekjøpene er lagt inn som regnskapsførte utgifter til kvoter per næring. Siden en andel av kvotene tildeles vederlagsfritt, er den reelle marginalkostnaden ved utslipp høyere, mens gratis tildeling virker tilnærmet som generell produksjonsstøtte. SSB har oppdatert modellen for å reflektere dette. Tilsvarende virker CO₂-kompensasjonsordningen også tilnærmet som en produksjonsstøtte eller støtte til elektrisitetsforbruk (avhengig av type produkt). Mens reglene for kvotetildeling bestemmes fullt ut av EU, kan norske myndigheter i stor grad selv bestemme i hvilken grad kompensasjonsordningen skal benyttes (gitt noen overordnede regler fra EU). Det bør være relativt enkelt å modellere CO₂-kompensasjonsordningen i SNOW-NO, men dette er foreløpig ikke gjort.

I analyser av avgiftspolitikken har forvaltningen særlig behov for å kunne gjennomføre analyser selv og produsere raske svar, blant annet i arbeidet med statsbudsjettet. Det er noe av bakgrunnen for at Finansdepartementet utviklet elastisitetsmodellen KAJA. En vesentlig fordel med KAJA sammenliknet med SNOW-NO og sektormodellene, er at modellen er enkel å bruke og ikke krever samme type modellekspertise. Det er også mye mindre ressurskrevende å oppdatere og videreutvikle KAJA. Til analyser av avgiftsendringer kan nye avgiftsdata fra Skatteetaten benyttes direkte i modellen. Det gjør også at modellen kan gi anslag på et høyt detaljeringsnivå, for eksempel endringer i enkeltsatser eller oppheving av store og små avgiftsfritak. KAJA kan, i motsetning til SNOW-NO og sektormodellene, ikke tilpasses for å fange opp ytre forhold som påvirker aktørens tilpasning, som for eksempel økonomi, teknologisk utvikling og teknologivalg. Til analyser av større avgiftsendringer som forventes å ha betydelige virkninger mener utvalget at SNOW-NO vil være bedre egnet, da det også vil være vesentlig å få kunnskap om samfunnsøkonomiske kostnader, som ikke kan analyseres i KAJA.

Tidligere har utvalget konkludert med at transportmodellene er egnet til å analysere utslippseffekter av virkemidler rettet mot transportsektoren, som veibruksavgiften, men mindre egnet til å vurdere effekten av virkemidler med sektorovergripende effekt, som CO₂-avgiften (TBU klima, 2020). Transportmodellene inkluderer kun virkninger i transportsektoren og fanger ikke opp tilbakevirkninger som følge av endringer i andre deler av økonomien. Ulike modeller for korte personreiser, lange personreiser og gods, gjør det relativt ressurskrevende å analysere virkninger i hele transportsystemet. TBU klima

(2020) pekte også på at modellene er relativt komplekse, og for enkelte formål kan de tenkes å være unødige komplekse. Kompleksiteten er imidlertid en forutsetning for å kunne gjøre treffsikre analyser når det er behov for å se på endringer på et mer detaljert geografisk nivå, som geografisk differensierte prisvirkemidler og hvordan infrastrukturtiltak påvirker trafikkmønstre. Modellene er derfor særlig relevante for analyser av samspill mellom avgiftsendringer og denne typen virkemidler. Transportmodellene er nærmere vurdert i delkapittel 8.5 om infrastrukturtiltak.

Det finnes en del internasjonal litteratur som benytter økonomiske metoder for å se på effekter av prisvirkemidler, og også noen norske studier. Et eksempel på analyse av bredere prisvirkemidler er Klemetsen et al (2018), som undersøker effekten av blant annet miljøavgifter på utslippintensiteter på kort og lengre sikt ved hjelp av paneldata fra norske bedrifter. Et annet eksempel er Klemetsen et al. (2020) som ser på effekten av EUs kvotesystem på blant annet utslipp og produktivitet blant norske bedrifter basert på samme type paneldatamodell. Vrolijk & Sato (2023) oppsummerer litteraturen som bruker kvasi-eksperimentelle metoder for å analysere effekter av karbonpriser på utslipp og ulike økonomiske utfall. Litteraturgjennomgangen viser at det er relativt få studier som på en troverdig måte estimerer effekter av karbonpriser, til tross for fokuset på karbonprising som det mest kostnadseffektive virkemiddelet for å redusere utslipp.

8.1.3 Prisvirkemidler rettet mot kjøp av kjøretøy

Det er flere elementer i bilavgiftssystemet (jf. kapittel 2) som påvirker valg av kjøretøy og dermed utslipp av klimagasser. Nybilkjøpsmodellen til Transportøkonomisk institutt (TØI) for personbiler har vært brukt til å estimere kortsiktige virkninger av endringer i avgiftssystemet på nybilsalg. Et eksempel er Fridstrøm & Østli (2021a) som analyserer hvordan avgiftstiltak og teknologiske endringer påvirker markedsandelene for ulike typer biler. Modellen kan brukes til å analysere virkningen på nybilsalg av prisvirkemidler rettet mot kjøp, avgifter på bruk av energivarer og samspill mellom disse. Nybilkjøpsmodellen kan også brukes sammen med bilgenerasjonsmodellen BIG for å analysere hvordan endringer i nybilsalg påvirker sammensetningen i bilparken over tid. Transportmodellene kan ikke brukes til å analysere endringer i kjøretøyparken alene, men kan brukes sammen med nybilkjøpsmodellen for å fange opp hvordan for eksempel differensiert veipricing påvirker trafikkmønstre og sammensetning av kjøretøyparken. TØI har ingen tilsvarende bilkjøpsmodell for næringskjøretøy. Avgiftsfordeler ved kjøp av lavutslippskjøretøy hatt mindre betydning for næringskjøretøy.²⁷

SNOW-NO kan også brukes til analyser av ikke-bruksavhengige avgifter rettet mot transportsektoren. De mest relevante ikke-bruksavhengige bilavgiftene er modellert samlet som et avgiftsaggregat i modellen. Siden kjøp av kjøretøy er spesifisert i SNOW-NO, er det også mulig

å legge inn enkeltavgifter på slike kjøp i modellen. Modellen skiller mellom gamle og nye biler og mellom elbiler og biler med forbrenningsmotor i privattransport og kommersiell landtransport.

Utvalgets vurdering er at nybilkjøpsmodellen (eventuelt i kombinasjon med BIG) og SNOW-NO har ulike egenskaper som er nyttige i analyser av prisvirkemidler rettet mot kjøp av kjøretøy. Nybilkjøpsmodellen er best til å analysere kortsiktige endringer i sammensetningen av nybilsalg som følge av endringer i avgiftspolitikken, inkludert virkninger innen et år, mens SNOW-NO generelt er egnet til analyser av virkninger på lengre sikt. Fordelen med nybilkjøpsmodellen (eventuelt i kombinasjon med BIG) er at modellen er basert på detaljerte data for ulike biltyper av ulike årganger og egenskaper ved disse, og kan i teorien oppdateres med nye data. Nybilkjøpsmodellen i kombinasjon med BIG fanger bare opp endringer i sammensetningen, men ikke samlet bilhold. SNOW-NO er mer aggregert, men fanger opp endringer i samlet bilhold og samspill med andre markeder, som kraftmarkedet. Effekten av endring i bilkjøpsavgifter på atferd og utslipp i modellen vil i stor grad avhenge av substitusjonselastisiteten mellom de ulike biltypene. Så vidt utvalget kjenner til er denne elastisiteten kalibrert slik at elbiler og konvensjonelle biler gradvis blir perfekte substitutter i 2030 for å reflektere forventet teknologisk utvikling. Det er usikkert hvor troverdige atferdsresponsene fra endring i bilkjøpsavgifter vil være. Utvalget mener at det kan være interessant å i større grad kombinere nybilkjøpsmodellen (eventuelt i kombinasjon med BIG) og SNOW-NO til enkelte analyseformål ettersom disse modellene supplerer hverandre.

Energimodellen IFE-TIMES-Norway kan også brukes i analyser av valg av kjøretøy. Modellen skiller per i dag mellom fem forskjellige teknologier: forbrenningsmotor (ICE), plug-in hybrid, batterielektrisk, Brenselcelle (hydrogen), og gassdrevne forbrenningsmotor. Rosenberg et al. (2023) viser hvordan TIMES og transportmodellene kan brukes i kombinasjon i forbindelse med analyser av hvordan Norge kan kutte utslipp ved overgang til andre energikilder i transport ved bruk av ulike virkemidler. Utvalget har imidlertid ikke vurdert hvor egnet modellen er til å analysere prisvirkemidler rettet mot kjøp av kjøretøy.

Det finnes også relevante økonomiske analyser av effekter av ikke-bruksavhengige avgifter. Ciccone (2018) gjør en såkalt forskjeller-i-forskjeller-analyse av endring i engangsavgiften, mens Yan & Eskeland (2018) bruker eksogen variasjon i engangsavgiften for å estimere priselastisiteten for etterspørsel etter nye biler. I sistnevnte analyse er det brukt en paneldatatilnærming, med kontroll for en rekke faste effekter, for å estimere effekten av avgiften på CO₂-intensitet.

8.1.4 Prissubsidier og driftsstøtte

Prissubsidier fungerer motsatt av en avgift, men er ofte smalere innrettet mot konkrete områder, som for eksempel kollektivtransport og ferjereiser, men også tax-

²⁷ Fritaket for merverdiavgift for nullutslippsbiler har vært viktig for salg av personbiler, men er ikke relevant for næringskjøretøy siden disse ikke betaler merverdiavgift.

free ordningen. Derfor beskrives prissubsidier som eget virkemiddel i dette delkapittelet. Selv om eksemplene på prissubsidier i hovedsak dekker transportsektoren, er det også prissubsidier på andre områder. Metoder for analyser av pristilskudd og andre virkemidler rettet mot jordbruk er vurdert i delkapittel 8.6, mens støtteordninger rettet inn mot ulike stadier av teknologiutvikling og investering i utslippsreducerende tiltak er beskrevet i 8.2.

Effekter av subsidierte billettpriser i kollektivtransport kan analyseres i transportmodellene. Et eksempel er Nasjonal transportplan, der transportvirksomhetene har levert analyser med antakelse om reduserte priser på all kollektivtrafikk (Statens vegvesen et al., 2023). En generell endring i alle billettpriser på kollektivtransport lar seg enkelt modellere i transportmodellene, men hvis man skal benytte transportmodellene til å analysere lokale takstendringer, slik som i de store byene, må endringer i kollektivtakstene kodes inn for de enkelte byområdene i modellene. Dette er noe mer arbeidskrevende, noe som hittil har ført til at det i liten grad har blitt gjort modellberegninger av effekten av tilskudd til reduserte kollektivpriser i de store byene, og at man heller har gjort overordnede beregninger av endring i reise-mønster. Modellresultater er dermed i liten grad blitt brukt som en del av analysegrunnlaget for å vurdere tilskudd til kollektivtrafikk. Transportmodellene fanger opp forskjeller i utslipp fra ulike former for kollektivtransport (buss, bane, trikk m.m), men skiller ikke mellom fossile og ikke-fossile alternativer innenfor de enkelte formene for kollektivtransport.

Tilskudd til billettpriser kan også legges direkte inn i SNOW-NO, men modellen skiller ikke mellom tilskudd til kollektivtransport i byområder og annen kollektivtransport. I et oppdrag for TBU klima simulerte SSB effekten av økt tilskudd til reduserte billettpriser på kollektivtrafikk i byområder (se Bye et al., 2021). TBU klima (2022) vurderte at det var utfordrende å implementere dette på en tilfredsstillende måte i modellen. Siden modellen ikke skiller mellom kollektivtransport i byområder og annen kollektivtransport, vil støtten rettes mot aggregatet kollektiv veitransport og banetransport på nasjonalt nivå. TBU klima (2022) peker på at effektene som framkommer ikke nødvendigvis er representative for substitusjonseffektene mellom privat og kollektiv transport i byområder. SNOW-NO skiller mellom fossile og lavutslippsbuss i kollektivtransport.

Reduserte ferjetakster er også et eksempel på en statlig prissubsidie som kan ha utslippseffekter i form av økt biltrafikk og økte utslipp. Transportmodellene blir brukt til å analysere effektene av endringer i ferjetilbudet på reise-mønster, herunder ferjeavløsningsprosjekter, men de er ikke tatt i bruk til å vurdere takstendringer i ferjesektoren. Det er imidlertid ikke noe i veien for å benytte transportmodellene til å vurdere effektene av endrede ferjetakster ved å legge inn prisendringer, og modellene vil være egnet til å vurdere endringer i trafikken.

Så vidt utvalget kjenner til har det ikke blitt brukt modeller i tidligere analyser av endringen i taxfree-ordningen. Homleid & Rasmussen (2011) vurderte på oppdrag fra Samferdselsdepartementet

utslippseffekten av fjerning av taxfreesalg. Det ble gjort beregninger av trafikkbortfall gitt ulike antakelser om etterspørselsvirkninger, blant annet basert på elastisiteter fra en litteraturstudie fra TØI, men med svært usikkert grunnlag for å tallfeste nyttetafet for de reisende. I tillegg ble det antatt økning i avgifter ved ikke-statlige lufthavner for å kompensere for bortfall av inntekter.

Statlige kjøp er viktige for blant annet persontransport med tog og innenlandske flyruter. Dette er driftsstøtte som kan sies å være prissubsidier i indirekte forstand. Både tilbud av persontransport med tog og innenlandske flyruter kan vurderes ved hjelp av transportmodellene. Oslo Economics leverte en rapport på oppdrag fra Samferdselsdepartementet om offentlig kjøp av regionale flyruter (FOT-ruter) der transportmodellene er benyttet for å vurdere etterspørselsgrunnlaget (Oslo Economics et al., 2022).

I vurderingen av prissubsidier, også prissubsidier utenfor transportsektoren, kan SNOW-NO være et egnet verktøy dersom subsidiene gjelder nasjonalt og kan antas å ha samspillseffekter med andre sektorer enn transportsektoren, så lenge modellen er tilstrekkelig detaljert.

Det finnes flere eksempler på økonometriske analyser av støtteordninger med klimaeffekt, disse er nærmere omtalt i delkapittel 8.2.

Anbefalinger for videreutvikling

Utvalgets vurdering er at det er flere metoder som er egnet i analyser av virkninger av prisvirkemidler på mellomlang og lang sikt. Med unntak av nybilkjøpsmodellen til TØI er modellene som utvalget har vurdert mindre egnet til analyser av kortsiktige virkninger. Utvikling av metoder til analyser av kortsiktige kostnads- og utslippsvirkninger diskuteres i avsnitt 8.9. Utvalget har heller ikke funnet metoder som er egnet til å analysere virkningen av prisvirkemidler i skog- og arealbrukssektoren i Norge. Dette diskuteres i 8.7.

Utvalget merker seg at det har blitt gjennomført eller pågår videreutvikling av SNOW-NO for å følge opp flere av anbefalingene i TBU klima (2021) om å bedre representasjonen av utslippsreduksjonsmuligheter i modellen. Utvalget mener fremdeles det er behov for å utvikle SNOW-NO for at modellen skal bli mer egnet til analyser av prisvirkemidler rettet mot enkelte utslippskilder. Utvalget anbefaler blant annet at SNOW-NO videreutvikles til å fange opp virkningen av CO₂-kompensasjonsordningen. Det vil være relativt enkelt, og vil gjøre modellen mer egnet til analyser av endringer i kvotesystemet. Rask teknologisk utvikling og for analyse på lengre sikt enn det som hittil er gjort, gjør også at det kan være behov for å oppdatere datagrunnlaget og modelleringen av utslippsreduksjonsmulighetene i modellen. Utvalget anbefaler at det brukes ressurser på å holde modellen oppdatert og innarbeide ny informasjon om teknologier i modellen, slik det er gjort for transportsektorene (se delkapittel 5.1 for en beskrivelse av modelleringen av transportsektorene i SNOW-NO).

For å gjøre modellen bedre egnet til analyser av

virkemidler som skatt på utslipp fra petroleumssektoren og endringer i kvotesystemet, er det ønskelig å bedre representasjonen av utslippskilder i kvoteplikktig industri og petroleumsnæringene. Såkalte «end-of-the-pipe»-rensemetoder kan implementeres. I MSG-TECH (forgjengeren til SNOW-NO) ble informasjon fra blant annet *Klimakur 2020* brukt til å estimere marginalkostnadskurver for disse næringene (se for eksempel Fæhn & Isaksen, 2016). Fordelingen mellom prosessutslipp og energiutslipp i modellen kan også revurderes, der informasjon tilsier at utslipp modellert som prosessutslipp kan reduseres ved substitusjon mellom innsatsvarer, for eksempel kullanoder med biokullanoder. Kilden til slik teknologiinformasjon kan for eksempel være resultater fra tiltaksanalyser eller modeller som IFE-TIMES-Norway.

Et alternativ til å integrere teknologiinformasjon i SNOW-NO er å koble modellen til en sektormodell som inkluderer relevante teknologier, som IFE-TIMES-Norway. I et slikt modellsystem vil etterspørselen etter energitjenester bestemmes i SNOW-NO, mens teknologitilpasningen modelleres i TIMES, gitt kostnadsminimering og et sett av beskrankninger, som kan være harmonisert med SNOW-NO. Et eksempel på hvordan dette kan gjøres finnes i Helgesen et al. (2018). Hard kobling mellom to komplekse modeller kan være krevende. Siden SNOW-NO og IFE-TIMES-Norway (men også TIMES-NVE) forvaltes av ulike institusjoner, vil kobling kreve samarbeid mellom disse. Når koblingen først er gjort, har man riktignok et modellsystem som enkelt kan oppdateres med ny teknologiinformasjon. Det finnes også effektive koordineringsmekanismer som støtter hard kobling (Pisciella et al., 2023). Myk kobling mellom modellene er mindre ressurskrevende, men det kan være vanskeligere å sikre konsistens og avdekke feil. For en beskrivelse av ulike måter å kombinere ulike metoder, se delkapittel 5.5.

Utvalgets vurdering er at integrering av teknologiinformasjon i SNOW-NO trolig likevel er den enkleste og mest fleksible løsningen. Hvilken løsning som vil være mest hensiktsmessig avhenger imidlertid av problemstillingen som skal analyseres. For noen utslippskilder og i enkelte analyser kan det være mer hensiktsmessig å bruke andre modeller enn makromodeller, som for jordbruk (se delkapittel 8.6), og det vil kunne være analyseformål hvor flere metoder bør supplere hverandre, med eller uten kobling mellom modeller. Utvalget har ikke tatt stilling til hvilken type kobling som er mest hensiktsmessig, men peker på at det blant annet avhenger av hvor mye modellene skal brukes. Dersom modellkombinasjonen skal brukes et fåtall ganger kan myk kobling være hensiktsmessig, mens ved gjentakende bruk kan hard kobling være et mer egnet alternativ.

I TBU klima (2020) pekte utvalget på at transportmodellene synes å være unødvendig komplekse for en del analyseformål på klimaområdet, og anbefalte derfor at det bør arbeides med et forenklet modellsystem, som er bedre rettet mot utslippseffekten av klimapolitiske virkemidler. Utvalget vurderte den gangen de partielle modellene isolert sett. Etter en helhetlig vurdering

av metodeapparatet, mener utvalget nå at en slik videreutvikling av transportmodellapparatet ikke bør prioriteres til dette formålet. Transportmodellene må være komplekse for å ivareta behovene modellene er utviklet for å dekke (prioriteringsgrunnlag i nasjonal transportplan). I tillegg mener utvalget at transportmodellene er særlig relevante for analyser av geografisk differensierte prisvirkemidler og samspill mellom avgiftsendringer og annen virkemiddelbruk rettet mot transportsektoren, som infrastrukturinvesteringer og endret kollektivtilbud (rutestruktur, frekvens, billettpriser osv.). Utvalget anbefaler også at transportmodellapparatet utvikles i retningen av at modellene samlet sett dekker valget mellom fossile og fossilfrie løsninger innen gods- og næringstransport.

Trefferikheten til modellene vil i stor grad avhenge av hvor godt elastisitetene i modellene reflekterer hvordan aktørene i økonomien faktisk responderer på prisendringer som følger av prisvirkemidler. Utvalget anbefaler derfor at det empiriske grunnlaget i modellene vurderes og eventuelt oppdateres, og at man forsøker å etterprøve modellresultater. Dette diskuteres nærmere i delkapittel 8.11.

Modellering av særlig enkeltpersoners atferdsrespons bør ta hensyn til faktiske respons. Dette inkluderer tidspreferanser, risikopreferanser og sosiale preferanser, også der det resulterer i ikke-optimale beslutninger for aktøren. Et eksempel på en mulig barriere er nåtidsskjevhet, hvor aktøren legger mer vekt på umiddelbare nytte- og kostnadsvirkninger enn det aktøren ønsker på litt lengre sikt (myopisk atferd). Dersom slik nåtidsskjevhet eksisterer, kan det påvirke virkningen av blant annet avgifter på energibruk. Grønn skattekommissjon (NOU 2015: 15) drøfter hvordan slike avvik fra standard økonomisk teori kan bety at virkemiddelutformingen bør endres, og i *Klimakur 2030* vurderer Miljødirektoratet at dette kan medføre atferdsbarrierer som virkemiddelutformingen bør ta hensyn til (Miljødirektoratet et al., 2020). Tangeland et al. (2020) beskriver og vurderer hvordan forbruksrettede virkemidler virker ulikt for ulike befolkningsgrupper og kontekster.

Empirisk eller teoretisk funderte atferdsrespons kan fanges opp i substitusjonselastisitetene i modeller, eller det kan legges inn parametere som gi tregere innfasing av ny teknologi for å reflektere ulike barrierer.

Økonometriske analyser som bruker eksperimentelle eller kvasi-eksperimentelle metoder gir verdifull og robust informasjon om effekter av virkemidler på ulike utfall. Dette gjelder også for prisvirkemidler. For prisvirkemidler som er rettet mot hele økonomien kan det være spesielt vanskelig å finne troverdige kontrollgrupper, og det finnes få robuste empiriske analyser av effekten av CO₂ avgiften, både i Norge og internasjonalt.

8.2 Klimarelevante støtteordninger

Utvalget vurderer i dette delkapittelet ulike metoder som kan brukes til å analysere effekten av statlig støtte til forskning, utvikling og implementering av ny

utslippsreducerende teknologi²⁸ og andre klimarelevante støtteordninger. De klimarelevante støtteordningene er i all hovedsak søknadsbaserte og begrunnet i ulike former for markedssvikt. Støtteordningene er beskrevet i kapittel 2.

Innovasjonsprosessen kan deles inn i forskningsfasen, foredlingsfasen og spredningsfasen for nye teknologier, se boks 8-1. I alle disse fasene kan det være ulike typer markedssvikt som gjør at det er behov for virkemidler for å støtte teknologiutviklingen (Grønn skattekomisjon, NOU 2015: 15). For eksempel vil forskning og utvikling gi positive eksterne effekter ved at nye ideer kan tas i bruk av flere enn den som utvikler teknologien, andre kan bygge videre på kunnskapen som utvikles, eller lære fra tidlig uttesting av ny teknologi i markedet (læringseffekter). Gevinsten ved å ta i bruk en ny teknologi kan også øke jo flere andre som tar i bruk teknologien (nettverkseffekter). Dermed vil den privatøkonomiske gevinsten ved teknologiutvikling være lavere enn den samfunnsøkonomiske gevinsten, og uten virkemidler for å støtte til teknologiutvikling vil investeringene normalt være lavere enn optimalt. Markedsimperfeksjoner i innovasjonsskjeden kan være enda viktigere for miljøteknologi enn for annen teknologi, fordi kunnskapsbasen på feltet er liten og det kan være vanskelig for miljøvennlige alternativer å etablere seg i markedet (NOU 2015: 15). Grønn skattekomisjon peker også på mangel på informasjon og atferdsbarrierer som barrierer for spredning av nye teknologier (se også delkapittel 8.4 om informasjonsvirkemidler og dulting).

8.2.1 Hvilke metoder brukes for å vurdere virkninger av støtteordninger i dag?

I hvilken grad det finnes anslag og/eller er mulig å anslå utslippseffekten av ulike støtteordninger avhenger av i hvilken grad prosjektene som støttes bidrar til direkte utslippskutt, indirekte utslippskutt hos andre aktører, og/eller legger til rette for framtidige utslippskutt (eller utslipp i utlandet ved at nye teknologier/ny kunnskap selges eller overføres). Generelt vil det være mer utfordrende å anslå utslippseffekten jo tidligere stadier av teknologiutviklingen ordningen er ment å støtte. Mye av teknologiutviklingen skjer internasjonalt. Dette påvirker spredningen av nye teknologier i Norge, og det kan være vanskelig å isolere virkningen av norsk politikk. Videre vil norsk støtte til utvikling av nye teknologiske løsninger påvirke utslipp av klimagasser både i Norge og utlandet.

Figur 8.1 gir en oversikt over hvor ulike støtteordninger med klimaformål befinner seg på teknologimodenhetsskalaen (se boks 8-1). Figuren er basert på vurderinger av klimastøtteordninger i Bruvoll et al. (2018), Prosess21 (2021) og justert etter innspill fra støtteforvalterne.²⁹

Det er i hovedsak gjort beregninger av de direkte utslippseffektene av ordninger som er spisset mot

Boks 8-1

Faser i innovasjonsprosessen

Technology Readiness Level (TRL) er en skala fra 1-9 som beskriver teknologisk modenhet, fra grunnforskning til markedsmoden teknologi. Skalaen kan defineres på ulike måter. Basert på Grønn skattekomisjon (NOU 2015: 15) sin inndeling av innovasjonsskjeden, bruker Bruvoll et al. (2018a) følgende definisjon:

- Forskningsfasen (TRL 1-4) inkluderer grunnforskning (nivå 1-2) og forskning og utvikling.
- Foredlingsfasen (TRL 5-7) innebærer å teste teknologien ut i et relevant miljø og inkluderer piloterings- og demonstrasjonsfasen.
- Spredningsfasen (TRL 8-9) betegner fasene fram til teknologien eventuelt får markedsgjennombrudd, inkludert kvalifisering og ferdigstilling av teknologien og markedsintroduksjon.

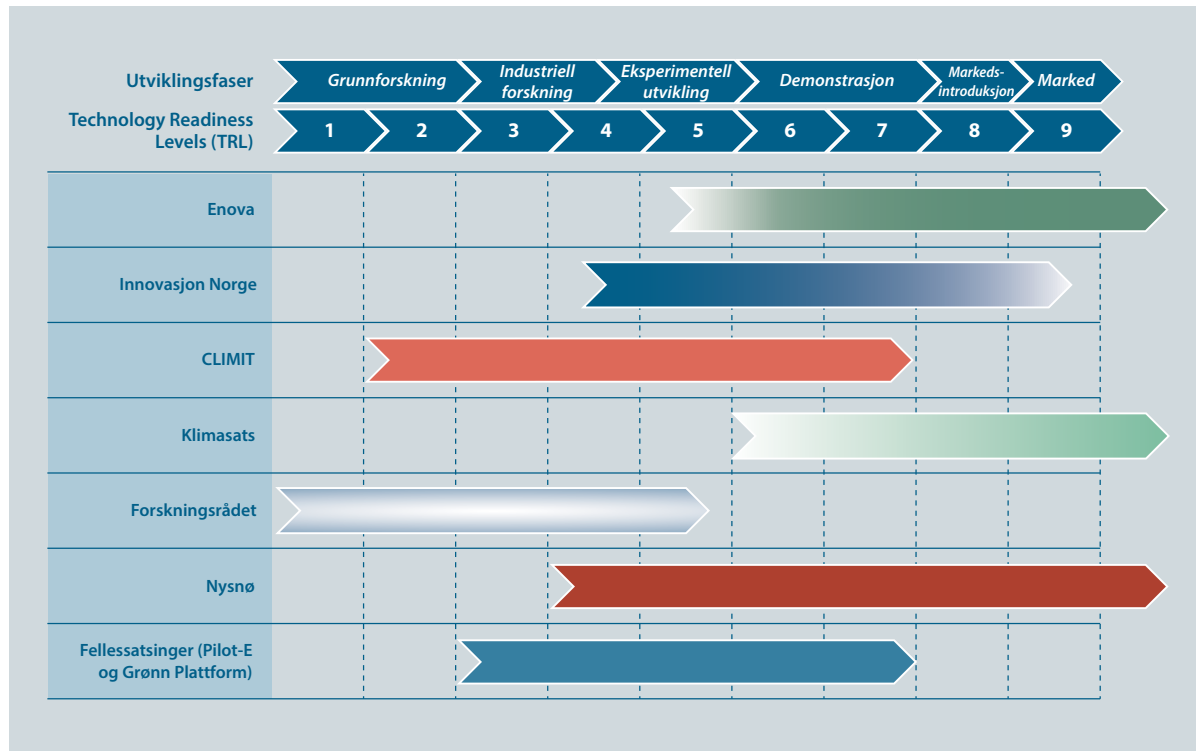
utslippskutt og som støtter investeringer i bruk av modne teknologier og kjente tiltak, som støtteordninger forvaltet av Enova og Klimasats. Så vidt utvalget vet er langsiktige indirekte virkninger ikke kvantifisert. Utslippseffekten av flere av de andre støtteordninger som utvalget har kartlagt er ikke systematisk vurdert og er i mindre eller liten grad kvantifisert. Dette gjelder ordninger forvaltet av Norges forskningsråd, klima- og miljørelevante støtteordninger under Innovasjon Norge og CLIMIT. Dette er ordninger som i større grad er rettet inn mot tidligere faser av teknologiutviklingen, hvor utslippseffekten først komme når teknologien eventuelt blir tatt i bruk. Det er knyttet usikkerhet til både størrelsen på utslippseffekten og når den eventuelt realiseres. Kostnadsvirkninger er generelt mindre belyst.

Innovasjon Norge³⁰ ber støttemottaker om å beregne potensiell utslippseffekt av prosjekter som mottar støtte der dette er mulig, og har en forenklet oppskrift (Innovasjon Norge, u.å.) som kan benyttes av søkere. Innovasjon Norge opplyser at i mange tilfeller er det vanskelig å vite hva utslippseffekten vil være, både fordi det avhenger av om produktutviklingen lykkes og antakelser om salg av produktet. Det gjøres også kvalitative vurderinger av utslippseffekten av enkelte ordninger, og flere av ordningene vurderes også etter andre formål enn utslippskutt, inkludert andre miljømål.

²⁸ Teknologisk endring er betegnelser på alle typer endringer som øker produksjonsmulighetene uten å øke faktorinnsatsen, som bedre produkter, prosesser og organisasjonsformer (NOU 2009: 16).

²⁹ Enova, Innovasjon Norge og Klimasats sin innplassering er basert på Bruvoll et al. (2018a). Bruvoll et al. (2018a) angir hvilket TRL-nivå relevante ordninger forvaltet av Enova og Innovasjon Norge er rettet inn mot. Figuren er en forenkling og er kun ment å illustrere hvilke TRL-nivåer de ulike forvalterne typisk dekker igjennom sine ordninger. For Norges forskningsråd og Nysnø er det sett hen til vurderingen i Prosess 21. Vurderingene er justert basert på innspill fra støtteforvalterne.

³⁰ Beskrivelsen er basert på Innovasjon Norge sine svar på spørsmål sendt på epost mars 2023.



Figur 8.1. Forvaltere av støtteordninger og støtteordninger etter hvilke nivåer av teknologisk modenhet (TRL) de er rettet inn mot. Kilde: Bruvoll et al. (2018a), Prosess 21 (2021) og innspill fra støtteforvalterne.

Når det gjelder Norges forskningsråd sine programmer er det gjort enkeltstudier innenfor noen sektorer, som inkluderer kvantifisering av utslippsvirkninger. Et eksempel er Iglebæk et al. (2018), som har evaluert virkningen av støtte til forskning på miljøvennlig energi og karbonfangst og -lagring. Et annet eksempel er Rystad Energy (2020), som har vurdert forskningsprogrammer rettet mot utvikling av teknologi til bruk i olje- og gasssektoren. I begge studiene er realiserte og potensielle utslippsvirkninger kvantifisert for enkelte prosjekter i programmenes portefølje. I Iglebæk et al. (2018) er det i hovedsak utslippseffekten fra teknologier i spredningsfasen (TRL-nivå 8-9), som er anslått.

Nysnø har siden oppstarten i 2018 estimert potensial for utslippsreduksjon i sine investeringer. De beregner unngåtte utslipp som følge av investeringene sine, og har beskrevet metoden de bruker i en egen metoderapport (Nysnø, 2023). Der skiller det mellom *realiserte* unngåtte utslipp (basert på faktisk kommersialisering av teknologien) og *planlagte* unngåtte utslipp (framoverskuende effekter basert på forretningsmodellen til porteføljeselskapene). De beregner utslippsreduksjoner knyttet til at selskapene de investerer i kan fortrenge annen, mer utslippsintensiv produksjon og/eller utvikler et produkt som kan bidra til utslippskutt dersom det tas i bruk i markedet. Utslippsbesparelsene forbundet med den nye teknologien er relativ til en referansebane uten teknologiens

besparende bidrag. Referansebanene som brukes er dynamiske, det vil si at det tas høyde for forventet utvikling i forhold som er antatt å påvirke utslippsutviklingen uten den nye teknologien. Nysnø justerer utslippsresultatene for sin eierandel i selskapene. Utvalget har ikke vurdert metoden i detalj.

En viktig kilde til informasjon i forvaltningens vurdering av støtteapparatet er resultatrapportering fra de som forvalter ordningene. Det kan være utslippsresultater eller andre indikatorer. Det er så vidt utvalget vet per i dag kun Enova som publiserer årlige utslippsresultater. Utslippsresultatet er basert på forventet utslippseffekt et normalt driftsår av alle nye kontraktfestede prosjekter gjennom året, korrigert for eventuelle rapporterte avvik eller kanselleringer i avtaleperioden for eksisterende prosjekter.³¹ Rapporteringen inkluderer ikke-kvotepliktige utslipp av klimagasser, men Enova informerer også om utslippsresultater fra kvotepliktige utslippskilder. Utslippsresultatet måles som differanse mot prosjektets antatte kontrafaktiske nullalternativ. For produksjon av fornybar energi (for eksempel biodrivstoff) baseres utslippsresultatet på utslipp fra den fossile energibæreren som biodrivstoffet kan erstatte i sluttbruk. Enova beregner også utslippseffekten av tiltak som gir forbedringer i produksjonsprosesser basert på informasjon om for eksempel forbedringer i effektivitet

³¹ Selv om Enova ikke rapporterer på kumulative utslipp, gir de prosjektene en levetid, dvs. det antall år tiltaket forventes å være i drift. ENOVA utarbeidet et datagrunnlag som tok hensyn til prosjektenes levetid i forbindelse med Miljødirektoratet og de andre etatene i etats samarbeidet utarbeidet et underlag til rapporteringen til FN og ESA til Klima- og miljødepartementet i 2022. Opplysningene om Enova sine utslippsberegninger er basert på Enova sin presentasjon for utvalget 3. februar 2023, notat sendt til utvalget i etterkant og svar på spørsmål på epost.

eller fangst av CO₂. Enova beregner ikke utslippseffekten av støtte til prosjekter som er begrunnet i reduserte livsløpsutslipp eller støtte til teknologiutvikling. Utløst innovasjonskapital, det vil si den delen av prosjektets investeringskostnader som finansieres ved andre kilder enn støtten fra Enova, brukes som målindikator for støtte til teknologiutvikling. Enova opplyser at det i hovedsak er de direkte utslippseffektene som beregnes. De beregner også prosjektets bedriftsøkonomiske tiltakskostnad (kr/tonn CO₂), både med og uten støttebeløp, men ikke andre samfunnsøkonomiske kostnader. For å måle ordningenes bidrag til markedsendring benyttes indikatorer, som omsetningstall for gamle og nye teknologier, prisutvikling med mer. De har informert utvalget om at de jobber med å utarbeide styrings- og rapporteringsmetodikk for bedre å kunne måle virkningene av programmene de forvalter på makronivå, inkludert markedsendringer. Blant annet jobber de med dekomponerings- og omstillingsanalyser for å belyse drivere for utslippsutviklingen og mulig utbredelse av fysiske tiltak som Enova støtter. Omstillingsanalysene er basert på ulike kilder til teknologi- og markedsinformasjon, inkludert resultater fra Miljødirektoratets tiltaksanalyser. I et innspill til utvalget opplyser Enova at tilgang til relevant og oppdatert utslippsstatistikk er avgjørende for å kunne måle effekten av klimavirkemidler, inkludert effekten av Enova som virkemiddel for utvikling og spredning av klimavennlig teknologi.³²

Miljødirektoratet har ikke rapportert på årlig utslippsresultat av Klimasats tilsvarende Enova, men gjennomførte i 2023 en effektvurdering hvor utslippseffekten av 43 prosent av prosjektene som fikk tilsagn om støtte i perioden 2016–2022 ble kvantifisert. Beregningene er i hovedsak basert på informasjon om aktiviteter fra kommunenes søknader og rapporter, samt omregningsfaktorer tilsvarende de som brukes i utslippsregnskapet og Miljødirektoratets beregningsmal (Miljødirektoratet, u.å.) for klimatiltak der de er egnet (Miljødirektoratet, 2023f). I beregninger av støtte til tiltak hvor kommunene legger til rette for mindre bruk av fossile kjøretøy, som utbygging av ladeinfrastruktur, bildeling eller sykkelparkering, er det gjort skjønsmessige antakelser basert på tilgjengelig kunnskap om hvordan tilretteleggingen påvirker aktørenes reisevalg. Eksempler på prosjekter der effektene ikke er kvantifisert er forprosjekter, areal- og transportplanlegging, en del prosjekter hvor kommunen tilrettelegger for at innbyggere og næringsliv kan kutte sine utslipp, samt prosjekter innen metodeutvikling og klimaledelse (Miljødirektoratet, 2023f). Rapporten inkluderer en kvalitativ vurdering av de ulike tiltakstypenes bidrag til langsiktige utslippseffekter gjennom omstilling i kommunene, blant annet basert på indikatorer på omstilling³³ og tidligere evalueringer av ordningen (se for eksempel Bruvoll et al. (2019) og Civitas et al. (2020)). Formålet med de fleste av prosjektene som Klimasats støtter er å legge til rette for langsiktig omstilling, slik at vurdering av støttens omstillingseffekt er en viktig del av informasjonsgrunnlaget.

I Regjeringens klimastatus og -plan (Særskilt vedlegg til Prop. 1 S (2022-2023)) er det anslått utslippseffekt av

endrede bevilgninger til Enova og Bionova. I begge tilfeller er det gjort sjablongmessige beregninger basert på rapporterte utslippsresultat fra prosjekter som har mottatt støtte fra Enova og resultater fra tiltaksanalyser fra enkelte tiltak som kan motta støtte fra Bionova (se også beskrivelse i delkapittel 7.2). Det er gjort utslippsberegninger av direkte utslippseffekter av enkelte andre tilskuddsordninger som underlag til Norges rapportering av politikk og virkemidler under FNs klimakonvensjon (UNFCCC) i 2022 (Klima- og miljødepartementet, 2023b). Til forskjell fra Klimastatus og -plan er det her anslått utslippseffekten av hele ordningen, det vil si sammenliknet med en tilstand uten ordningen. Utslippsberegningene er basert på utslippsresultater fra Enova og aktivitetsdata fra de andre ordningene i kombinasjon med andre kilder til bottom up-informasjon. Effektene fram til 2035 er basert på en antatt utvikling i framtidig støttetildeling. I rapporteringen vises det til at det er utfordrende å skille effekten av ordningene fra andre virkemidler og at enkelte av ordningene kan ha betydelige indirekte effekter via blant annet teknologisk spredning.

De senere årene er det gjennomført enkelte eksterne evalueringer av støtteordninger og støtteapparatet samlet. Menon Economics gjennomførte i 2018 en områdegjennomgang av de mest relevante støtteordningene i klimapolitikken (Bruvoll et al., 2018a). Evalueringen omfattet til sammen 41 støtteordninger under Enova, Innovasjon Norge, Landbruksdirektoratet, Gassnova, Klima- og miljødepartementet, Kystverket og Miljødirektoratet. Som del av evalueringen ble direkte utslippskutt og samfunnsøkonomiske kostnader per tonn reduserte CO₂-ekv. beregnet for omtrent halvparten av ordningene. Beregningene av utslippseffekter er basert på forvalternes egne beregninger (Enova og Kystverket), enkelte andre eksterne utredninger og utslippskoeffisienter fra litteraturen (Innovasjon Norge). Ordningene er også vurdert etter hvilken grad støtten er utløsende for prosjektene som støttes, om de bidrar til å redusere markedssvikt knyttet til teknologisk utvikling, innovasjon og nettverkseffekter og om det er overlapp med andre ordninger og virkemidler.

I tillegg er det gjennomført flere evalueringer av enkeltordninger. Blant annet gjennomførte Menon Economics en følgeevaluering av Klimasats i perioden 2026–2018 (Bruvoll et al., 2018b, 2018c og 2019), med vurderinger av innretning og virking på utslipp av klimagasser, inkludert addisjonalitet. Et annet eksempel er evalueringen av PILOT-E, som er en ordning etablert av Forskningsrådet, Innovasjon Norge og Enova rettet mot næringslivsaktører som vil utvikle og ta i bruk ny miljøvennlig energiteknologi (Grünfeld et al., 2020). Nevnte Iglebæk et al. (2018) og Rystad Energy (2020) er også eksempler på evalueringer.

Riksrevisjonen har nylig vurdert i hvilken grad Enova bidrar til reduserte klimagassutslipp og omstilling til lavutslippsamfunnet, men fokuserer primært på Enovas rolle som tilskuddsforvalter og vurderer ikke Enovas metoder for å dokumentere resultater (Riksrevisjonen, 2023). I rapporten pekes det imidlertid på manglende

³² Innspillet ble mottatt 21. januar 2022 og er publisert på TBU klima sin hjemmeside.

³³ Miljødirektoratet har utviklet et sett med indikatorer som representerer ulike sider ved hvordan prosjektet bidrar til omstilling. Indikatorene er basert på Civitas et al. (2020).

dokumentasjon av grunnlaget for å beregne tilskudd, inkludert forventede kostnads- og inntektsvirkninger.

I tilfeller der staten støtter større prosjekter direkte gjøres det samfunnsøkonomiske analyser av nytte- og kostnadseffekter, inkludert virkninger for utslipp av klimagasser. For investeringstiltak med forventet kostnad over 1 mrd. kroner stiller statens prosjektmodell krav til metodikk og ekstern kvalitetssikring. Statens fullskala demonstrasjonsprosjekt for fangst, transport og lagring av CO₂ (Langskip-prosjektet) er utredet i henhold til disse kravene, og det har blitt utredet både kostnader og utslippseffekter. Et av hovedformålene med prosjektet er å gi produktivitetseffekter for kommende prosjekter gjennom lærings- og skalaeffekter (Oslo Economics & Atkins, 2020). I analysene (se for eksempel Gassnova, 2020) verdsettes unngåtte CO₂-utslipp, og man forsøker også å verdsette læringseffekten. Dette gjøres ved å anslå kostnadsreduksjoner demonstrasjonsprosjektet bidrar med for framtidige CO₂-håndteringsanlegg. Beregningene er basert på tre hovedfaktorer: dagens kostnad, ulike antakelser om forventet global utbyggingsrate og forventet læringsrate. Forventet læringsrate er basert på en litteraturgjennomgang og kvalitativ analyse. Basert på kostnadsdata og antakelser i de ulike scenarioene for klimapolitikk som inngår i analysen, modelleres først den potensielle kostnadsreduksjonskurven for teknologien uten prosjektet som vurderes (som referansebane), deretter modelleres den samme kurven med det ekstra CO₂-håndteringsanlegget som utredes. Det gjøres ulike følsomhetsanalyser for antakelsene om blant annet global utbygging og læringsrate.

8.2.2 Vurdering av metoder og behov for videreutvikling

Prosjektanalyser

Prosjektanalyser, som i dag benyttes blant annet av Enova og Miljødirektoratet, kan gi nyttig informasjon om direkte utslippseffekter av kjente teknologier. Det er også relativt lite ressurskrevende å bruke disse som grunnlag for å vurdere effekten av endrede bevilgninger. I all bruk av estimerte/beregnete effekter basert på historiske data for å beregne framtidige utslippseffekter av endringer i støtteordninger må man gjøre en vurdering av hvor gyldige *ex post* analysene er i den nye situasjonen (også kjent som resultatenes eksterne validitet). En forutsetning for bruk av rapporterte utslippseffekter til å anslå utslippseffekten av endrede bevilgninger til Enova framover, er at fordelingen og effekten av støtten blir om lag uendret.

En fordel med å bruke informasjon på prosjektnivå og aggregere opp for å vurdere effekten av støtteordninger (*ex post* eller *ex ante*), er at det er mulig å utnytte detaljert informasjon om mange ulike prosjekter. Slik bruk forutsetter imidlertid at støtten er utløsende for tiltakene i prosjektene. Både Enova og Miljødirektoratet forsøker å innrette programmene slik at støtten er utløsende for prosjektene som gjennomføres. Miljødirektoratet (2023f) viser til at

det er en forutsetning for bevilgning av tilskudd at støtten er utløsende for prosjektet, men hva som ligger til grunn for disse vurderingene drøftes ikke i rapporten. I hvilken grad hele eller deler av prosjektet ville blitt gjennomført uten støtte avhenger av en rekke forhold, som kan være vanskelig å observere. I beregninger av støtte til tiltak som legger til rette for mindre bruk av fossile kjøretøy, som utbygging av ladeinfrastruktur, må det i tillegg gjøres antakelser basert på tilgjengelig kunnskap om hvordan dette påvirker aktørenes valg.

Dersom hele utslippseffekten tilskrives støtten fra et program, kan det skape utfordringer i forhold til dobbelttelling, om det er flere støtteordninger og/eller virkemidler som bidrar til å utløse samme utslippsreduksjon. I Miljødirektoratets (2023f) effektevaluering er hele den beregnede utslippsreduksjonen fra prosjekter som har fått støtte tilskrevet Klimasats fram mot 2030, og utslippsreduksjoner fra alle prosjektene fram til 2030 er summert. Enova opplyser om at i tilfeller der de støtter tiltak i mer enn ett ledd av en verdikjede (for eksempel samtidige program for støtte til produksjon av biodrivstoff og støtte til kjøretøy som går på biodrivstoff), resultatføres i hovedsak virkningen til ett av tiltakene for å unngå mulig dobbelttelling.³⁴ De legger den forventede prisbanen for CO₂-avgift (og kvotepris) til grunn i lønnsomhetsanalyser på prosjektnivå og i fastsetting av sjablongmessige støttesatser. Det er generelt utfordrende å skille bidraget fra de enkelte offentlige virkemidler fra hverandre, inkludert andre deler av støtteapparatet, som til sammen bidrar til utvikling av nye teknologier, for eksempel i ulike faser. Denne typen bottom up-analyser vil heller ikke bidra med informasjon om samspill mellom virkemidler.

Prosjektanalysene brukes i hovedsak til å anslå direkte utslippsvirkninger. De vil ikke fange opp indirekte utslippsvirkninger, som følge av eventuelle pris- og inntektseffekter, og vil ikke anslå kostnader knyttet til prisendringer og virkninger på knappe ressurser. Slike effekter kan blant annet medføre tilbakevirkninger via endret etterspørsel etter for eksempel transport- og oppvarmingstjenester som påvirker utslippseffekten. Videre vil de ikke kunne brukes til å kvantifisere den indirekte utslippseffekten av støtten på teknologiutvikling eller -spredning, som er sentrale formål for flere av ordningene.

For støtteordninger rettet mot mer modne teknologier er det rimelig å anta at de mer langsiktige, indirekte utslippseffektene er mindre viktige, og at de direkte utslippseffektene gir et brukbart anslag på den faktiske utslippseffekten. Et slikt eksempel kan være tilskudd til planting og gjødsling av skog, ungsogpleie og enkelte tiltak som støttes igjennom Landbrukets utviklingsfond, som forbedring av gjødsellager og drenering. Samtidig kan det i enkelte tilfeller være indirekte markedseffekter av betydning, som tilbakevirkninger via prisendringer, for eksempel ved støtte til energieffektivisering.³⁵

For å kunne innrette klimapolitikken effektivt er det behov for kunnskap om kostnadene knyttet til ordningene, og utslippsreduksjoner per krone. Det er mulig å anslå disse

³⁴ Dette er beskrevet i et notat som utvalget mottok fra Enova 16. februar 2023.

³⁵ Se for eksempel Bye et al. (2016).

med utgangspunkt i informasjon om offentlige og private kostnader og eventuelle andre nyttevirkninger som det er mulig å tallfeste. I praksis kan det være utfordrende å kvantifisere en del eksterne virkninger. Bruvoll et al. (2018a) beregner den samfunnsøkonomiske kostnaden målt per tonn reduserte utslipp for de støtteordningene der det er mulig. De legger til grunn at støtten dekker den privatøkonomiske merkostnaden ved prosjektet. Det offentliges kostnader inkluderer støttebeløpet, bortfalte avgifter som følge av at utslippene reduseres, forvaltningskostnader og skattefinansieringskostnader. I tillegg inkluderes anslag på enkelte andre nyttevirkninger. Beregningene omfatter ikke anslag på positive eksterne virkninger knyttet til utvikling og spredning av nye teknologier, som lærings- og nettverkseffekter. Forfatterne påpeker at ordninger som har relativt høye samfunnsøkonomiske kostnader per tonn reduserte utslipp likevel kan være samfunnsøkonomisk lønnsomme klimatilak dersom de kan forventes å ha tilsvarende positive eksterne virkninger. Et annet eksempel er Grünfeld et al. (2020) som i evalueringen av PILOT-E ordningen anslo de samfunnsøkonomiske kostnader for enkelte av prosjektene som hadde mottatt støtte.

Økonometriske metoder

I alle forsøk på å kvantifisere utslippseffekter av støtteordninger basert på resultatrapportering eller annen data *ex post* er vurderingen av addisjonalitet sentral. I økonometriske analyser av støtteordninger brukes ulike metodiske tilnærminger for å forsøke å identifisere kausale effekter av støtte på mottakernes atferd (se kapittel 5). Slike analyser kan gi informasjon om direkte utslippseffekter.

I tillegg til evalueringene og vurderingene av klimabegrunnede støtteordninger nevnt over, er det gjort en del norske empiriske studier av virkemidler rettet mot energieffektivisering og effekten av disse, som er oppsummert i Bye et al. (2016). Litteraturgjennomgangen viser at studiene av norske støtteordninger er basert på analyser av tverrsnittsdata, og at det ikke er gjort studier som bruker eksperimentelle eller kvasi-eksperimentelle metoder. Å gjennomføre randomiserte kontrollerte forsøk kan være både ressurskrevende og vanskelig av etiske hensyn. Hvis for eksempel lik tilgang til en støtteordning er viktig kan randomisert tilgang oppleves som problematisk. Hvis det er begrensede ressurser i en støtteordning og mange søkere kan dette være mindre problematisk. Serin et al. (2022) foreslår at man endrer fokus fra evaluering av eksisterende ordninger til bruk av randomiserte kontrollerte forsøk i gradvis uttesting av ulike alternative virkemidler før disse skaleres opp. Dette krever samarbeid mellom forvaltere av støtteordningene og forskere. Som nest beste løsninger kan andre kilder til tilfeldig variasjon i hvem som mottar støtte, eller analyser av paneldata, gjøre det mulig å få mer robust informasjon om effekter av støtte på mottakernes atferd.

For å vurdere effekter av støtte til teknologiutvikling ser man i forskningslitteraturen blant annet på effekter av støtte på investeringer (utløst kapital) eller ulike mål på innovasjon (som patenter) og andre utfall (ofte på bedriftsnivå). Selv om disse studiene sjelden kvantifiserer utslippseffekter kan de gi nyttig informasjon om hvorvidt

ordningene har en effekt på første steg (innovasjon) som er nødvendig for at ordningen i siste omgang skal ha effekter på utslipp.

Pless et al. (2020) diskuterer metodologiske utfordringer knyttet til å estimere effektene av støtte til lavutslippsteknologi i energisektoren. De refererer til en gjennomgang av litteratur fra 2015, som fant at kun 42 av 1700 artikler som analyserte effektene av støtte til teknologiutvikling (ikke bare lavutslippsteknologi), brukte robuste statistiske metoder. En sentral utfordring er å etablere en troverdig kontrollgruppe for å identifisere årsakssammenhenger mellom støtte og innovasjon. Forfatterne anbefaler å utnytte tilfeldig variasjon i hvem som mottar støtte eller ulike størrelser på støtten for å finne en troverdig kontrollgruppe, en strategi som er brukt i flere tidligere studier. Som et minimum anbefales det å samle inn data både fra støttemottakere og de som ikke mottar støtte for å sammenlikne resultatene. For nye støtteordninger kan delvis eller fullstendig randomiserte kontrollerte studier vurderes, mens for eksisterende ordninger kan implisitte eller eksplisitte kvalifikasjonsterskler brukes til å sammenlikne søkere like over og under terskelen. Til slutt anbefales det at tilskuddsforvaltere samarbeider med forskere ved å gi tilgang til vurderinger av søknader og annen data, som kan legges til rette for robuste vurderinger av effektene, og at man samler inn data som strekker seg over tid siden teknologiutvikling som regel tar tid. Forfatterne diskuterer også mulige nye indikatorer som kan kvantifisere effekter på innovasjon og markedsspredning, men ingen av metodene gjør det mulig å kvantifisere effekter på utslipp.

Strukturelle økonometriske modeller har også blitt brukt til å analysere støtteordninger, blant annet støtte til utbygging av ladenettverk i Norge. Springel (2021) ser på hvordan to forskjellige virkemidler har påvirket innføring av elbiler i Norge i 2010–2015: Direkte prissubsidier til konsumenter (gjennom fritak for merverdiavgift, registreringsavgift m.m) på den ene siden og direkte subsidier til oppretting av ladestasjoner på den andre. Modellen for etterspørsel etter biler av forskjellige slag gjør det mulig å simultant bestemme markedsandeler til de forskjellige bilene og etablering av ladestasjoner - med tilbakekobling fra etablering av ladestasjoner til etterspørsel etter elbiler, det vil si at man kan estimere dynamiske nettverkseffekter av etablering av ladestasjoner.

Bruk av modeller

Støtte til å ta i bruk kjente teknologier virker som en negativ avgift, og kan i prinsippet analyseres i modeller på lik linje med prissubsidier på lavutslippsløsninger, som elbilfordeler, gitt at aktivitetene som støttes er representert eller kan aggregeres opp til en aktivitet som er representert i modellen. Tilsvarende gjelder for støtte til produksjon av produkter som påvirker utslipp, for eksempel biodrivstoff. Det betyr at modellene som er omtalt i avsnitt 8.1.3 om prisvirkemidler rettet mot kjøp av kjøretøy, som SNOW-NO og IFE-TIMES-Norway, kan være aktuelle til analyser av støtte til slike investeringer. Nybilkjøpsmodellen til Transport økonomisk institutt (TØI) kan brukes til å analysere effekten av støtte til kjøp av personbiler. Avhengig av datatilgjengelighet kan det være

mulig å utvikle en liknende modell for å analysere støtte til enkelte lavutslipps næringskjøretøy. En utfordring er at for innfasing av nye teknologier, som for eksempel enkelte næringskjøretøy, er det generelt lite data. TØI har tidligere forsøkt å lage en kostnadsbasert valgmodell for lastebiler som en del av ITEM-prosjektet finansiert av Norges forskningsråd. Utfordringen med lastebiler er at det ikke foreligger markedspris, slik det gjør for person- og varebiler, siden lastebiler skreddersys til brukernes behov. Jordmod er et alternativ for å analysere ulike støtteordninger til jordbruksnæringen. Dette diskuteres nærmere i delkapittel 8.6.

De norske modellene utvalget har vurdert kan imidlertid ikke bidra med kunnskap om utslippseffektene/virkningene av støtte til utvikling av ny teknologi.³⁶ For å analysere effekten av denne typen støtte, er det behov for informasjon om sannsynligheten for om og når støtten fører til at det utvikles ny teknologi og effekten denne i så fall vil kunne ha på utslipp. Videre vil modellene ikke kunne si noe om mulige indirekte utslippseffekter av støtte til utvikling og implementering av lavutslippsløsninger, blant annet som følge av eventuelle lærings- og nettverkseffekter. Dette er markedssviker som per i dag ikke er modellert i noen av modellene. Det betyr at potensielt vesentlige utslippseffekter, også fra støtte til implementering av teknologier, ikke fanges opp.

I tilfeller hvor det er tilstrekkelig med gjennomsnittsberegninger for liknende støtteordninger mener utvalget at det kan være nyttig å bruke makro- og sektormodeller for å analysere indirekte markedseffekter, eller samspill med andre virkemidler, for en del typer støtte. Fordelen med å bruke modeller sammenliknet med prosjektanalyser er generelt at det kan gi informasjon om aktørens tilpasning til støtte, og at man kan se på samspill med andre virkemidler i modellen. Avhengig av modelltype kan man også fange opp indirekte virkninger som følge av inntekts- og prisendringer. Blant annet vil både SNOW-NO og IFE-TIMES-Norway fange opp virkninger som følger av at lavutslippstiltak kan påvirke etterspørselen etter kraft. En generell likevektsmodell som SNOW-NO vil i tillegg kunne fange opp vekselvirkninger med andre deler av økonomien og enkelte andre ressursbeskrankninger, som arbeidskraft (men ikke ulike typer arbeidskraft). Særlig i tilfeller hvor støtteordningen er av et visst omfang eller støtter aktiviteter som er integrert i resten av økonomien, kan slike indirekte kostnads- og utslippseffekter være av betydning. Siden modellen inkluderer skatter og avgifter vil modellen også fange opp kostnader knyttet til finansieringen av statlige bevilgninger til støtteordninger. Hvor treffsikker informasjon man får fra modellene avhenger, som i alle andre analyser, av det teoretiske og empiriske grunnlaget i modellene. Som beskrevet i 8.11 er det behov for mer kunnskap om hvilke parametere som er av størst betydning og hvor godt det empiriske grunnlaget for disse parametere er. Mer økonometrisk forskning på virkningen av støtte, som diskutert i avsnittet over, kan brukes til å forbedre det empiriske grunnlaget i modellene

og vurdere modellens treffsikkerhet. I likhet med bruk av resultater fra prosjektanalyser, må en ved bruk av modeller gjøre antakelser om den framtidige fordelingen av midler for de ulike støtteordningene.

Mange støtteordninger er rettet mot et bredt spekter av relativt smale aktiviteter, og hva som eksakt støttes kan variere fra år til år. Dersom man er ute etter informasjon om responsen i detaljerte enkeltaktiviteter, vil det være mindre aktuelt å bruke makromodeller som SNOW-NO, siden det vil være ressurskrevende å representere detaljerte atferdstilpasninger. Dette kan også til en viss grad gjelde sektormodellene. Generelt vil det være en avveining mellom økt detaljnivå på den ene siden og å ha en oversiktlig, transparent modell med et håndterlig inndatabehov på den andre siden. Dersom støtten er rettet mot smalere aktiviteter eller er av mindre omfang, vil de indirekte utslippseffektene som følge av samspill med andre markeder trolig være små. Merverdien av å bruke modeller framfor enklere, partielle metoder er da antakelig mindre.

Dersom aktivitetene som støttes ikke er representert i SNOW-NO, kan modellen likevel potensielt brukes ved å legge inn informasjon om direkte utslippseffekter og privatøkonomiske kostnader dersom slik informasjon finnes. Dette ble blant annet undersøkt av SSB i et oppdrag for TBU klima (Bye et al., 2021). Basert på erfaringen fra uttestingen konkluderte utvalget med at det kan være utfordrende og ressurskrevende å få en god representasjon av virkemidler rettet mot deler av en sektor med gjennomsnittsteknologi bestående av utslippsintensiv- og lavutslippsteknologi (TBU klima, 2022).

8.2.3 Anbefalinger for videreutvikling

Gjennomgangen over viser at det er en del viktige kunnskapshull i tilgjengelige metoder for å beregne utslippseffekter og kostnader for sentrale støtteordninger på klimaområdet. Med dagens tilnærming til rapportering og vurdering av utslippseffekt av støtteordninger basert på prosjektanalyser har man lite robust kunnskap om hvilke endringer i aktivitet ulike støtteordninger fører til. Utvalget mener derfor at det bør legges til rette for eksterne evalueringer og økonometriske studier av virkninger av støtteordninger der det er mulig og hensiktsmessig. Som et minimum bør det samles inn data både fra støttemottakere og de som ikke mottar støtte for å sammenlikne resultatene. For nye støtteordninger kan delvis eller fullstendig randomiserte kontrollerte studier vurderes, mens for eksisterende ordninger kan implisitte eller eksplisitte kvalifikasjonsterskler brukes til å sammenlikne søkere like over og under terskelen. Utvalget anbefaler også at det er transparens rundt hva forvalterne legger til grunn i vurderingen av addisjonalitet.

Utvalget mener det bør legges opp til en harmonisering av utslippsberegninger av støtte til tilsvarende tiltak som gjøres i Enova og andre institusjoner, og at informasjonen

³⁶ICT (Induced Technological Change)-modellen til SSB er et eksempel på en modell som har vært brukt til å modellere investeringer i FoU både innenfor energiteknologier og andre (generiske) teknologier (Bye et al., 2008). Modellen har blitt brukt til å analysere utvikling av karbonfangst og lagring. Siden mye av teknologiutviklingen skjer internasjonalt, er modellen ikke oppdatert.

samles på et sted. At det er forskjellige aktører som har ansvar for analysene og ulike metoder benyttes, kan bidra til at resultatene på tvers av analyser er mindre sammenliknbare. Bruvoll et al. (2018a) finner at det er stort spenn på tvers av støtteforvaltere og -ordninger når det gjelder i hvilken grad utslippseffekter beregnes og dokumenteres. Harmonisering vil gjøre det enklere å sammenlikne, kontrollere for overlapp og legge sammen utslippseffektene på tvers av ordningene. Utslippsrapporteringen bør skille mellom kvotepliktige og ikke-kvotepliktige utslipp, samt om utslippseffekten er i utlandet.

Utvikling og spredning av nye teknologier er helt sentralt for å nå langsiktige klimamål. Utvalget anbefaler likevel ikke å prioritere utvikling av modeller med endogen teknologiutvikling. Grunnen er at usikkerheten er stor og mye av den teknologiske utviklingen skjer internasjonalt. Med enkelte unntak er Norges bidrag til den globale teknologiske utviklingen beskjeden. Tilsvarende gjelder til en viss grad støtte til uttesting og implementering av nye teknologier, hvor støtten bidrar til læring igjennom å stimulere til videre produktutvikling internasjonalt. Støtten kan imidlertid også bidra til raskere innføring av nye teknologier i Norge ved å fjerne barrierer og bidra til lærings- og nettverkseffekter som følger av at flere tar i bruk en ny løsning.

Mye av den klimabegrunnede støtten, som mange av Enova sine programmer, er rette inn mot uttesting og implementering av ny teknologi og er begrunnet i ulike typer markedssvikt (utover klimaeffekten). Utvalget mener derfor at det er viktig å få økt kunnskap om disse virkningene. Det er knyttet betydelig usikkerhet til om støtten påvirker markedet på ønsket måte og det er kun en viss sannsynlighet for at gevinstene i form av kostnadsreduksjoner inntreffer. For store teknologiutviklingsstøttinger mener utvalget det likevel kan gi nyttig kunnskap å synliggjøre et mulig spenn i utslippsreduksjoner basert på ulike antakelser om for eksempel lærings- og nettverkseffekter. Nedre og øvre anslag for slike effekter kan beregnes basert på resultater fra eksisterende litteratur eller ekspertvurderinger, og kan belyse et mulighetsrom. Her kan man også benytte informasjon om utslippsreduksjonsmuligheter knyttet til teknologien som støttes, for eksempel fra Miljødirektoratets tiltaksanalyser. En forutsetning for en slik analyse er at det er mulig å anslå et rimelig intervall for læringsparametere eller andre parametere, som angir kostnadsutviklingen. En liknende øvelse er for eksempel gjort av Gassnova (2020), som omtalt over, hvor forventet læringsrate for CCS-prosjektet er basert på en litteraturgjennomgang og kvalitativ analyse. Basert på kostnadsdata og antakelser i de ulike scenarioene for klimapolitikk som inngår i analysen, modelleres først den potensielle kostnadsreduksjonskurven for teknologien uten prosjektet som vurderes (som referansebane), deretter modelleres den samme kurven med det ekstra CO₂-håndteringsanlegget som utredes. Det gjøres ulike følsomhetsanalyser for antakelsene om blant annet global utbygging og læringsrate.

Det finnes empirisk informasjon om læringskurver for mange ulike teknologier, inkludert lavutslippsteknologier (se for eksempel Grubb et al., 2021). Golombek et al. (2015)

peker på at de fleste empiriske studier av læringskurver ikke tar høyde for alle forhold som påvirker effektiviteten i produksjonsprosesser, og dermed blir estimatet på læringseffekten skjeve. Det vil trolig kreve en del ressurser å gjennomføre denne typen analyser på en skikkelig måte, og det vil derfor være mest relevant for større satsninger og viktige typer støtte. Siden det kan være vanskelig å isolere bidraget fra norsk støtte fra virkningen av teknologisk utvikling internasjonalt, bør slike analyser suppleres med en kvalitativ vurdering av hvordan støtten kan bidra til de langsiktige utslippseffektene. Utvalget anbefaler at dette, i likhet med ordningenes utløsende effekt (se over), utredes nærmere av en ekstern instans.

Det kan også være mulig å bruke modeller, som for eksempel SNOW-NO eller IFE-TIMES-Norway, til å lage scenarier basert på ulike forutsetninger om tiltakenes kostnadsutvikling, for eksempel basert på parametere for lærings- eller nettverkseffekter som diskutert over. Læringskurver er gjerne enklere å modellere enn annen endogen teknologisk utvikling. Ofte benyttes læringsrater fra tidligere teknologier som har vært gjennom modning (Bye et al., 2023). I Fæhn et al. (2020b) beskrives eksempler på globale rekursivt dynamiske CGE-modeller som modellerer effekten av læring. Jacoby et al. (2006) beskriver hvordan introduksjon og spredning av nye teknologier, som følge av for eksempel læring, kan modelleres i en CGE-modell som MIT EPPA og viser til at tilnærmingen i prinsippet kan brukes til å analysere effekter av ulike typer støtte. De argumenterer for at modellering av introduksjon og spredning av nye teknologier må gjøres med forsiktighet, blant annet fordi det er fare for overlapp med mer generelle teknologiparametere og substitusjonselastisiteter og fordi det er knyttet stor usikkerhet til de eksogene anslagene. Fordelen med å bruke modeller er at en vil kunne fange opp hvordan teknologienes antatte kostnadsutvikling påvirker virkningen av andre virkemidler i modellene.

Selv om det for en del typer støtte ikke er metoder som er egnet til å kvantifisere indirekte utslippseffekter fra teknologiutvikling og -spredning, bør man forsøke å dokumentere effekter av støtten på utfall som utløst kapital eller andre indikatorer. Også i disse vurderingene er det sentralt å benytte metoder som på en troverdig måte avdekker kausale effekter av støtten. Utvalget mener det også er viktig at det gjennomføres eksterne evalueringer som ser på hele støtteapparatet, og som vurderer om støtteordningene og støtteapparatet er hensiktsmessig innrettet.

8.3 Direkte reguleringer (forbud, påbud og krav)

8.3.1 Vurdering av metoder og behov for videreutvikling

Tiltaksanalyser og modeller

I forvaltningens utredninger av direkte reguleringer brukes i all hovedsak resultater fra tiltaksanalyser som kunnskapsgrunnlag. Eksempler er utredningen av forbud mot bruk av mineralolje til oppvarming av bygninger (Miljødirektoratet, 2017), forbud mot mineralolje på byggeplasser (Miljødirektoratet, 2018a), ulike utredninger av omsetningskravet for biodrivstoff (Miljødirektoratet 2018b, 2020) (Oslo Economics, 2021), samt utredninger av null- og lavutslippskrav i offentlige anskaffelser, som krav om kjøp av nullutslippskjøretøy.

Utslippseffekter, kostnader og andre virkninger anslås "bottom up" og det forsøkes som regel å ta hensyn til overlapp med andre virkemidler i analysene. I enkelte utredninger er det ikke beregnet utslippseffekter eller kostnader – disse er istedenfor basert på tidligere utredninger eller vurdert mer kvalitativt. Slike utredninger gir oftest ikke klare anbefalinger om konkrete direkte reguleringer, men bidrar som informasjonsgrunnlag. Usikkerhet om utslipps- og kostnadsvirkninger og eksterne effekter er ofte vurdert i utredningene, det samme gjelder fordelings effekter. Begrunnelsen for å bruke tiltaksanalyser er i mange tilfeller at det er behov for å utrede til dels detaljerte innretninger av direkte reguleringer.

En styrke ved bruk av tiltaksanalyser til utredning av direkte reguleringer er muligheten for å utnytte mer detaljert informasjon om utslippspotensial og teknologiske muligheter i smalere utslippssegmenter enn det som ligger inne i mer aggregerte modeller som eksplisitt modellerer atferd. Et eksempel på dette er krav til nullutslipp for ferjer og hurtigbåter, der man bruker utslippstall fra disse fartøyene spesielt, noe som modellene ofte ikke er detaljerte nok til å fange opp. Det er også mulig å inkludere detaljert informasjon om kostnader, herunder kostnadsspenn for ulike aktører. Bruk av detaljert informasjon kan også være nyttig for å få fram nyanser i innretningen på større reguleringer. Et eksempel er omsetningskravene for biodrivstoff (rettet mot henholdsvis veitrafikk, luftfart, innenriks sjøfart og ikke-veigående maskiner), som har forskjellige unntak, virkeområde, fleksibilitet og dobbelttelling, som påvirker virkningen av disse. Slike detaljer kan hensyntas i analyser basert på detaljert informasjon. Dersom det er forventet stor usikkerhet knyttet til enkelte forutsetninger, kan bruk av følsomhetsanalyser synliggjøre hvordan avvik fra forventningsverdien påvirker virkningene av en regulering. Metoden er også fleksibel med tanke på at ny teknologiinformasjon enkelt kan anvendes. 10. Der det er flere virkemidler rettet mot samme utslippskilde gjøres ekspertvurderinger av overlapp mellom virkemidlene for å unngå dobbelttelling. Den enkle metoden innebærer at forutsetninger og sammenhenger kanskje kan framstilles/tilgjengeliggjøres bedre enn for komplekse modeller

(transparens). Siden tiltaksanalyser oppdateres jevnlig, kan disse anvendes uten særlig ekstra ressursbruk i analyser av en del reguleringer.

Utvalget pekte i sin første rapport (TBU klima, 2019) på at det svært forenklet er mulig å si at prosjektbaserte analyser og tiltaksanalyser egner seg som utgangspunkt for å analysere effektene av ikke-insentivbaserte virkemidler (som regulering), mens likevektsmodeller egner seg bedre til å vurdere insentivbaserte virkemidler som treffer et stort antall aktører (som mange avgifter). Grunnen er at prosjektbaserte analyser ser bort fra atferdsrespons. I analyser av reguleringer er det rimelig å anta at aktørene tilpasser seg til kravene i reguleringen, og det er dermed lite usikkerhet knyttet til atferdstilpasningen. Samtidig må man i tiltaksanalyser også gjøre antakelser om aktørens atferd, som blant annet henger sammen med substitusjonsmuligheter, investeringshorisont, innfasing av ny teknologi, som for eksempel utskiftingstakt for kjøretøy, osv. Denne atferden kan i enkelte tilfeller være eksplisitt modellert i sektor- eller makromodeller, avhengig av aggregeringsnivået i modellen. Et godt empirisk grunnlag for antakelsene, for eksempel basert på økonometriske analyser av historisk atferd, er viktig uavhengig av hvilken metode som benyttes.

Tiltaksanalyser fanger heller ikke opp prisvirkninger, samspill med resten av økonomien og konsekvenser for samlet ressursbruk, som kan være en relevant svakhet i analyser av reguleringer som treffer mange aktører og er av stor økonomisk betydning. Omsetningskravene for biodrivstoff er et eksempel på en regulering hvor det er rimelig å anta at virkningen på drivstoffprisene har betydning for den endelige utslippseffekten, slik at den samlede effekten er en kombinasjon av økt andel biodrivstoff og lavere forbruk av drivstoff. Tiltaksanalyser kan brukes til å beregne den samfunnsøkonomiske kostnaden ved direkte reguleringer, men beregnet kr/ tonn inkluderer ikke alle kostnadselementer slik som nyttetap hos aktørene, noe som kan være av betydning ved reguleringer som bidrar til større forbruksendringer.. Siden tiltaksanalysene beregner gjennomsnittskostnaden ved de kostnadselementene som inngår, vil det også innebære at den marginale kostnaden er høyere enn tiltakskostnaden og at kostnaden kan variere over tid. Det innebærer at det normalt vil være enkeltaktører som står overfor høyere kostnad ved å gjennomføre tiltaket enn det tiltakskostnaden reflekterer. Hvor det er forventet å være betydelige forskjeller mellom aktører og/eller betydelig usikkerhet i selve beregningen, og hvor denne usikkerheten har vesentlig betydning for kroner/per tonn CO₂, viser Miljødirektoratet et spenn i tiltakskostnaden.

Om det er behov for andre metoder enn tiltaksanalyser for å analysere effekten av reguleringer, kommer an på type regulering og detaljeringsnivå. Ved regulering som påvirker et stort antall aktører eller en stor næring, hvor det er rimelig å anta at reguleringen vil påvirke priser og hvor det er utfordrende å få oversikt over substitusjonseffektene, kan modeller være et alternativ. Et eksempel på dette kan være reguleringer av petroleumsaktiviteten, som tildeling av letearealer. Dersom det er vesentlig å fange opp økonomiske samspill effekter eller endringer i konsumentenes nytte, vil en generell likevektsmodell

som SNOW-NO være bedre egnet enn tiltaksanalyser, gitt at reguleringen er på et aggregeringsnivå som er egnet for analyse i en makromodell. Forbud mot oljefyr og omsetningskrav for biodrivstoff er eksempler på reguleringer som kan modelleres i SNOW-NO.

En annen aktuell makromodell er Kvarts. En vesentlig fordel med denne modellen er at den fanger opp omstillingskostnader. I Aune et al. (2020) brukes Kvarts til å simulere virkningen på norsk økonomi av ulike typer politikk som reduserer norsk petroleumsaktivitet fra 2030 til 2050. Siden modellen ikke bestemmer produksjon og investeringer i petroleumsvirksomheten, må virkningen av endret politikk på aktivitetsnivået i sektoren legges inn eksogent. Aune et al. (2020) bruker FRISBEE til å anslå hvordan investeringer og produksjon på norsk sokkel påvirkes, mens KVARTS deretter brukes til å analysere ringvirkninger i norsk økonomi. Ettersom FRISBEE-modellen kanskje legges ned, vil SSB se på mulighetene for å modellere investerings- og produksjonsresponsen i Kvarts, men da vesentlig mer aggregert enn i FRISBEE. Petroleumsproduksjon kan antas eksogent eller endogeniseres i SNOW, men de endogene responsene i modellen er foreløpig lite utprøvd.

I likhet med støtteordninger kan lav- og nullutslippskrav i offentlige anskaffelser brukes for å støtte nye lavutslippsløsninger i markedsintroduksjonsfasen ved at det blir flere brukere av slike løsninger. Anskaffelsesutvalget (NOU 2023: 26) mener miljøkrav i offentlige anskaffelser kan spille en rolle i å fremme innovasjon av klima- og miljøløsninger, ved å skape forutsigbarhet for leverandører og bidra til at det er flere brukere av slike løsninger. De peker på utvikling av batteriferjer, energiløsninger i bygg og fossilfrie anleggsplasser som eksempler. I slike tilfeller vil lav- og nullutslippskrav kunne ha langsiktige indirekte virkninger igjennom for eksempel lærings- og nettverkseffekter, ved at aktørene får testet ut nye løsninger i praksis. Som beskrevet i delkapittel 8.2 er slike virkninger utfordrende å kvantifisere.

Mer generelle krav, som anskaffelseslovens krav om å redusere skadelig miljøpåvirkning og fremme klimavennlige løsninger i offentlige anskaffelser, vil være krevende å kvantifisere, da det vil variere fra anskaffelse til anskaffelse hva kravet innebærer. Dette gjelder også til dels andre krav som ikke innebærer bruk av en spesifikk løsning i Norge, som minimumskrav eller krav som gir indirekte utslippsreduksjoner i Norge eller i utlandet. Grieg et al. (2023) har beregnet klimafotavtrykket til offentlige anskaffelser for 2021. De viser at mesteparten av utslippene knyttet til offentlige anskaffelser av varer og tjenester ikke er fra selve produksjonen, men skjer lenger ut i verdikjeden, og da særlig i utlandet.

Økonometriske analyser

Det finnes også eksempler på økonometriske analyser av direkte reguleringer. Telle (2013) undersøker effekten av endring i overvåking og håndheving av miljøreguleringer i et naturlig felteksperiment som ble gjennomført i samarbeid med daværende Klima- og forurensningsdirektoratet (nå Miljødirektoratet). Det er vanskelig å identifisere den kausale effekten av håndheving av miljøregelverk fordi myndighetenes håndheving gjerne

avhenger av hvordan de oppfatter risikoen for at en bedrift bryter regelverket. Dermed kan man ikke sammenlikne utfall for bedrifter som er utsatt for streng kontroll med bedrifter som er utsatt for mindre streng kontroll, og tolke forskjellen som effekten av å håndheve reguleringen. I eksperimentet eksponeres et tilfeldig utvalg bedrifter for blant annet økt tilsynsfrekvens, og forfatteren ser på effekter av brudd på regelverket. Ettersom bedriftene ble tilfeldig valgt ut for å eksponeres for de ulike virkemidlene, er det ingen seleksjonsskjevhet som kan påvirke resultatene (når man kontrollerer for bedriftsgruppe), og utfallet for bedriftene kan sammenliknes med utfallet i kontrollgruppen for å identifisere den kausale effekten av virkemiddelet.

Et annet eksempel er Folgerø et al. (2020), som benytter data fra målestasjoner på luftforurensing, trafikk og vær for å estimere effekten av miljøfartsgrenser i Oslo. Dette ble innført på noen strekninger på en viss dato hvert år. Denne eksogene variasjonen i fartsgrensene ble brukt for å identifisere den kausale effekten på luftkvalitet. Abate et al. (2022) estimerer miljøeffekten av «trafikklys-systemet» for norsk havbruk som ble innført i 2017 blant annet ved å bruke et regression discontinuity-design. I internasjonal litteratur har regression discontinuity blitt brukt blant annet for å undersøke rebound-effekten ved innføring av standarder for mer drivstoffeffektive kjøretøy i USA (West et al., 2017).

Eksempelene viser at det også er potensial for å gjøre robuste, empiriske analyser av reguleringer, enten ved at forskere samarbeider med forvaltningen når reguleringen innføres, eller ved at man utnytter tilfeldig variasjon i utformingen eller innføringen av reguleringen for å få informasjon om effekter av reguleringen *ex post*.

Anbefalinger for videreutvikling

Utvalgets vurdering er at for analyser av reguleringer som treffer mindre utslippskilder eller helt konkrete deler av en næring vil en tiltaksanalyse gi et godt informasjonsgrunnlag for å vurdere utslippseffekter og kostnader. Tiltaksanalyser vil da trolig være et mer treffsikkert og mindre ressurskrevende alternativ enn større modeller. For analyser av direkte reguleringer av et stort antall aktører eller en stor næring, eller hvor det er vesentlig å fange opp samspill mellom reguleringer og tilbakevirkninger via priser, kan modellanalyser gi bedre informasjon forutsatt at modellen er disaggregert nok til å kunne fange opp effekten av reguleringen på en god måte.

Utvalget anbefaler at modeller som fanger opp pris- og samspillseffekter tas i bruk i utredning av bredere reguleringer hvor pris- og inntektsvirkninger kan være av betydning. Samtidig kan det være behov for detaljerte analyser som fanger opp nyanser i innretningen, som kan påvirke virkningen av reguleringen. I en del tilfeller vil ulike tilnærminger utfylle hverandre. Et eksempel hvor flere metoder brukes sammen er utredning av omsetningskrav, hvor Finansdepartementet supplerer Miljødirektoratets analyser med analyser av prisøkningen ved bruk av elastisitetsmodellen KAJA.

Videre mener utvalget at i de tilfeller hvor det er mulig å gjennomføre robuste empiriske analyser, kan slike analyser

bidra med informasjon om hvordan aktørene tilpasser seg krav og reguleringer, og mulige virkninger av disse. Blant annet kan forvaltningen legge til rette for empiriske analyser gjennom samarbeid med forskere når reguleringen innføres, der det er hensiktsmessig. Gjennomgangen over viser at det finnes flere eksempler på bruk av kvasi-eksperimentelle økonomiske metoder, som kan bidra til å gi kunnskap om de faktiske effektene av en regulering etter at den er gjennomført.

8.4 Informasjonsvirkemidler og dulting

En vanlig antakelse i klassiske økonomiske modeller er at alle aktører er såkalt rasjonelle, og at de har all informasjonen som trengs for å ta optimale avgjørelser. Når disse antakelsene ikke stemmer, skaper det markedssvikt.

Informasjonsbaserte/pedagogiske virkemidler har til hensikt å løse problemet med mangelfull eller asymmetrisk informasjon. Antakelsen er at økt kunnskap og at de ønskede handlingsalternativene blir lettere tilgjengelig vil gjøre at aktører tar mer optimale avgjørelser for seg selv og for samfunnet. For eksempel kan det tenkes at forbrukere ønsker å ta miljøvennlige valg, men at de ikke kjenner til miljøeffektene av alternative valg, eller at de er for vanskelig tilgjengelige. Et annet kan være at bedrifter ikke kjenner til tilgjengelige miljøvennlige teknologier. Eksempler på informasjonsvirkemidler er informasjonskampanjer og merkeordninger.

Selv når all informasjon er tilgjengelig kan individer av ulike grunner ta valg som ikke er optimale, både i henhold til individets egen vurdering av nytte-kostnad og/eller med tanke på samfunnsøkonomisk lønnsomhet. Ifølge atferdsøkonomisk teori kommer dette av ulike psykologiske «tankeskjevheter», som er systematiske feiloppfatninger mennesker gjør. Grønn skattekommissjon (NOU 2015: 15) viser til at tankeskjevheter, som nåtidsskjevhet, kan ha konsekvenser for optimal utforming av avgifter. For eksempel kan man argumentere for at avgifter bør settes høyere enn marginal skade, fordi man må kompensere for at aktørene legger for lite vekt på framtidige kostnader. Dette kan også være et argument for at kjøpsavgifter for biler virker sterkere enn drivstoffavgifter, eller for å bruke direkte reguleringer i stedet for miljøavgifter.

Dulting («nudging») er en type virkemidler som har til hensikt å rette opp ulike tankeskjevheter. Dulting er definert som intervensjoner i valgarkitekturen som styrer atferd uten å begrense alternativer eller endre relative priser, men ved å forutse og integrere menneskers kognitive begrensninger når de tar avgjørelser (Thaler & Sunstein, 2009). Et eksempel på en slik begrensning er begrenset rasjonalitet, som innebærer at individer ofte ikke har den kognitive kapasiteten som trengs for å evaluere nytten og kostnaden ved hvert valg de gjør, særlig ikke når avgjørelser skal tas under tidspress. Eksempler på dulting kan være endret standardalternativ («default»), eller andre endringer i hvordan informasjon presenteres, bruk av sosiale normer eller endring av fysiske omgivelser (som plassering av varer, eller tallerkenstørrelse i buffet). Dulting har blant annet blitt brukt av Skatteetaten for å forbedre rapportering i

skattemeldingen (Breivik et al., 2021). Merkeordninger, som energimerking av produkter eller klimamerkeordninger for mat kan også defineres som dulting.

Informasjonskampanjer og dulting vil altså være særlig relevante virkemidler i tilfeller der informasjonsasymmetri og tankeskjevheter er viktige barrierer for atferdsendring. I tillegg kan det være relevant når andre virkemidler, som regulering og avgifter, er lite politisk eller praktisk gjennomførbare, for eksempel fordi de vil oppleves som for inngripende i folks privatliv. Et typisk eksempel er virkemidler for utslippskutt i jordbrukssektoren. I Klimakur 2030 er kostholdstiltaket (overgang fra rødt kjøtt til plantebasert kost og fisk) og matsvinntiltaket beregnet til å være blant de mest kostnadseffektive tiltakene (Miljødirektoratet et al., 2020). Dette er et kontroversielt politikkområde, og informasjonsbaserte/pedagogiske virkemiddel kan oppleves som mindre inngripende og mer rettferdige enn for eksempel avgifter. Videre er forvirring blant forbrukere om hva som er et bærekraftig kosthold beskrevet som en viktig barriere for atferdsendring. Kostholdet styres i stor grad av vaner og verdier. I tillegg tas matavgjørelser ofte i situasjoner karakterisert av mye informasjon og tidspress. Matvalg er dermed i stor grad «automatisert», og folks kapasitet til å ta optimale valg kan være begrenset (Oliver, 2013). Dulting kan dermed være et aktuelt virkemiddel for å endre matvaner, og kan også brukes for å styrke effekten av andre virkemidler, inkludert avgifter (Carlsson et al., 2021).

8.4.1 Vurdering av metoder og behov for videreutvikling

TBU klima (2020) peker på at dulting og informasjonskampanjer er virkemidler som det er vanskelig å forutsi effekten av ved hjelp av standard økonomisk teori og modeller for *ex ante*-vurderinger (TBU klima, 2020). Årsaken er at disse modellene som regel ikke tar hensyn til markedssvikt og avvik fra antakelsen om rasjonelle aktører, og dermed ikke vil være i stand til å vurdere effekten av virkemidler som er rettet mot nettopp disse. For å estimere effekten av slike virkemidler brukes som regel ulike *ex post*-metoder, og ofte eksperimentelle eller kvasi-eksperimentelle metoder. Det foreligger få analyser fra Norge basert på felteksperimenter for å studere virkningen av informasjonsvirkemidler og dulting, og særlig få analyser av klimavirkemidler. Noen unntak er: Kallbekken et al. (2012), som undersøker effekten av energimerking av hvitevarer; Kallbekken & Sælen (2013), som undersøker effekten av ulike former for dulting for å redusere matavfall fra en hotellrestaurant; Tørnblad et al. (2014), som undersøker effekten av ulike former for dulting for å redusere bruk av privatbiler; og Slapø & Karevold (2019), som analyserer effekten av klimamerking av retter i en kantine ved hjelp av et felteksperiment. TØI har også gjennomført en evaluering av informasjonskampanjer på atferd og trafikkulykker, der kun evalueringer hvor det er benyttet kontrollgruppe eller referansegruppe i evalueringsdesignet inngår i databasen (Vaa et al., 2004). Ytreberg et al. (2023) har kartlagt dulting for å vri kjøp over på mindre utslippsintensive varer i nordiske nettbutikker for mat, og konkluderer med at det vanligste virkemiddelet er ulike former for informasjonsdulting. Dette til tross for at

andre typer dulting har blitt identifisert som mer effektive for atferdsendring i den internasjonale litteraturen. I den internasjonale forskningslitteraturen finnes det flere eksempler på studier som bruker felteksperimenter for å analysere effekten av ulike typer informasjonsvirkemidler og dulting på klimaområdet (Bergquist et al., 2021; Nisa et al., 2019).

En begrensning ved bruk av eksperimentelle og kvasi-eksperimentelle metoder for å vurdere effekter av informasjonsbaserte/pedagogiske virkemidler er at disse metodene kun kan benyttes etter at virkemiddelet er innført, altså *ex post*. I tillegg er felteksperimenter ressurskrevende. På den andre siden er det mulig å bruke felteksperimenter til gradvis uttesting og utforming av denne typen virkemidler, som gir bedre informasjon før virkemiddelet rulles ut i stor skala. Dette krever samarbeid mellom forvaltningen og forskere underveis i utformingen av et virkemiddel. Utvalget mener det bør legges bedre til rette for denne typen samarbeid for å sikre kunnskapsbasert utforming av virkemidler.

8.5 Infrastrukturtiltak

I dette delkapittelet gjennomgås metoder for utredning av infrastrukturtiltak. Infrastrukturtiltak har som oftest en klimaeffekt og utredning av disse tiltakene vil inkludere beregning av utslippseffekter. Utredning av infrastrukturtiltak har i tillegg andre formål, som å vurdere om tiltaket er samfunnsøkonomisk lønnsomt.

8.5.1 Vurdering av metoder og behov for videreutvikling

Transportsektoren

Infrastrukturtiltak i transportsektoren vurderes ved hjelp av transportmodeller og transportvirksomhetenes verktøy for samfunnsøkonomisk analyse. I arbeidet med *Nasjonal transportplan (NTP) 2025-2036* har transportvirksomhetene samarbeidet for å sikre konsistente og sammenliknbare analyser på tvers. Beregningene som gjøres til NTP bygger på mest mulig oppdaterte forutsetninger om befolkningsvekst, inntektsvekst og utvikling i kjøretøyparken. Normalt vil dette være de samme forutsetningene som i utslippsframskrivingene. Analysene av de ulike prosjektene er partielle og tar ikke hensyn til hvordan prosjektene påvirker hverandre, men det er også gjort analyser av samspillseffekter mellom infrastrukturprosjekter.

Ved mindre veiltak, som kan antas kun å medføre mindre og entydige endringer i reiserute anbefaler Statens vegvesen sin veileder at EFFEKT (som er vegvesenets verktøy for samfunnsøkonomiske nytte-kostnadsanalyser) brukes alene. Ved større tiltak, som antas å påvirke reisemønstret, brukes EFFEKT i kombinasjon med transportmodeller. Endring i transportomfang og transportmønster beregnes da i en av de fem regionale RTM-modellene eller en delområdemodell (DOM) i RTM utviklet for et mindre geografisk område. Hvis prosjektet er viktig for lange reiser kjører man i tillegg

den nasjonale transportmodellen (NTM6). Resultatene fra transportmodellene brukes i en trafikantnyttomodul for å beregne endringer i nytte for trafikantene (gående, syklende, kjørende og brukere av kollektivtransport). Endringer i nytte for kollektivselskapene (inntekter og kostnader) beregnes i en egen kollektivmodul.

EFFEKT inkluderer en klimamodul som kan brukes til å beregne og verdsette utslipp fra arealbruk, bygging, drift- og vedlikehold og endring i transportomfang. Klimagassberegningene tar høyde for utvikling av kjøretøyparken for veigående kjøretøy og sammensetningen av trafikkarbeidet over tid.

I Jernbanedirektoratets nytteverktøy ble det i forbindelse med NTP 2022-2033 bare beregnet endringer i utslipp fra endringer i transportmønster. Det er i all hovedsak snakk om reduserte utslipp som følge av overføring av trafikk fra vei til bane (Samferdselsdepartementet, 2020). SAGA, som er Jernbanedirektoratets nytte-kostnadsverktøy, inkluderer ikke utslipp fra areal og anleggsfasen, noe som til dels er inkludert i EFFEKT.

Kystverket benytter FRAM3 til å beregne endringer i CO₂-utslipp som følge av tiltak (for eksempel bedre merking eller fjerning av grunner) i farledene. I FRAM-modellen er det mulig å beregne endringer i CO₂-utslipp som følge av endret distanse og seilingsfrekvens).

Utslippseffekter er i større eller mindre grad innarbeidet og kan hentes ut som resultater gjennom bruk av metodene. Det er nå utviklet en ny metode for beregning av utslippseffekter fra arealer ved infrastrukturtiltak etter at dette ble varslet i inneværende NTP (Miljødirektoratet et al., 2022). Til NTP 2025-2036 har transportvirksomhetene, dvs. Jernbanedirektoratet, Bane Nor, Kystverket, Nye Veier, Statens vegvesen og Avinor levert oppdrag fra Samferdselsdepartementet og Nærings- og fiskeridepartementet, der de blant annet ble bedt om å oppgi utslippseffekter knyttet til arealbruksendringer.

Transportmodellene er i utgangspunktet godt egnet til å beskrive endringer i atferd som følge av endringer i transportinfrastruktur. Infrastrukturinvesteringer påvirker transportomfanget, for eksempel i form av mer trafikk, kortere reiseavstander og overføring av transport mellom transportformene. Transportmodellene er basert på svært detaljerte inngangsdata og gir tilsvarende detaljerte resultater. Et sentralt formål med utredninger av infrastrukturinvesteringer er å analysere endringer i konkrete vei- eller jernbanestrekninger. Verktøyene og modellene kan også brukes til å analysere mer omfattende forbedringer i infrastruktur, herunder analyse av flere infrastrukturprosjekter under ett. Verktøyene og modellene gir resultater som kan deles inn på mange måter, blant annet etter om utslippene er kvotepliktige eller ikke-kvotepliktige.

Det finnes ikke reelle alternativer til de verktøyene og modellene som brukes av transportmyndighetene for å utrede infrastrukturprosjekter i transportsektoren. TBU (2020) konkluderte med at dagens transportmodellssystem er godt egnet til å vurdere utslippseffekter av klimavirkemidler som primært har virkninger i transportsektoren. Dette gjelder virkemidler som f.eks.

samferdselsinvesteringer, endringer i kollektivtilbud og endringer i bompengetakster. I og med at verktøyene og modellene som brukes for analyse av transportsektoren er partielle modeller, er det imidlertid ikke mulig å bruke disse til å vurdere effekter av tiltakene i andre sektorer. I NTP 2022-2033 ble utslippsberegningene fra de enkelte infrastrukturprosjektene summert opp til ett anslag for den samlede utslippseffekten av transportplanen.

SNOW-NO kan brukes for å supplere analysene som gjøres med transportmodellene. En fordel med å benytte SNOW-NO er at man da kan få kunnskap om mulig samspill mellom sektorer som følge av et eller flere tiltak. For at SNOW-NO skal kunne brukes til å analysere effekten av investeringer i infrastruktur i samferdselssektoren direkte, må modellen videreutvikles. SNOW-NO kan i dag kun brukes til å si noe om utslippseffekten fra anleggsfasen, men kan ikke vise utslippseffekter som skyldes endret transportomfang etter at infrastrukturprosjektet er ferdig (driftsfasen). Utslippseffekter fra arealbruksendringer og utslippseffekter i driftsfasen, for eksempel som følge av økt eller endret transportbruk, må anslås som eksogene inndata (TBU klima, 2022). SNOW-NO vil ikke kunne skille mellom investeringer som fører til økte utslipp i driftsfasen gjennom økt biltrafikk, og andre investeringer som fører til lavere utslipp gjennom for eksempel veiinnkorting, annet enn via gjennomsnittseffekter. Dette skillet fanges eksplisitt opp av transportmodellene, noe som vil gi mer presise resultater.

SNOW-NO kan i prinsippet brukes til å analysere hvordan endring i veitilbudet påvirker omfanget av trafikkarbeidet ved å endre utvalgte produktivitetsparametere i modellen basert på informasjon fra andre studier (TBU klima, 2022). Et annet alternativ, som vil kunne fange opp samspill mellom sektorene, er å koble SNOW med transportmodellene ved å bruke output fra transportmodellene inn i SNOW-NO. På denne måten vil man kunne utnytte styrkene til de ulike modellene. SNOW-NO fanger opp samspill og likevektseffekter som ikke kan fanges opp med transportmodellene.

Etter utvalgets vurdering kan SNOW-NO i større grad enn i dag brukes til å supplere analysene av infrastrukturinvesteringer som gjøres med transportmodellene. Utvalget anbefaler å utforske mulighetene for å bruke resultater fra transportmodellene (for eksempel transportarbeid med ulike transportformer) inn i SNOW-NO.

Støtte til lade- og annen infrastruktur

Etablering av ladeinfrastruktur, særlig gjennom statlige støtteordninger, har vært sentrale virkemidler i klimapolitikken. Utbygging av ladeinfrastruktur har blitt utredet i flere omganger. Den siste av disse utredningene ble laget i forbindelse med framleggelse av Nasjonal ladestrategi. Statens vegvesen og Miljødirektoratet (2022) la fram et kunnskapsgrunnlag til strategien våren 2022. Her er behovet for offentlig tilgjengelige ladestasjoner vurdert ut fra forventet utvikling i elbilenes rekkevidde og innfasingen av nye nullutslippskjøretøy.

Enova har et eget støtteprogram for etablering av ladeinfrastruktur for tunge kjøretøy, og har tidligere støttet etablering av ladeinfrastruktur for personbiler og ferjer og

hurtigbåter. De beregner i liten grad utslippseffekten av støtte til ladeinfrastruktur. I effektevalueringen av Klimasats har Miljødirektoratet vurdert utslippseffekten av støtte til kommunal ladeinfrastruktur (Miljødirektoratet, 2023e), se delkapittel 8.2.

Transportmodellene er i liten grad tatt i bruk for å vurdere utbygging av ladeinfrastruktur.

Det er ikke bare utbygging av transportinfrastruktur som er relevante fra et klimaperspektiv. Bygg- og anleggssektoren inkluderer også byggeplasser (etablering av bygg) og infrastruktur relatert til vann, avløp og energi. Innenfor energiinfrastruktur vil kraftlinjer, CO₂-håndtering, gass og hydrogen være særlig relevante for vurdering i klimasammenheng. Utvalget har ikke vurdert metoder og modeller for vurdering av slik infrastruktur.

8.6 Virkemidler rettet mot jordbrukssektoren

Så vidt utvalget kjenner til har det blitt gjort få kvantitative analyser av utslippseffekter og kostnader av virkemidler rettet mot jordbrukssektoren, både på oppdrag fra forvaltningen og ellers. Et unntak er en analyse av effekter av avgift på produksjon og konsum av rødt kjøtt på oppdrag fra Grønn skattekommissjon (Mittenzwei, 2015). På oppdrag fra Miljødirektoratet og Finansdepartementet har det også blitt utarbeidet en beskrivelse av modellene Jordmod og CAPRI, med utslippsberegninger av karbonavgift og tilskudd til klimatiltak (Mittenzwei, 2018). To nyere analyser inkluderer vurdering av økonomiske virkemidler for å kombinere lavere klimagassutslipp med et aktivt jordbruk (Mittenzwei, 2021) og konsekvenser av økt budsjettstøtte til jordbruket, hvor beregninger av klimagassutslipp også inngår (Mittenzwei, 2022).

8.6.1 Vurdering av metoder og behov for videreutvikling

Jordmod

Den partielle likevektsmodellen Jordmod er sentral i de ovennevnte analysene. Utvalget anbefalte i sin rapport i 2020 (TBU klima, 2020) at Jordmod bør brukes til å anslå de langsiktige utslippseffektene av større endringer i jordbrukspolitikken, for eksempel i jordbruksoppkjørene/ framlagte statsbudsjett og i forbindelse med stortingsmeldinger og liknende. Modellen er egnet til å vurdere retning og styrke på effekter på utslipp og kostnader ved endringer i ulike virkemidler innenfor jordbrukssektoren. Dette inkluderer tollsatser, endrede tilskudd og avgifter, samt kvantitative reguleringer (for eksempel melkekvoter, krav til spredeareal for husdyrgjødsel). En ekspertgruppe vurderte i 2022 (Huso et al., 2022) at modellen representerer de viktigste tilskuddene over jordbruksavtalen: grunntilskudd, distriktstilskudd, driftstilskudd, areal- og kulturlandskapstilskudd og produksjonstilskudd for husdyr. En del tilskudd som påvirker produksjonsmetode er imidlertid forenklet representert i modellen, som tilskudd til økologisk jordbruk og tilskudd til klimatiltak. Modellen kan dessuten

beregne utslippseffekter, sysselsettingsvirkning og produksjonsvirkninger av utslippsbegrunnede virkemidler i jordbruket som for eksempel klimaavgift på norsk produsert rødt kjøtt, eller en forbruksavgift på rødt kjøtt (dvs. både norskprodusert og importert), samt for eksempel subsidier/ virkemidler for å stimulere til produksjon av biogass, bedre grovførkvalitet, bruk av klimavennlig kraftfôr m.m. Modellen kan også brukes til å analysere pakker av virkemidler, som en innføring av en eventuell avgift i kombinasjon med endringer i produksjonstilskudd eller regulering av produksjonen i næringen. Jordmod fanger per i dag ikke opp utslipp fra energibruk, og kan dermed ikke brukes til å vurdere effekter av virkemidler rettet mot for eksempel bruk av fossilt drivstoff i kjøretøy og maskiner som brukes i jordbruket. Energibruk inngår imidlertid i modellen, og dermed er det mulig å koble utslippskoeffisienter til energibruken for å beregne denne typen utslipp.

I utvalgets rapport fra 2020 (TBU klima, 2020) pekes det på at substitusjonsmuligheter i produksjonen i modellen er begrenset av at modellen stort sett er låst til eksisterende teknologi. Det er, med noen unntak, antatt faste forhold mellom innsatsfaktorer og produksjon. Dette kan føre til «hjørneløsninger» som følge av mangelfull representasjon av heterogenitet (i teknologi, avlingsnivåer, osv.), som igjen kan overvurdere aktivitetseffekten av endring i virkemiddelbruk. Tilpasning vil stort sett i modellen måtte skje ved overgang til andre driftsformer, andre brukstørrelser eller bruk i andre regioner, og ikke ved tilpasning i bruk av innsatsfaktorer innenfor én og samme brukstype. Kostnadsfunksjoner for enkelte definerte klimatiltak, som bruk av husdyrgjødsel til produksjon av biogass, bedre grovførkvalitet, miljøvennlig spredning av husdyrgjødsel og klimavennlig kraftfôr, er imidlertid spesifisert i modellen. Modellen vil da kunne si noe om samspill og kostnadseffektivitet av ulike virkemidler for å utløse disse tiltakene. I tillegg vil disse tiltakene inngå i substitusjonsmulighetene når en beregner virkningen av mer generelle virkemidler, som avgift på utslippsintensive matvarer.

Jordmod har en relativt enkel beskrivelse av etterspørselssiden med lineære etterspørselsfunksjoner karakterisert ved egenpris- og noen krysspriselasiteter for en representativ makrokonsument. Selv om modellen har blitt brukt til å modellere virkninger av avgift på forbruk av rødt kjøtt, kan det være behov for mer detaljert modellering av etterspørselssiden for å forbedre treffsikkerheten i analyser av denne typen virkemidler. Siden utvalgets rapport i 2020 (TBU klima, 2020) har det skjedd noe videreutvikling av modellen som kan ha betydning for hvor treffsikker modellen er i vurdering av virkemidler rettet mot etterspørsel. Blant annet skal helseeffekter av kosthold integreres i modellen i NFR-prosjektet Sustainable Eater (2021-2025), som kan være relevant for å vurdere kostnader ved virkemiddelbruken. I tillegg estimeres det nye etterspørselelasiteter basert på SSBs forbruksundersøkelser fra 2012 og tidligere. I den forbindelse vurderes det også å splitte opp konsumentene i flere grupper etter sosioøkonomiske kriterier.

I dokumentasjon av modellen fra 2018 (Mittenzwei, 2018) påpekes det at modellen kan brukes til å belyse

sammenhenger mellom bruk av ulike virkemidler og aktivitetsnivået i jordbrukssektoren, men at det i vurdering av resultater er retning og styrke på effektene det bør legges vekt på, og ikke eksakt nivå. Sammen med at modellen antar full faktormobilitet, bidrar dette til at modellen er lite egnet til å tallfeste utslippseffekter av små endringer i eksisterende ordninger/budsjettposter fra år til år.

I TBU klima (2020) vurderte utvalget at det er særlig nyttig med en detaljert sektormodell for jordbrukssektoren fordi målene i landbrukspolitikken er mange og motsetningsfylte, og virkemiddelapparatet er komplisert. Utvalget noterte også at analysemiljøet rundt modellen er lite og sårbart. Videreutviklingen av modellen som foregår i ulike forskningsprosjekter som er satt i gang etter 2020 viser imidlertid at det er relativt stor aktivitet rundt modellen i dag. Selv om miljøet i Ruralis, hvor modellen brukes i dag, er styrket, er kompetansen rundt Jordmod fortsatt sårbar.

For å analysere effekt av informasjonsvirkemidler rettet mot etterspørselssiden er modellen avhengig av eksogen informasjon. Som diskutert i avsnitt 8.4 vil informasjonsvirkemidler og dulting ikke kunne analyseres på en god måte i en modell med rasjonelle aktører med full informasjon. Denne typen virkemidler kan særlig være relevante for å påvirke etterspørsel etter utslippsintensive matvarer, eller for å motvirke matsvinn. Informasjon fra uttesting av virkemidlene ved hjelp av felteksperimenter kan videre brukes i Jordmod for å vurdere effekter av oppskalering av virkemidlene ved å legge inn endring i etterspørsel eksogent i modellen.

Modellering av jordbruk i SNOW

Utvalget har tidligere pekt på at det er behov for en finere inndeling av jordbrukssektoren i SNOW-NO for å få en god modellering av utslippsreduksjonsmuligheter. Utslipp fra energibruk i jordbruket kan reduseres ved substitusjon mellom energivarer i SNOW-NO, men disse utgjør kun en liten andel av næringens totale utslipp i 2021 (se Regnskapsgruppen for klimaavtalen mellom jordbruket og staten, 2023). Mesteparten av utslippene er knyttet til dyrehold og gjødsling. SNOW-NO skiller per i dag ikke mellom produksjon av varer med ulike utslippsintensitet (animalske produkter versus plantebaserte produkter) og utslipp utover energirelaterte utslipp er modellert proporsjonalt med produksjonen og ikke knyttet til bruken av innsatsvarer i produksjonen. Det kan være vanskelig å få til forbedret modellering i SNOW-NO gitt inndelingen i nasjonalregnskapet. Dermed vil SNOW-NO være lite egnet til å vurdere virkemidler som påvirker produksjons sammensetningen. Jordmod har en detaljert modellering av jordbruksproduksjon, men fanger ikke opp eventuelle samspillseffekter via faktor- og varemarkeder med andre deler av økonomien. Det vil variere hvor viktige samspillseffekter er for ulike analyseformål. For å fange opp eventuelle samspillseffekter mellom jordbruket og andre næringer kunne det vært mulig å koble de to modellene eller bruke dem i samspill. Siden det er stor geografisk variasjon i jordbruksproduksjonen kan man imidlertid se for seg at det er mer nyttig å koble Jordmod med en makromodell med geografisk inndeling, for eksempel for å fange opp forskjeller i virkninger på lokal sysselsetting.

CAPRI

CAPRI er i likhet med Jordmod en partiell likevektsmodell, men den er utviklet for å modellere landbrukspolitikken i EU. Den har derfor mindre detaljert modellering av norsk jordbruk enn Jordmod, og ble vurdert som mindre egnet i utvalgets rapport fra 2020. Samtidig har modellen noen styrker som kan være relevante for videreutvikling av Jordmod. For eksempel er metoden for utslippsberegninger noe mer detaljert, ved at utslippsintensiteten påvirkes av flere variable (forsammensetning, dyrenes energibehov, gjødslingsintensitet og nitrogenkretsløp), og tilpasningen er derfor i større grad endogen bestemt. En tilsvarende løsning kan være mulig å bruke i Jordmod. Det er også et mer detaljert oppsett i CAPRI for å implementere klimatiltak. Vurderingen i rapporten fra 2018 er at CAPRI kan være en relevant modell i den grad norsk klimapolitikk for jordbrukssektoren blir mer lik politikken i andre europeisk land, slik at det er relevant å sammenlikne effekter på tvers av land.

8.6.2 Anbefalinger for videreutvikling

Overordnet står utvalgets anbefaling fra 2020 om at Jordmod bør brukes til å anslå de langsiktige utslippseffektene av større endringer i jordbrukspolitikken seg godt. Gitt inndelingen i nasjonalregnskapet er det vanskelig å gjøre SNOW-NO disaggregert nok til å fange opp vesentlige tilpasninger. Jordmod kan dekke flere av analysebehovene, men ikke alle. Forvaltningen mangler metoder for å beregne utslippseffekter av endringer i virkemiddelbruk på kort sikt. Det foregår modellutvikling som kan være relevant for å møte dette analysebehovet, blant annet et modellsystem for enkeltbruksmodeller, FarmDyn, som kan brukes til å vurdere tilpasninger til økonomiske insentiver på gårdsnivå. Et annet forslag er å utnytte data fra søknader om produksjonstilskudd, som gir detaljert informasjon om tilskudd, areal og antall husdyr, kombinert med utslippskoeffisienter, for å anslå utslippseffekter av virkemiddelbruk på kort og mellomlang sikt.

Utvalget anbefaler at forvaltningen følger opp modellutvikling som pågår og initiativ til modellutvikling for å sikre metodeutvikling i tråd med sine analysebehov. Dette gjelder også videreutvikling av Jordmod, hvor det kan være potensial for at modellen i større grad tas i bruk i forvaltningen, for eksempel i forbindelse med utslippframskrivninger (se kapittel 7). Alle modellene som eksisterer eller er under utvikling vil være avhengige av ekstern informasjon om effekter av informasjonsvirkemidler eller dulting rettet mot etterspørsel etter jordbruksprodukter. Her viser vi til anbefalingene i delkapittel 8.4.

8.7 Virkemidler rettet mot skog- og arealbrukssektoren

Skog- og arealbrukssektoren omtales særskilt her i et eget delkapittel, fordi det gjerne er andre typer metoder for virkemiddelanalyser av påvirkning på karbon i jord og biomasse enn for fossil energibruk. All virkemiddelbruk som

påvirker arealpriser eller påvirker arealbruksmulighetene vil kunne gi utslipp eller opptak i arealbrukssektoren. I tillegg vil virkemidler som endrer omfang eller praksis av skogbruk påvirke netto-opptak i skogbrukssektoren. Utslipp og opptak i skog og arealbruk henger også sammen med andre miljøvirkninger, som påvirkning på naturmangfold. Det er derfor overlapp i metode og datagrunnlag for å analysere klimaeffekter og miljøvirkninger.

For **prisvirkemidler** viser Handberg et al. (2023) at det per i dag typisk ikke gjøres kvantitative analyser av virkninger av avgifter, subsidier eller andre prisvirkemidler på utslipp og opptak i skog- og arealbrukssektoren i Norge. Det er heller ikke tilgjengelige modeller for å gjøre slike analyser av prisvirkemidler i Norge. Miljødirektoratet har laget et faktagrunnlag for en mulig avgift på klimagassutslipp fra arealbruk (Miljødirektoratet, 2021). Utredningen inkluderte innledende vurderinger på måloppnåelse og administrative konsekvenser av ulike avgiftsinnretninger, men det ble ikke gjort kvantitative analyser. Det er også gjort utredninger av naturavgift, men ikke kvantifisering av virkninger (se omtale i NOU 2015: 15 og NOU 2022: 20). Blant mer spisset virkemiddelbruk, har Miljødirektoratet (2018c) også utredet virkemidler for utfasing av uttak og bruk av torv, en særlig utslippsintensiv aktivitet (Søgaard et al., 2023). Utredningen kvantifiserte ikke mulige virkninger av virkemidlene, men regjeringens *Klimaplan 2021-2030* (Meld. St. 13 (2020-2021)) spesifiserer at det skal utredes en avgift for uttak av torv og det vurderes et forbud mot å åpne nye områder for torvuttak.

For **klimarelevante støtteordninger** vurderer Handberg et al. (2023) og Søgaard et al. (2023) at det er gjort få virkemiddelanalyser. Det er gjennomført enkelte analyser av effekter av tilskudd i skogbruket (Miljødirektoratet et al., 2014; Landbruksdirektoratet et al., 2021), men disse fokuserer i større grad på tiltaket (gjødsling) enn i hvilken grad tilskudd fører til tiltak. Klimasats gir støtte til kompetanseheving for klimavennlig areal- og transportplanlegging. I effektvurderingen av tilskuddsordningen er ikke klimaeffekten av de støttede prosjektene kvantifisert, fordi arealplanlegging går over lengre tid og effektene av det og andre faktorer på utslipp og opptak er vanskelig å skille (Miljødirektoratet, 2023f).

For **direkte reguleringer** har Miljødirektoratet utviklet et Excel-verktøy (regneark) for å vurdere hvordan ulike kommunale planforslag gir ulike klimaeffekter. Metoden er beskrevet i Miljødirektoratets (2023g) håndbok om konsekvensutredning av klima og miljø (M-1941). Handberg et al. (2023) fant imidlertid ikke eksempler på virkemiddelanalyser av hvordan statlige føringer påvirker kommunenes arealplanlegging, og dermed relevante klimaeffekter, eller hvordan statlige reguleringer påvirker etterspørselen etter areal. Klimaeffekten av skogvern er vurdert av Miljødirektoratet et al. (2016), som konkluderer at det ikke er grunnlag for å vektlegge vern av norsk skog som klimatiltak, men at det kan bidra til andre formål, som naturmangfold og friluftsliv (se også Miljødirektoratet & Landbruksdirektoratet (2021)). Miljødirektoratet (2022e) ga også et faglig grunnlag for å vurdere mulige virkemidler for å hindre eller redusere nedbygging av myr, inkludert forbud, avgift og skjerpede krav i arealplanleggingen. Mulige klimaeffekter ble drøftet. Ingen av nevnte

utredninger kvantifiserer mulige klimaeffekter av vernetiltak.

For **infrastrukturtiltak** har transportvirksomhetene og Miljødirektoratet (Miljødirektoratet et al., 2022) utviklet en omforent metode for å beregne klimaeffekter av vei- og jernbaneutbygging i Nasjonal transportplan. Det ble rapportert på klimagassutslipp fra arealbruksendringer i henhold til denne metoden i NTP 2025-2036. Det ble ikke rapportert på utslipp fra karbonrike arealer i kystnære miljø eller ferskvann. For energiproduksjon og -distribusjon har NVE illustrert overnevnte metode for utbygging av vindkraft (NVE, 2023). Det er også gjort noen overordnede analyser av hvordan framtidig fornybarsatsing vil kreve mer areal (se for eksempel Statnett (2023), s. 38). Utvalget er imidlertid ikke kjent med virkemiddelanalyser hvor utslipp og opptak fra arealbruksendringer er kvantifisert i forbindelse med energiinfrastruktur.

NIBIO (Søgaard et al. 2023) oppsummerer at det er relativt få helhetlige virkemiddelanalyser som vurderer klimaeffekter. Særlig er det krevende å vurdere brede virkemidler av

betydning for flere sektorer. Det er spesielt tilfelle for regelverk som følger av EUs grønne giv, men også som følger av nasjonal politikktutvikling. I boks 8-2 oppsummerer vi innspill NINA (2023a) har gitt til rapporten.

Det foregår relevant metodeutvikling. Enkelte generelle likevektsmodeller videreutvikles for å endogenisere arealbruk. Fæhn et al. (2020b) går gjennom ulike elastisitetstilnærminger for å knytte økonomisk aktivitet til arealetterspørsmål. Ulike tilnærminger er egnet for ulike tidsperspektiv og legger i ulik grad fysiske beskrankninger på mengden areal. Modellapparatet «MIT Economic Projection and Policy Analysis (EPPA)» (Chen et al. 2022) kobler økonomisk aktivitet til arealbruksendringer for å anslå kostnads- og utslippseffekter. Modellen bruker inndelingen dyrket mark, beite, skog og åpen fastmark, og legger til grunn at omgjøring av areal medfører endringer i produktivitet som er lik gjennomsnittet i regionen. Dette gjøres gjennom en egen arealbruksendringfunksjon, som også tar hensyn til innsatsfaktorer som trengs for å få til arealbruksendringen, som energi og arbeidskraft.

Boks 8-2:

Oppsummering av innspill fra NINA (2023a) på NIBIOs rapport til utvalget (Søgaard et al. 2023)

NINA løfter i sitt innspill særlig opp at rammeverk, metoder og rapportering bør være konsistent på tvers av klima- og miljøtema. For eksempel vises det til at arealbrukskategoriene som brukes for utslipp og opptak i skog- og arealbrukssektoren ikke gjenspeiler arealinndelinger i hoved-økosystemer og naturtyper som brukes av miljøforvaltningen i andre sammenhenger, som internasjonal bærekraftsrapportering av aktiviteter knyttet til arealbruk, forurensning og naturpåvirkning.

For virkemiddelbruken skriver NINA at landbrukssektoren behandles i stor grad. Samtidig peker NINA på enkelte aktiviteter og virkninger som ikke behandles i like stor grad. Det vil være relevant med nærmere informasjon om omfanget av nydyrking av myr, før og etter forbud, og hvor mye areal som omfattes av innvilgede dispensasjoner. NINA peker videre på at det foregår betydelig opprensning av gamle grøfter i enkelte fylker, og at det er relevant med informasjon om effekt av skogsveibygging på hydrologi og videre på nedbrytingen av organisk materiale. Videre behandles skogbrukets økonomiske ringvirkninger, mens virkninger av påvirkning av naturverdier og vannmiljø ikke er tilsvarende dekket.

NINA peker også på at annet utbyggingspress, som energi og samferdsel, behandles i mindre grad enn landbruket. Også virkninger av forvaltning av ulike typer økosystemer med konsekvenser for opptak og utslipp behandles også i mindre grad.

For datagrunnlag påpeker NINA i en ny rapport at det ikke finnes tilfredsstillende registreringer av karbonrike arealer i dag, at kartgrunnlaget for økosystemer i Norge har lav nøyaktighet, og at det ikke finnes nok data om karbonlagrene i de ulike økosystemene. Dette inkluderer både skog og jordbruksareal (NINA, 2023b). NINA viser også til at arealet av myr generelt er underestimert i eksisterende kartgrunnlag (Bakkestuen et al. 2023). Annen utmark (med lite vegetasjon) angis også uten signifikant karbonbeholdning, men NINA er usikre på om dette også gjelder slike områder med permafrost.

NINA skriver at åpne og georefererte data fordrer at dataene fra Landsskogtakseringen blir åpne, noe som vil kreve praksisendringer i landbrukssektoren. Det vises også til mulighetene som ligger i metodeutvikling knyttet til økt bruk av sanntidsdata og overvåkingsdata fra fjernmåling. Det er utviklet metoder for kartlegging og estimering av areal i Norge ved bruk av en kombinasjon av satellittdata, bakkesannheter og maskinlæringsmetoder, for eksempel av myr.

For konkrete modellverktøy, så peker NINA på at Jordmodellen Yasso07 er kalibrert på et stort globalt datamateriale, men ikke norske data. Det vises også til NINAs egen myrkalkulator, CarbonViewer, som beregner og visualiserer mengde karbon i torvlaget for et gitt areal av myr (Kyrkjeeide et al. 2023).¹

¹ <https://carbonviewer.nina.no/>

Arealbruksendringer som følger av endringer i praksis tas også hensyn til i noen grad, slik som drenering, gjødsling, gjerder og jordbearbeiding. Modellen inkluderer også en forenklet verdiangivelse på ikke-bruksverdier i natur som ikke brukes for produksjon. Chen et al. (2022) vurderer selv at modellen er godt egnet for analyser på lengre sikt, hvor etterspørsel etter enkelte arealtyper kan øke betraktelig.

Metodene som benyttes i Norge i dag til framskriving av utslipp i arealbrukssektoren egner seg i liten grad til eksplisitt analyse av endring i virkemidler. Det er mulig å legge inn effekt av endring i virkemidler som direkte påvirker arealbruk, som for eksempel et konkret forbud mot nedbygging av myr eller eksogen informasjon om effekt av virkemidler på arealbruk, som tilskudd til tettere planting og nitrogengjødsling. For å forstå effekter av økonomiske virkemidler på arealbruk er det i tillegg behov for koblinger mellom arealpriser og arealletterspørsel (elastisiteter).

Utvalgets vurdering er at det i skog- og arealbrukssektoren særlig er behov for økt innsikt i sammenhengene mellom utviklingen i ulike næringer og etterspørsel etter ulike typer areal, for å analysere økonomiske virkemidler som naturbruksavgift og CO₂-avgift. På sikt ville det vært nyttig med et modellapparat som fanger opp virkninger av økonomisk aktivitet på utslipp og opptak fra skog- og arealbrukssektoren, og som gjør det mulig å analysere virkningen av insentivbaserte virkemidler. Et første steg kan være å lage enkel ettermodell til SNOW-NO. Det vil også legge til rette for å vurdere effekter av brede virkemidler med betydning for flere sektorer, for eksempel som følge av regelverk knyttet til EUs grønne giv. Utvalget anbefaler at det følges med på modell- og metodeutviklingen i andre land. For eksempel inkluderer det danske modellsystemet GreenREFORM en egen utslippsmodul for skog- og arealbruk, men denne har foreløpig ikke vært koblet til modellsystemet. Det er også planer om å videreutvikle den svenske CGE-modellen EMEC til å fange opp utslipp og opptak fra skog- og arealbrukssektoren.

8.8 Samspill mellom virkemidler

Når flere virkemidler skal analyseres sammen, enten som en virkemiddelpakke, eller for å undersøke effekter av å introdusere ytterligere virkemidler rettet mot utslippskilder som allerede er regulert, bør man i analysen forsøke å fange opp mulig overlapp og samspill mellom virkemidlene når man vurderer utslippseffekter og kostnader.

For å vurdere eventuelt overlapp mellom nye/forsterkede virkemidler og eksisterende virkemidler må virkningen av eksisterende virkemidler ligge inne i referansebanen. Det er en fordel om samme metode både kan brukes til å analysere eksisterende og nye virkemidler, slik at man kan analysere alle endringer simultant. Dersom utslippsframskrivingen brukes som referansebane, skal i prinsippet virkningen av allerede vedtatt politikk ligge inne. En utfordring i analyser av virkemidler rettet mot mindre utslippskilder er at framskrivingen ikke gir detaljert nok informasjon, og at man da må gjøre tilleggsvurderinger av virkningen av eksisterende politikk i den aktuelle utslippskilden. For at analysene skal være sammenliknbare på tvers er det en fordel, uavhengig av metode, om referansebanen

i størst mulig grad er konsistent med den offisielle utslippsframskrivingen. Det bør også være transparens om sentrale forutsetninger, inkludert hvordan eksisterende virkemidler er tatt høyde for i referansebanen og hvordan man vurderer overlapp og samspill mellom eksisterende og nye virkemidler. For modeller og metoder hvor det ikke er mulig å analysere virkningen av flere virkemidler samtidig, bør det etableres rutiner for hvordan overlapp håndteres, noe som diskuteres i kapittel 7.

I den grad det er virkemidler som påvirker hverandre bør disse ideelt sett simuleres i samme modell for å fange opp samspill mellom disse. Hvilke modeller som vil være best egnet (makromodeller eller sektormodeller) avhenger av hvilke kombinasjoner av virkemidler som skal analyseres og formålet med analysen. CGE-modeller er spesielt utformet for å fange opp kostnader ved slike samspill. De ulike virkemidlene må være representert i modellen, og det samme gjelder utslippskilder som særlig påvirkes. Elastisitetsmodeller er mindre relevante i analyser av kombinasjoner av virkemidler, men vil kunne fange opp samspill mellom prisvirkemidler dersom de inkluderer relevante krysspriselastisiteter. Slike er ikke inkludert i KAJA i dag, men kan innarbeides dersom det finnes troverdige estimater.

Enkelte typer virkemidler er utfordrende å analysere i *ex ante*-modeller. Det kan være fordi virkemiddelet er rettet mot smale utslippskilder eller aktiviteter som inngår i et aggregat i modellen eller vesentlige virkninger av virkemiddelet ikke er representert i modellen. Disse er derfor også utfordrende både å sammenlikne og å analysere i samspill med andre virkemidler. Dette gjelder særlig støtte rettet mot ulike typer markedssvikt, som støtte til teknologiutvikling og -spredning, samt informasjonsvirkemidler. Formålet med slike virkemidler er ofte å redusere andre typer markedssvikt enn manglende pris på utslipp, men kan påvirke virkningen av for eksempel prisvirkemidler. Det finnes noe forskning som ser på effekter *ex post* av å kombinere informasjonsbaserte virkemidler og dulting (dels med økonomiske insentiver), ofte basert på lab- og felteksperimenter. Sentrale funn er oppsummert av van den Bergh et al. (2021) som konkluderer med at det å kombinere tekniske standarder (slik som et mål for andel fornybar energi) med kvotehandel ofte gir et negativt samspill, mens informasjonsvirkemidler sammen med avgifter kan fungere godt, og det samme gjelder å kombinere støtte til forskning og utvikling med avgifter. Denne forskningslitteraturen inkluderer felteksperimenter gjennomført i Norge (Kallbekken et al., 2012 og Tørnblad et al., 2014).

Dersom det er virkemidler som ikke kan simuleres i den aktuelle modellen, er en mulighet å gjøre justeringer i modellen basert på resultater fra andre metoder. For eksempel kan kunnskap om barrierer, resultater fra felteksperimenter og modellanalyser kombineres for å få kunnskap om samspill mellom prisvirkemidler og informasjonsvirkemidler. En måte å gjøre dette på er å kalibrere relevante parametere i modellen for å reflektere resultater fra felteksperimenter. Grønn skattekommisjon (NOU 2015:15) peker på at resultater fra forskning på atferdsøkonomi kan ha betydning når en skal vurdere utforming og effektiviteten av ulike miljøpolitiske

virkemidler. Et eksempel er at dersom aktørenes tilpasning er preget av nåtidsskjevhet eller manglende informasjon om mulige nullutslippsløsninger, kan informasjonsvirkemidler bidra til å styrke effekten av prisvirkemidler. Kunnskap om barrierer som hindrer atferdsendring, vil kunne brukes til å vurdere hvilke virkemidler som kan motvirke dem og dermed styrke effekten av andre.

8.9 Videreutvikling av metoder for analyser av kortsiktige virkninger

Det er særlig behov for å utvikle metoder som kan brukes til å anslå kortsiktige virkninger av klimapolitikk på utslipp og omstillingskostnader. Statistisk sentralbyrå (SSB) har på oppdrag for utvalget utredet metoder for makroøkonomiske analyser av effekter av klimapolitikk på kort sikt. Spesielt ble SSB bedt om å vurdere egnetheten til SSBs modeller av den norske økonomien SNOW-NO og KVARTS, og hvordan de eventuelt kan utvikles eller brukes i kombinasjon. Enklere verktøy ble også vurdert, derunder priselastisitetmodellen KAJA, som er et sett med priselastisiteter og utslippskoeffisienter som brukes i Finansdepartementet til langsiktige utslippsanalyser av avgiftsendringer. Dette kapitlet gjengir de viktigste poengene fra rapporten Bye et al. (2023) fra dette oppdraget.

8.9.1 Gjøre generelle likevektsmodeller mer egnet for kortsiktsanalyser

Numeriske generelle likevektsmodeller (CGE-modeller) egner seg for analyser på lang og mellomlang sikt. Det vil si etter at økonomien har tilpasset seg til ny likevekt og alle ressurser igjen utnyttes fullt ut. I CGE-modeller skjer dette typisk nokså momentant, og simuleringene gir lite informasjon om overgangen mellom likevektene. SNOW-NO er en CGE-modell spesielt utviklet for klimaanalyser. Dens periodisering er ett år, og ny likevekt nås i løpet av ett til to år uten mange barrierer eller tregheter (årgangskapital i transport er viktigste unntaket).

For å få et bedre bilde av kortsiktstilpasningene vil det mest teorikonsistente være å modellere aktuelle treghetsfenomener mer spesifikt. CGE-modeller er realmodeller; dvs. kun rigiditeter som skyldes treg utvikling i relative priser kan modelleres. Eksempler på dette er faktiske kostnader forbundet med å justere arbeidskrafts- eller kapitalbruk. Litteraturen har flere eksempler på hvordan reelle rigiditeter kan modelleres i CGE-modeller. Det vises til oppdragsrapporten Bye et al. (2023) for en nærmere gjennomgang. Her trekker vi fram noen løsninger som SSB skriver kan la seg bruke i SNOW-NO.

I KVARTS representeres det norske arbeidsmarkedet ved hjelp av en økonometrisk estimert lønnskurve basert på en forhandlingsmodell (frontfagsmodellen). Det vil være mulig å implementere en tilsvarende lønnsdannelsesfunksjon i SNOW som henter kort- og langsikts-parametere fra KVARTS. Et annet alternativ vil være å anta begrenset mobilitet mellom næringer, kombinert med lønnsrigiditet i form av at lønna bestemmes i de andre næringene. Ved strengere karbonpolitikk vil det oppstå arbeidsledighet

i de karbonintensive næringene som vil måles ved en velferdskostnad i hele økonomien. Denne løsningen vil bare være i stand til å fange opp umiddelbare kostnader. For å få fram videre tilpasning til ny likevekt, må det eventuelt modelleres en gradvis overgang til likevekt i arbeidsmarkedet på lengre sikt. Hvorvidt og hvordan en overgang kan konstrueres og tallfestes må utredes nærmere. En utfordring vil være hvordan man behandler midlertidig ledighet i modellen.

Tregheter i kapitaltilpasningen modelleres ofte ved å anta at hver enkelt årgang med investert kapital har ulik teknologi, det vil si har sine spesifikke, faste innsatsfaktorkoeffisienter. Før investeringen gjøres er teknologien/faktorsammensetningen fleksibel. En slik modell innebærer tregheter (og kostnader) i tilpasningen til nye teknologier, ved at det tar tid å bygge ned de eksisterende årgangene med kapital og dermed bygge opp nye årganger med nye teknologier. En modell for årgangskapital og ulike teknologier er allerede representert i SNOW ved modellen for kjøretøyvalg i husholdningene og kommersiell landtransport. Tilsvarende modellering kan benyttes for andre sektorer og teknologier, og i første omgang er dette mest aktuelt for modellering av ulike elektrisitetsproduksjonsteknologier som vannkraft, vindkraft og solkraft.

En annen type årgangskapitalmodellering er å låse kapital til næringer, slik at den kun kan byttes ut når den er depresiert. Dette er antakelsen i KVARTS. Alternativt kan den anses som flyttbar, men det tar tid. Det er teknisk enkelt å implementere, men tilsvarende som for arbeidskraft, er det utfordrende å tallfeste mobiliteten.

Tilpasningskostnader knyttet til investeringer (endringer i realkapitalen for eksempel i form av produksjonsutstyret) kan i prinsippet modelleres i SNOW-NO, men empiriske analyser på norske data finner ikke støtte for konvekse, kvadratiske tilpasningskostnader, så det anbefales å ikke bruke den funksjonsformen i SNOW. Det kan være utfordrende å finne alternative, lett håndterbare funksjonsformer som passer godt i en norsk kontekst.

For å få fram tilpasningstregheter vurderer Bye et al. (2023) også mer ad hoc-baserte løsninger. I stedet for å modellere tregheter og imperfeksjoner direkte i SNOW, vil en enklere løsning være å integrere informasjonen om innfasingsrater fra KVARTS-kjøringene endogent i SNOW som ny-kalibrerte atferdsparametere. Slik integrering av kortsiktsinformasjon vil sannsynligvis kreve mindre ressursinnsats enn å innarbeide mekanismene mer spesifikt som beskrevet ovenfor. Samtidig oppnår man fordelene ved å ha kortsiktseffektene integrert i modellen og resultattabellene. Denne løsningen vil også kunne få grep om samspill mellom klimapolitikken som analyseres og andre priskiler i SNOW. Selv om vi i utgangspunktet ser for oss at informasjonsgrunnlaget hentes fra KVARTS-kjøringene, kan man også tenke seg andre informasjonskanaler. Det er svært enkelt å justere parametere år for år i SNOW, for eksempel redusere substitusjonselastisiteter for å sinke omstillingene. Utfordringen er å kvantifisere dem.

En annen ad hoc-metode er å bruke SNOW-NO, men justere resultatene for atferdsendringer og utslippsendringer for de viktigste utslippskildene i de første årene, slik

at utslippsresultatene bedre reflekterer realistiske tilpasningstreggheter. En viss andel av den langsiktige løsningen fra SNOW-NO nås i første året, og så innfases endringene gradvis mot langtidsløsningen. Da trengs bare én parameter, som reflekterer innfasingsraten, per relasjon. KVARTS kan for eksempel gi indikasjoner på innfasingsratene, i form av hvor lang tid tar det før likevektsjusteringen i KVARTS noenlunde er gjennomført i de mest relevante markedene for utslipp.

8.9.2 Klimapolitikk, utslipp og kostnader i økonometriske makromodeller

Makroøkonometriske modeller er utviklet for å belyse relativt kortsiktig makroøkonomisk utvikling. Økonometriske metoder brukt for å kvantifisere utviklingen, avdekker forskjeller i utviklingen på kort og lang sikt som følge av ulike rigiditeter. Makroøkonometriske modeller er i liten grad benyttet i studier av klimapolitikk. Et fremtredende unntak er modellen E3ME, som driftes og utvikles av Cambridge Econometrics og som blant annet brukes av EU for virkemiddelanalyser.

KVARTS er en makroøkonometrisk kvartalsvis modell av norsk økonomi som inneholder både nominelle og reelle rigiditeter, slik at kortsiktsløsningen avviker fra langsiktsløsningen. Nominelle rigiditeter skyldes at en vare- eller faktorpris justeres langsomt som følge av institusjonelle bestemmelser, relasjonelle hensyn eller lignende. I Norge har vi handlingsregler for rentesetting og for strukturelt, oljekorrigert budsjettunderskudd som vil påvirkes av slike nominelle prisendringer og skape indirekte effekter. Dette er konsekvenser av for eksempel en CO₂-avgiftsøkning som ikke kan analyseres i CGE-modeller, som nevnt ovenfor. For tiden utvikles KVARTS i retning av å studere klimapolitikk. KVARTS inkluderer nå klimagassutslipp. Den har foreløpig avgifter og subsidier inne, men på grovt aggregeringsnivå. Dette lar seg gjøre å detaljere. Størrelser som BNP og konsum brukes typisk for å indikere makroøkonomiske konsekvenser. Modellen har ikke et konsistent mål på samfunnsøkonomiske kostnader. Man kan tilnærme seg et mål for endring i nytte som baserer seg på konsumendringer, fritid og sparing, men definisjonene i KVARTS ligger ikke like tett opp til det teoretiske samfunnsøkonomiske nyttebegrepet som i CGE-modeller som SNOW-NO.

Mange av løsningene i CGE-modeller som benyttes til klimapolitiske analyser kan være relevante å innarbeide i mer kortsiktige makromodeller. Hovedutfordringen med dette er at det er ønskelig å ikke øke modellens omfang av hensyn til andre sentrale bruksområder. Noen detaljutvidelser er blitt vurdert. For eksempel kan man representere hydrogen som egen vare fra den aggregerte konsumvaresektoren, eventuelt lage en egen undersektor (aktivitet) med tilhørende ressursinnsats. Energiinnsatsen kan komme fra fornybar elektrisitet (grønt hydrogen) eller naturgass med karbonfangst og lagring (CCS) (blått). CCS kan også modelleres i sement og avfallssektorene. Modelleres ikke CCS, kan man alternativt ta hensyn til utslippseffekten av CCS eksogent. Det kan også være aktuelt å splitte elektrisitetsproduksjon opp i flere aktiviteter, derunder produksjon basert på ulike

energikilder samt distribusjon, mens innenlands samferdsel kan skilles ut fra annen privat tjenesteyting. KVARTS utvikles for tiden for å skille mellom husholdningenes bruk av elbil og fossilbiler.

8.9.3 Priselasitetsmodeller

KAJA, som brukes i Finansdepartementets analyser av utslippsendringer som følge av avgiftspolitik, er en enkel og gjennomsliktig priselasitetsmodell. Den er utviklet med tanke på langsiktige endringer. Langsiktselastisitetene er plukket fra den internasjonale litteraturen. Andre virkemidler enn avgifter kan i prinsippet også studeres, så lenge man har anslag på skyggeprisene.

En enkel løsning for å fange opp kortsiktseffekter, er å lage to versjoner av KAJA – én med kort- og én med langsiktselastisiteter. Det kan også vurderes å gjøre estimeringer på norske data både av kort- og langsiktselastisiteter. Gitt egnede data, kan en slik studie sikre mer relevante data for Norge og sikre konsistens mellom kort- og langsiktsestimatene. Ved å legge inn anslag på hvor lang tid det tar før langsiktsestimatene oppnås hos de modellerte aktørene/sektorene, vil man i tillegg få informasjon om utslippseffekter over tid. Man kunne også vurdert å lage en priselasitetsmodell som ikke lener seg på historisk baserte estimater fra litteraturstudier, men som baseres på beregninger med SNOW og/eller KVARTS. Fra disse modellene kan man få ut endringer i sektors aktiviteter og utslipp som følger av prisskift i modellene. Disse kan benyttes til å lage elastisiteter som reflekterer både direkte og indirekte virkninger.

En priselasitetsmodell vil ikke kunne anslå kostnadene ved klimapolitikken, og således ikke kunne erstatte makroøkonomiske modeller som SNOW-NO og KVARTS, men komme i tillegg. Det vil alt i alt øke ressursbehovet om man skal opprettholde og drifte tre, istedenfor to, modeller. Fra brukerne i forvaltningen sitt perspektiv vil imidlertid en priselasitetsmodell være lettere å forstå, endre og bruke selv.

8.9.4 Anbefalinger fra utvalget

Utvalget har gått gjennom utredningen og konklusjonene i Bye et al. (2023) og slutter seg til rapportens anbefalinger om å gå skrittvis fram i utviklingsarbeidet for å bedre metodene for kortsiktsanalyser av klimapolitikk. SNOW-modellen vil fortsette å være den mest tilpassede for studier av klimapolitikk, særlig grunnet det finere aggregeringsnivået samt få konkurrerende temaer for analyser med modellen. SNOW-bruken vil kunne fortsette å konsentrere seg om klimarelaterte problemstillinger. KVARTS vil også bli mer egnet for klimapolitiske analyser, men med mer vekt på kort- og mellomlangsiktige makrovirkninger.

Når det gjelder videre arbeid med å supplere SNOW-NO med kortsiktsegenskaper, peker Bye et al. (2023) på flere alternative framgangsmåter, der innarbeiding av en lønnskurve á la KVARTS' blant annet framheves som aktuelt. Det er imidlertid ikke utelukket at bedre og enklere alternativer dukker opp i kjølvannet av en skrittvis

eksperimentering. Bye et al. (2023) skisserer flere slike skritt.

For det første foreslås det å starte med å eksperimentere mer med priselastisitetsmodeller. En enkel løsning for å fange opp kortsiktseffekter på utslipp er å lage to versjoner av KAJA og eventuelt også legge inn anslag på hvor lang tid det tar før langsiktsløsningene oppnås, slik at tidsforløpet kan analyseres. Den største fordelene med KAJA er at den er lettere å forstå, endre og bruke for forvaltningen. Utvalget mener også at til analyser av kortsiktige virkninger av endringer i bilavgiftene, kan nybilkjøpsmodellen til TØI brukes, eventuelt tidligere elastisiteter estimert med modellen som en forenklet metode. Samtidig ser utvalget at bruk av denne typen modeller har begrensninger i form av at bare er deler av økonomien er inkludert og at den ikke kan brukes til å anslå kostnadene ved klimapolitikken, inkludert eventuelle omstillingskostnader. Slike omstillingskostnader følger blant annet av midlertidig ledighet eller knapphet på enkelte ressurser før markedene tilpasser seg.

Videre synes det fornuftig å koordinere innsatsen på modellutvikling i SNOW og KVARTS, der behovene er overlappende. Det gjelder ikke minst i modelleringen av flere atferdsrespons. Et annet område hvor koordinering kan være nyttig, er i kvantifisering av langsiktsløsningen. Det kan være grunner til at de avviker, men det bør vurderes om slike grunner er til stede. Modellutviklingen som foregår i SSB kan også gi synergier mot KAJA-verktøyet, og motsatt.

For å lære mer om forskjeller på kort og lang sikt og om KVARTS' og SNOWs interne konsistens, vil et neste skritt kunne være å sammenlikne resultater fra SNOW og KVARTS. Hensikten er å lære mer om hvor modellene avviker vesentlig fra hverandre, hvilke egenskaper som slår mye ut og hvilke forskjeller det resulterer i når det gjelder kostnader og utslipp. Det er særlig interessant å sammenlikne avvikene på kort og lang sikt. En slik analyse må utformes for å gjøre modellberegningene mest mulig sammenliknbare. Koordinering, som foreslått over, bidrar til dette. Utover makromodellsammenlikninger, kan det være lærdom i å sammenlikne KAJAs løsning ved et avgiftsskift med SNOWs, samt med langtidsløsningen fra KVARTS. En ny kortsikts-KAJA kunne likeledes sammenliknes med med kortsiktsløsningen fra KVARTS.

Selv om utvalget slutter seg til anbefalingen i Bye et al. (2023) om å starte med å vurdere utvikling av KAJA til å kunne brukes til analyser av kortsiktige utslippsvirkninger, vil en priselastisitetsmodell sannsynligvis ikke fullt ut kunne tilfredsstille behovet for kortsiktsanalyser. Dessuten vil det være ressurskrevende å utvikle og drifte både KAJA, KVARTS og SNOW. Beslutningsgrunnlaget er i dag ikke godt nok for å velge retning på metodeutviklingen for å analysere kortsiktseffekter av klimapolitikk. Etter utprøvede faser med avgrensede læringsprosjekter bør det gjøres en evaluering av hva disse har tilført av lærdom og ideer og av om mer varige metodeløsninger kan besluttes.

8.10 Analyser av virkninger mot 2050

Utvalget har ikke vurdert utvikling av metoder som kan brukes til å kvantifisere virkninger mot 2050 av enkeltvirkemidler. Med en slik tidshorisont er det knyttet betydelig usikkerhet til teknologisk utvikling, befolkningens preferanser og andre forhold som påvirker virkningen av virkemidler. Usikkerheten i anslagene kan derfor forventes å være stor i forhold til forventet virkning.

Utvalget mener det likevel kan være nyttig å vurdere om virkemidler som vurderes innført i dag er i tråd med lavutslippsmålet for 2050. En slik tilnærming kan ta utgangspunkt i 2050-utvalgets foreslåtte sjekklister for lavutslippssamfunnet (NOU 2023: 25). Her benyttes en trafikklysmoell for å vurdere i hvilken grad en beslutning er i tråd med lavutslippssamfunnet. Beslutningene vurderes her etter fem dimensjoner: 1) klimagassutslipp i Norge, 2) klimagassutslipp globalt, 3) bruk av utslippsfri energi, 4) natur- og arealbruk og 5) bidrag til varig omstilling. For hver av de fem dimensjonene får beslutningen enten grønt lys, gult lys eller rødt lys.

Videre kan det være relevant å gjøre modellanalyser av i hvilken grad grupper av virkemidler og større endringer i virkemiddelbruken bidrar til å nå lavutslippsmålet i 2050. SNOW-NO og sektormodellene er egnet til å analysere samspill mellom virkemidler i modellen, men det er behov for oppdatering og tilpasninger for at de skal være egnet til analyser av lavutslippssamfunnet. Siden det er knyttet betydelig usikkerhet til en del forhold, som økonomisk og teknologisk utvikling, så langt fram i tid, anbefaler utvalget at det gjennomføres scenarionalyser, se kapittel 6 for en mer detaljert diskusjon.

8.11 Karbonlekkasje og utslippseffekter i utlandet

Utslipp i utlandet kan påvirkes av norsk økonomisk aktivitet og av norsk politikk, som via Norges handel med andre land. Sentrale eksempler på dette er i) import av biodrivstoff, ii) eksport av petroleum og handel med elektrisitet, iii) handel med utslippsintensive produkter som aluminium, sement, kunstgjødsel og ulike forbruksvarer, iv) import av jordbruksvarer, v) handel med avfall, vi) eksport/overføring av nyutviklede teknologiske løsninger og vii) eksport av CO₂-lagringstjenester. Virkemidler som påvirker disse aktivitetene, kan derfor føre til endrede utslipp i utlandet. Eksempler på relevante virkemidler er i) omsetningskrav for biodrivstoff, ii) ulike reguleringer av petroleums- og kraftsektoren, iii) CO₂-kompensasjonsordningen til kraftkrevende industri, iv) produksjonsstøtte til utslippsintensive matvarer, og v) avgift på avfallsforbrenning. I den grad klimapolitikk i Norge medfører økte utslipp i utlandet, kalles det gjerne karbonlekkasje.

Modeller som SNOW-NO og andre metoder som kun ser på virkninger i norsk økonomi, vil naturlig nok ikke fange opp hvordan norsk virkemiddelbruk påvirker utslipp i andre land, men de kan si noe om hvordan handel påvirkes og

dermed gi indikasjoner på hvordan utslipp i utlandet kan endres. Globale modeller som SNOW-GLO og GRACE-Nor (se nærmere omtale i TBU Klima 2021), som har Norge som egen region, kan derimot brukes til å studere noen av utslippseffektene beskrevet over mer eksplisitt. Det gjelder særlig iii) handel med utslippssintensive produkter, og effekter av CO₂-kompensasjonsordningen og annen relevant politikk (en del av denne politikken bestemmes på EU-nivå, slik som gratiskvoter og «karbontoll» - CBAM). Et eksempel er Bye et al. (2022), som bruker SNOW-GLO til å analysere virkninger av å innføre virkemiddel mot karbonlekkasje, som innføring av en karbontariff (CBAM), for norske industrisektorer og norsk økonomi. Det er også mulig å lage en ettermodell til SNOW-NO der man kobler utslippskoeffisienter til import og eksport av ulike produkter for å fange opp utslippseffekter i utlandet på en forenklet måte. Denne framgangsmåten er benyttet i Bruvoll & Fæhn (2006).

Energimodeller som Balmorel, og til en viss grad de norske TIMES-modellene, og kraftmarkedsmodellen EMPIRE er eksempler på modeller som kan brukes til å studere effekter via det europeiske kraftmarkedet. IFE-TIMES-Norway-modellen inkluderer handel med energivarer med utlandet, men tilpasninger i de europeiske energimarkedene, inkludert kraftmarkedene, er eksogent gitt, og modellen inkluderer ikke utslippseffekter utenfor Norge. For å fange opp samspill mellom norsk og europeisk kraftmarked, er IFE-TIMES-NORWAY brukt sammen med kraftmarkedsmodeller med endogen modellering av de europeiske kraftmarkedene, som for eksempel EMPIRE (et eksempel er Haaskjold & Pedrero, 2023). IFE er også i gang med å utvikle IFE-TIMES-Europa, en europeisk TIMES-modell, til å kunne modellere samspill mellom norske og europeiske energimarkeder. Modellen vil fange opp hvordan norsk politikk påvirker utslipp fra energiproduksjon i andre europeiske land via handel med energivarer.

I tillegg har SSB en global energimarkedsmodell kalt FRISBEE (se omtale i årsrapporten for 2020), som kanskje legges ned. LIBEMOD modellerer krafthandel og utslippseffekter i utlandet, men den er som tidligere nevnt ikke lenger i bruk (jf. kapittel 5.3).

Det er også utført ulike studier (Fæhn et al., 2017; Rystad Energy, 2023; Riekeles, 2023) av klimaeffekten av norsk olje og gass. Studiene tar først og fremst utgangspunkt i tilbuds- og etterspørselastisiteter i olje- og gassmarkeder, og bruker disse til å anslå effekten av endret norsk olje- og gassproduksjon på global produksjon og forbruk av olje og gass, og videre på globale CO₂-utslipp.

Jordmod dekker kun norske utslipp, men fanger opp at virkemidler som reduserer norsk produksjon av utslippssintensive matvarer kan føre til økt import, og dermed karbonlekkasje. Den europeiske jordbruksmodellen CAPRI vil på den andre siden fange opp utslipp i Europa, og karbonlekkasje til Europa. CAPRI modellerer også handel med områder utenfor Europa, men ikke utslipp.

Utslipsreduksjoner i norske kvotepliktige bedrifter vil frigjøre utslippskvoter, som kan føre til økte utslipp i andre kvotepliktige bedrifter i EØS-området. Hvis utslippstaket var helt gitt, ville denne effekten vært 100 prosent, dvs. reduserte utslipp i en norsk kvotepliktig bedrift ville bli fullt

ut motsvart av økte utslipp et annet sted. Det er to grunner til at utslippstaket ikke er gitt: For det første har EU innført en markedsstabilitetsreserve (MSR) kombinert med en slettemekanisme, som innebærer at utslipsreduksjoner i en bedrift kan føre til sletting av kvoter (Perino, 2018; Gerlagh et al., 2021). For det andre kan det framtidige utslippstaket justeres politisk, og kan tenkes å påvirkes av nivået på kvoteprisen. Kunnskap om og god forståelse for disse sammenhengene er verdifullt, men kunnskapen og forståelsen trenger ikke nødvendigvis innhentes gjennom bruk av modeller.

Norge har en aktiv politikk for å redusere utslipp knyttet til avskoging i utlandet (regnskogsatsingen), og det er viktig med gode analyser av hvilken effekt denne politikken har. Det er utfordrende å vite hvor stor avskogingen ville ha vært uten den norske innsatsen. Klima- og miljødepartementet bruker ART-TREES, en bokføringsstandard for reduserte utslipp fra avskoging og skogforringelse, og økt opptak fra påskoging, for å beregne oppnådde resultater (utslipsreduksjoner) i Klima- og skoginitiativets bilaterale samarbeid (Norad, 2021). Tilsvarende gjelder enkelte NORAD-programmer og Norfund, som blant annet finansierer utbygging av fornybar energi i utviklingsland. Her brukes ulike verktøy (Norad, 2021)

Utvalget viser til nærmere drøfting av utslippseffekter i utlandet i rapporten fra Klimautvalget 2050 (NOU 2023: 25).

8.12 Datagrunnlag, transparens, usikkerhet, samt tilgang og påvirkning

Utvalget har i gjennomgangen så langt vurdert hvor egnet de ulike metodene er til å analysere virkninger på kostnader og utslipp i lys av kriteriene treffsikkerhet, ressursbruk og fleksibilitet. I dette delkapittelet vurderer utvalget metodene i lys av følgende kriterier:

- treffsikkerhet basert på empirisk grunnlag (datagrunnlag)
- transparens
- usikkerhet
- tilgang og påvirkning

Disse kriteriene gjelder på tvers av analyseformål. Metodene vurderes derfor i lys av disse kriteriene samlet her til slutt, se kapittel 4 for en nærmere beskrivelse av kriteriene.

Datagrunnlag

Et godt datagrunnlag er åpenbart en forutsetning for alle analyser, uansett hvilke metoder man ønsker å benytte. Utvalget har ikke funnet eksempler på etterprøving av modellresultater. Vurderingen av metodenes treffsikkerhet er i dette kapittelet dermed basert på egenskaper ved metodene, som er vurdert for hvert enkelt virkemiddel i delkapittelet over, og metodenes empiriske grunnlag, som vurderes her.

Utvalget har ikke hatt mulighet til å gjøre en grundig

vurdering av det empiriske grunnlaget i alle metodene som er omtalt i rapporten. I økonometriske analyser varierer datagrunnlaget fra analyse til analyse, og treffsikkerheten er helt avhengig av datagrunnlaget. En viktig forskjell er hvorvidt man analyserer data fra eksperimenter eller observasjonsdata. Som beskrevet i utvalgets rapport fra 2020 (TBU klima, 2020) vil eksperimenter sikre analysens interne validitet, det vil si at man er sikker på at effektene man observerer er kausale effekter av virkemiddelet man er interessert i. Med observasjonsdata vil man i størst mulig grad forsøke å etterlikne et eksperiment ved hjelp av ulike kvasi-eksperimentelle metoder. Økonometriske analyser gir informasjon om virkemidler etter at de er innført (*ex post*). Ved vurderinger av framtidige endringer i virkemidler, vil man måtte gjøre en vurdering av i hvilken grad resultater fra økonometriske analyser er gyldige for å si noe om effekter i den nye tidsperioden eller for nye aktører som omfattes av virkemiddelet (analysens eksterne validitet). Dette gjelder også for bruk av estimerte parametere i modeller. På områder hvor det er forventet at forhold som påvirker aktørens tilpasning vil endres betydelig, for eksempel som følge av teknologisk utvikling, vil ikke nødvendigvis elastisiteter basert på historiske data gi en god representasjon av framtidige tilpasninger. Det er derfor behov for å inkludere kunnskap om utvikling i teknologi- og økonomiske forhold i tallfestingen av parametere. Da kan det være nyttig å hente inn ulike typer ekspertkunnskap.

Modellene Jordmod og IFE-TIMES-Norway er basert på omfattende datagrunnlag fra flere ulike kilder, og det har ikke vært mulig å vurdere kvaliteten på datagrunnlaget. Som omtalt i avsnittet om transparens finnes det ikke oppdatert dokumentasjon av Jordmod, og ingen offentlig tilgjengelig sammenstilling av datagrunnlag. IFE-TIMES-Norway er relativt godt dokumentert, med hyppige oppdateringer av dokumentasjonen hvor datagrunnlaget også er beskrevet, men ikke detaljert nok til at utvalget på en enkel måte har kunnet vurdere kvaliteten på datagrunnlaget.

8.12.2 Transportmodellapparatet

Transportmodellapparatet er også basert på data fra mange ulike kilder. Reisevaneundersøkelsene (RVU) er viktig datagrunnlag for persontransportmodellene. Både TØI og Menon Economics (2020) og Handberg et al. (2021) viser til at det er utfordringer knyttet til å sikre god representativitet i reisevaneundersøkelsen, og at datainnsamlingen er kostbar og tidkrevende. Informasjon om infrastrukturendringer og endringer i kollektivtilbudet må jevnlig innhentes og implementeres i modellapparatet for å holde det oppdatert. For deler av transportmodellapparatet er data av god kvalitet lett tilgjengelig, mens for andre deler av modellapparatet er det mer krevende å sikre et godt datagrunnlag.

Kjøretøymodellen BIG er basert på data fra Statens vegvesens kjøretøyregister og prisdata for de ulike bilmodellene fra Opplysningsrådet for veitrafikken. Modellversjonen som er beskrevet i Fridstrøm & Østli (2021b) er basert på data om alle nye personbiler i perioden 2003 til mai 2019. I denne modellen er data av god kvalitet lettere tilgjengelig.

8.12.3 KAJA

Dokumentasjonen av KAJA (Finansdepartementet, 2021) inneholder ikke informasjon om hva parametere i modellen er basert på, annet enn at anslagene i litteraturen varierer betydelig, og at det finnes få nyere anslag på relevante elastisiteter fra Norge. Hvorvidt elastisiteter fra andre land og elastisiteter basert på historiske data gir et godt bilde av aktørers respons i Norge avhenger blant annet av hvorvidt det har skjedd, ellers forventes å skje, store endringer i markedet som beskrives, og hvorvidt markedene i landene estimatene er basert på er sammenliknbare med Norge.

Informasjon fra Finansdepartementet viser at valg av elastisiteter i KAJA er basert på en gjennomgang av tilgjengelig empiriske forskning, hvor det særlig er plukket ut 18 relevante studier. Utvalget inkluderer blant annet to studier som er basert på data fra Norge og metastudien til Labandeira et al. fra 2017. Analysene er publisert mellom 2004 og 2022, men de aller fleste i perioden 2010–2020. Ifølge dokumentasjonen er elastisitetene valgt ut fordi de er vurdert å gi et rimelig anslag på elastisiteter på mellomlang sikt i Norge, uten at det er forklart hva denne vurderingen er basert på. For eksempel er det brukt en estimert elastisitet for etterspørsel etter avfall til fjernvarmeproduksjon fra Sverige basert på data fra perioden 1989–2003 (Furtenback, 2009). Hvorvidt elastisiteten basert på svenske data gir et riktig bilde av norske aktørers tilpasning er et empirisk spørsmål, og kan blant annet avhenge av om markedene for fjernvarme og avfall i Sverige og Norge er sammenliknbare. I en nylig utredning (Riekels et al., 2022) vises det til at Sverige har et større antall produsenter, at pellets i større grad brukes i fjernvarmeproduksjon og at pellets sannsynligvis konkurrer bedre mot kraft i Sverige enn i Norge. Sverige har heller ikke direkte prisregulering av fjernvarme som i Norge.

Elastisitetene i KAJA skal beskrive tilpasning på mellomlang sikt, det vil si rundt 6–7 år. Hvorvidt elastisiteter basert på historiske data er representative for aktørers tilpasning i framtiden er sannsynligvis mer usikkert på mellomlang og lang sikt enn på kort sikt, fordi man på kort sikt ikke forventer særlige endringer i teknologi, atferd og andre tilpasningsmuligheter. For å estimere elastisiteter som beskriver atferd på mellomlang sikt, som i KAJA, er man også avhengig av lengre tidsserier med data, som i seg selv kan gjøre det vanskelig å få gode estimater.

8.12.4 SNOW-NO og andre CGE-modeller

I tillegg til data fra basisåret som CGE-modellene kalibreres til, er substitusjonselastisitetene sentrale. Det empiriske grunnlaget for disse er varierende. For en beskrivelse og vurdering av det empiriske grunnlaget i relevante makromodeller på klimaområdet, og særlig underlaget for elastisitetene, viser utvalget til utvalgets rapport om makroøkonomiske modeller til bruk i klimaanalyser (TBU klima, 2021). Substitusjonselastisitetene som er brukt i SNOW-NO tar utgangspunkt i eksisterende empiriske studier, men disse er i mange tilfeller ikke direkte relevante for norske forhold eller kan være gamle. Det er derfor gjort flere skjønnsmessige modifiseringer. Med enkelte unntak

er substitusjonselastisitetene mellom energivarer satt til å være lik for produksjon i alle næringer. De empiriske studiene som det henvises til i dokumentasjonen av SNOW-NO tyder på noe variasjon i substitusjonselastisitetene mellom næringer. SSB har vurdert disse forskjellene til å være små. Det kan likevel eksistere forskjeller mellom næringer når det gjelder hvor enkelt det er å substituere ulike innsatsfaktorer og -varer. Siden det ikke er gjort systematiske følsomhetsanalyser av parameterverdiene, er det vanskelig å vurdere om de skjønsmessige antakelsene kan utgjøre store feilkilder og, i så fall, for hvilke typer analyser.

Muligheten for å vurdere metodenes treffsikkerhet basert på det empiriske grunnlaget henger tett sammen med hvorvidt metodene er godt dokumentert, som er diskutert i neste avsnitt. Det er behov for god informasjon om både datakilder og vurderinger som er gjort av datagrunnlagets relevans. I tillegg er det behov for å synliggjøre hvilke parametere og antakelser i metoden som har stor betydning for analyseresultatene, og som dermed bør prioriteres dersom man skal forbedre det empiriske grunnlaget. Dette henger sammen med synliggjøring av usikkerhet, som også er nærmere diskutert under. Etterprøving eller modellvalidering er en mulig tilnærming for å vurdere modellens treffsikkerhet, som også kan brukes for å forbedre det empiriske grunnlaget i modellene. For eksempel sammenligner Beckman et al. (2015) modellrespons med historisk respons på prissjokk på energi, og finner at energijetterspørselen i modellen er for priselastisk. De brukes historiske data til å forbedre parametere i modellen, og viser at modellen treffer bedre etter justeringen. Carbone et al. (2022) diskuterer muligheter og utfordringer med etterprøving av CGE modeller.

8.12.5 Transparens

For å kunne forklare og tolke resultater av analyser av virkemidler er det en forutsetning at metodene som brukes er godt dokumentert med informasjon om viktige forutsetninger og hva metodene kan brukes til. Dette kan variere mellom de metodene som er beskrevet i dette kapitlet.

IFE-TIMES-Norway blir for eksempel dokumentert jevnlig og siste modelldokumentasjon ble publisert i 2023 (IFE, 2023). Siste tilgjengelige fullstendige modelldokumentasjon for SNOW-NO er fra 2019, og den mest fullstendige dokumentasjonen av Jordmod er fra 2018 (Mittenzwei, 2018). KAJA er en ny modell og beskrevet i Finansdepartementets beregningskonvensjoner for 2022 (Finansdepartementet, 2021). Det er imidlertid ikke oppgitt kilder for elastisitetene som er brukt i modellen eller redegjort for de parameterverdiene som er vurdert som rimelige, slik at det ikke er mulig å vurdere hvor godt modellen beskriver aktørenes tilpasning. Metoden for å gjennomføre tiltaksanalyser er beskrevet i et notat fra 2019 (Miljødirektoratet, 2019). Transportmyndighetene har vært nøye på å forklare og tolke resultatene av ulike analyser i NTP. I arbeidet med NTP 2025-2036 ble det levert egne oppdrag som redegjør for forutsetningene som er valgt i analysene (Samferdselsdepartementet, 2022).

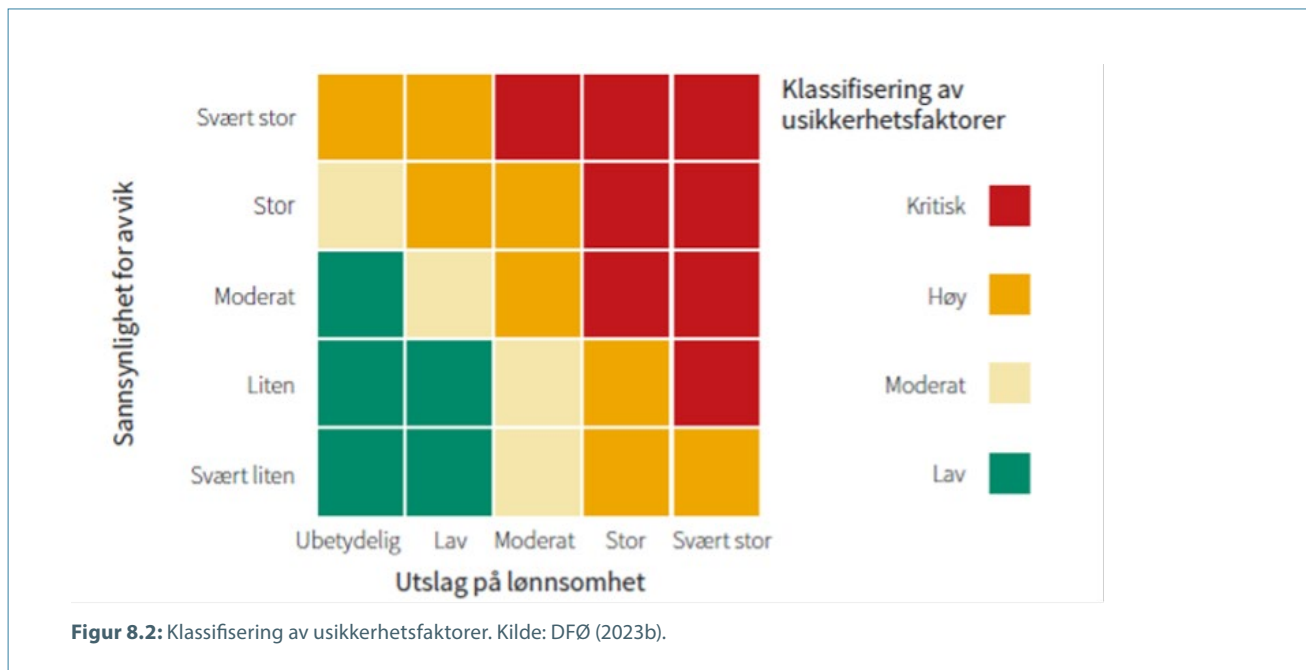
Utvalget mener det generelt er viktig med offentlig dokumentasjon av både resultater, metoder, usikkerhet og forutsetninger. Utvalget anbefaler at dokumentasjonen av metodene oppdateres jevnlig. Det vil også være en fordel om metodene og modellene som benyttes i seg selv er offentlig tilgjengelige, inkludert koder og datagrunnlag. I forbindelse med høringer og diskusjoner på Stortinget er det viktig at utredningene er offentlige og tilgjengelige på beslutningstidspunktet. Det vil gi økt transparens om grunnlaget for politiske beslutninger.

8.12.6 Usikkerhet

Usikkerhet kan synliggjøres i studier med bruk av alle metoder. Veilederen i samfunnsøkonomiske analyser (DFØ, 2023) anbefaler at usikkerhetsfaktorer kartlegges og at det gjennomføres usikkerhetsanalyser for de usikre variablene som antas å være av stor betydning for samlet nytte. I klimaanalyser er det vesentlig å synliggjøre usikkerhet i virkninger på utslipp og kostnader. Figur 8.2 illustrerer klassifisering av usikkerhetsfaktorer etter sannsynligheten for avvik fra basisforutsetningene (forventningsverdi), og hvordan endringer i variablene påvirker anslått samfunnsøkonomisk lønnsomhet. Resultater fra usikkerhetsanalysen skal gi beslutningstakere informasjon om hvor følsomme alternative utforminger av tiltak (virkemidler) er for kritiske usikkerhetsfaktorer.

Siden metodene utvalget har sett på er svært forskjellige (fra tiltaksanalyser til elastisitetsmodeller og makromodeller), er det ikke mulig å behandle usikkerhet på en enhetlig måte. I metodene utvalget har vurdert er det i hovedsak mulig å analysere usikkerhet ved følsomhets- og scenarioanalyser. I en følsomhetsanalyse vil en endre variablene én etter én for å undersøke hvordan resultatene påvirkes dersom disse avviker fra basisforutsetningene. En slik analyse vil gi informasjon om hvilke faktorer som er av størst betydning for resultatene, men vil ikke fange opp virkninger av eventuelt samspill mellom flere usikre faktorer. Scenarioanalyser går ut på å lage alternative scenarier som representerer ulike framtidssituasjoner (se delkapittel 6.4). En forenklet scenarioanalyse er å analysere flere usikkerhetsfaktorer samtidig for å fange opp samspill mellom disse, og kan betraktes som en utvidet følsomhetsanalyse. Både tiltaksanalyser, generelle likevektsmodeller, som SNOW-NO, og sektormodeller, som TIMES, Jordmod og transportmodellene, vil være egnet til denne typen analyser. Når det gjelder elastisitetsmodeller gir det lite mening å teste hvor følsomme resultatene er for endringer i priselastisitetene, men dersom en forventer at den faktiske priselastisiteten befinner seg innenfor et intervall, kan det være nyttig å synliggjøre dette spennet og hvordan det påvirker resultatene.

Følsomhets- og scenarioanalyser kan bidra til å belyse hvor følsomme resultatene er for endringer i usikre parametere, og hva som kan være et mulig utfallsrom gitt øvre og nedre anslag på de usikre faktorene. Denne typen analyser gir likevel ingen informasjon om nivået på usikkerheten i analysen. Da er det nødvendig å identifisere en sannsynlighetsfordeling for parameterne. Dersom en kan anslå sannsynlighetsfordelingen til parameterne og hvordan de samvarierer, kan en gjennomføre simuleringer



over utfallsrommet til parameterne for å beregne en forventningsverdi eller konfidensintervall for virkninger av et gitt virkemiddel. En vanlig simuleringsmetode er Monte Carlo-simuleringer. Slike simuleringer kan gjennomføres for å belyse usikkerhet i resultatene fra de fleste metoder. Jernbanedirektoratets SAGA inkluderer en Monte Carlo-modul som gjør det mulig å gjøre simuleringsbaserte usikkerhetsanalyser.

En utfordring er at slike simuleringer er ressurskrevende og man ofte ikke har grunnlag for å anslå en sannsynlighetsfordeling. I økonomiske studier kan usikkerhet kommuniseres ved å angi konfidensintervaller. Sannsynlighetsfordelingen til elastisiteter fra økonomiske studier basert på historiske data er ikke nødvendigvis overførbare til elastisitetene i modeller, hvor elastisitetene representerer framtidig atferdstilpasninger. Elastisiteter i modeller er også ofte basert på en blanding av resultater fra ulike studier og/eller skjønsmessige vurderinger.

Følsomhets- og scenarioanalyser vil kunne belyse virkningen av usikkerhetsfaktorer i metoden som benyttes, men ikke usikkerhet knyttet til metoden. Det er imidlertid mulig å synliggjøre metodeusikkerhet ved å sammenligne resultater fra ulike metoder. En annen form for usikkerhet er stokastisk usikkerhet, det vil si tilfeldig variasjon. Ingen av metodene utvalget har vurdert er egnet til å belyse denne typen usikkerhet og hvordan det påvirker aktørenes tilpasning. Da er det behov for stokastiske modeller. I TBU klima (2021) vurderte utvalget dynamisk stokastiske generelle likevektsmodeller (DSGE-modeller). Slike modeller er etter utvalgets vurdering for aggregerte for klimaanalyser. Utvalget peker på at det kan skje en relevant utvikling av denne typen modeller innen forskning (TBU klima, 2021). Fæhn & Isaksen (2016) er et eksempel på en analyse av virkningen av politisk usikkerhet i MSG-TECH, en generell likevektsmodell tilsvarende SNOW-NO. Studien analyserer hvordan velferdseffekten påvirkes dersom en usikker pris på utslipp av klimagasser kombineres med ulike

virkemidler som reduserer investeringsrisikoen for aktørene.

Miljødirektoratet viser i sine tiltaksanalyser et spenn i tiltakskostnaden for tiltak hvor det er betydelige forskjeller mellom aktører og/eller betydelig usikkerhet i selve beregningen, og hvor denne usikkerheten har vesentlig betydning for kroner/per tonn CO₂. Det er mulig å gjennomføre følsomhetsanalyser ved å endre ulike forutsetninger i analysen. Siden nullalternativet (referansebanen) i all hovedsak er basert på utslippsframskrivingene, hvor andre metoder er benyttet, er det mer krevende å belyse virkningen av usikkerhet i forutsetninger i nullalternativet. Det vil fremdeles være mulig å synliggjøre usikkerheten i antakelsene som gjøres.

Utvalget har ikke kartlagt hvordan usikkerhet er håndtert i analyser som gjøres i dag, men anbefaler på generelt grunnlag at det gjennomføres følsomhets-/scenario-/usikkerhetsanalyser. Hvordan en usikkerhetsanalyse bør gjennomføres avhenger av problemstillingen som analyseres. Omfanget og hvor mye ressurser som brukes på en slik analyse må stå i forhold til merverdien. Veilederen for samfunnsøkonomiske analyser inkluderer anbefalinger til hvordan slike analyser bør gjennomføres, inkludert hva som er relevant i en vurdering av forholdsmessighet (DFØ, 2023b). Videre mener utvalget det kan være nyttig å sammenlikne resultater fra tilsvarende analyser på tvers av modeller med samme dekningsområdet. Det vil gi innsikt i om forskjeller i antakelser og/eller modellmekanismer gir betydelige forskjeller i resultatene. Utvalget anbefaler at det gjennomføres et slikt prosjekt.

8.12.7 Tilgang og innflytelse

Det er en fordel om modeller og metoder er lett tilgjengelig for forvaltningen og at forvaltningen har mulighet til å påvirke modellutviklingen med tanke på vurdering av ulike typer virkemidler. Mange av metodene som benyttes til å vurdere konkrete virkemidler eies eller forvaltes av de

ansvarlige myndighetene. De kan derfor påvirke utviklingen av disse metodene, slik at de kan brukes til å vurdere de aktuelle virkemidlene. Det er også en fordel om modeller og metoder er åpent tilgjengelige, slik at de kan tas i bruk av flere forskningsmiljøer. Slik bruk kan bidra til kvalitetssikring og metodeutvikling. Dette er også i tråd med kravene som stilles til forskning som finansieres av Forskningsrådet, hvor data, metoder, kildekoder osv. skal deles for å gjøre det mulig å verifisere og reproducere resultater (Norges Forskningsråd, 2019), og er også krav som stilles i forbindelse med publikasjon i de fleste vitenskapelige tidsskrift.

SNOW-NO og KAJA er begge modeller som Finansdepartementet har tilgang til og som de enkelt kan ta i bruk. Andre i forvaltningen kan få tilgang til SNOW-NO. Egen kalibrering og bruk av modellen krever god kompetanse på likevektsmodeller og programvaren, samt opplæringskurs ved noen som i dag bruker SNOW-NO om modellens egenskaper og hvordan den tallfestes, derunder hvordan framskrivninger og skiftberegninger lages. Når det gjelder transportmodellene er disse tilgjengelige for transportvirksomhetene og alle andre i og utenfor forvaltningen som ønsker å utføre analyser med disse modellene.

Utvalget har fått opplyst at Jordmod er åpent tilgjengelig for alle som ønsker å bruke modellen, i tråd med prinsipp om felleseie av modeller som er utviklet med offentlige midler. Som for SNOW-NO, krever kjøring av Jordmod og transportmodellene tilgang til kommersiell programvare og brukeren må bruke ressurser på opplæring for å få god kjennskap til modellen.

IFE-TIMES-Norway er de senere årene blitt utviklet til å inkludere en rekke teknologivalg som er relevante i klimaanalyser. NVE har en enklere versjon, som de hovedsakelig har benyttet til analyser av energibruksutvikling, men også til helhetlige analyser av energisystemet. Dersom modellen skal brukes til dette formålet bør forvaltningen ha tilgang til en versjon av TIMES tilpasset klimaanalyser, som oppdateres med relevante utslippsreduksjonsmuligheter.

8.13 Overordnede vurderinger og anbefalinger

I dette kapittelet har utvalget vurdert hvor egnet ulike metoder er til analyser av ulike typer virkemidler. Formålet er å vurdere utfordringer ved dagens metodevalg, avdekke behov og drøfte muligheter for videreutvikling av metodeapparatet for å dekke forvaltningens behov for klimaanalyser.

Forvaltningen har behov for tilgang til gode og treffsikre metoder som til sammen kan analysere virkningen av alle typer virkemidler eller kombinasjoner av virkemidler, og som dekker alle utslippskilder av betydning på ulike detaljnivåer. Utvalget har vurdert metoder som kan brukes til å beregne utslipps- og kostnadsvirkninger i Norge. For at en virkemiddelanalyse skal være nyttig for beslutningstaker, er det imidlertid ikke nok at den peker på hvilke muligheter myndighetene har – den må også

kunne si noe om virkninger av alternative virkemidler, samt hvordan disse samspiller med andre. Utvalget mener det i analyser av virkemidler også er viktig å fange opp effekten av virkemidlene på utslipp i utlandet, fordelingseffekter og ikke-prissatte effekter, som naturmangfold. Dette er i tråd med utredningsinstruksen, som stiller krav om utredning av positive og negative virkninger av alternative tiltak.

8.13.1 Behov for kunnskapsutvikling

Gjennomgangen viser at for en del typer virkemidler, som prisvirkemidler, direkte reguleringer og infrastrukturtiltak, har forvaltningen tilgang til metoder som er relativt godt egnet til å anslå kostnads- og utslippsvirkninger på mellomlang til lang sikt. Det kan imidlertid være behov for utvikling av metodene for å få en bedre representasjon av aktørenes atferd eller at forvaltningen i større grad tar i bruk andre eksisterende metoder enn de som aktivt brukes i dag. For analyser av effekter på kort sikt (mindre enn fem år) har forvaltningen i liten grad egnede metoder i dag (se nærmere omtale lenger bak). For analyser av effekter på lang sikt (2050) har forvaltningen tilgang til metoder som kan benyttes, men det trengs oppdateringer og tilpasninger for at de skal være egnet for analyser så langt fram i tid og i analyser hvor utslippene skal ned mot null (se kapittel seks for en mer detaljert diskusjon).

For enkelte typer virkemidler finnes det i liten grad godt egnede metoder, eller metodene kan være vanskelig å anvende. Dette gjelder enkelte virkemidler, som støtteordninger rettet mot utvikling og spredning av ny utslippsreducerende teknologi og støtte til andre prosjekter som legger til rette for framtidige utslippskutt, og informasjonsbaserte eller pedagogiske virkemidler. Videre er det ingen metoder som er egnet til å analysere prisvirkemidler som påvirker utslipp- og opptak skog- og arealbrukssektoren, eller virkemidler som påvirker økonomisk aktivitet i andre næringer og dermed etterspørselen etter areal. Det er heller ingen metoder som kan brukes til å analysere virkemidler som har til hensikt å påvirke avfallsstrømmene.

8.13.2 Vurdering av metoder for analyser av ulike typer virkemidler

Dette avsnittet oppsummerer utvalgets vurderinger og anbefalinger om forbedringer av metodene for analyser av kostnads- og utslippseffekter av ulike typer virkemidler. Utvalgets anbefalinger som gjelder på tvers av virkemiddeltyper presenteres i neste avsnitt.

Prisvirkemidler spiller en sentral rolle i norsk klimapolitikk. Modeller som beskriver aktørenes atferd, som makro-, sektor- og elastisitetmodeller, vurderes som mest egnet til analyser av denne typen virkemidler. Den generelle likevektsmodellen SNOW-NO har, sammenliknet med de andre modellene utvalget har vurdert, modellmekanismer og en relativt detaljert beskrivelse av sentrale utslippskilder som tilsier at modellen trolig er bedre egnet til analyser av endringer i sektorovergripende prisvirkemidler, som CO₂-avgift og kvotepris, og andre virkemidler, hvor det å fange opp indirekte virkninger som følge av vekselvirkninger i økonomien kan forventes å være av betydning for

treffsikkerheten. Det er imidlertid behov for å vurdere det empiriske grunnlaget og forbedre representasjonen av enkelte utslippskilder, som for eksempel industri og olje og gass. Siden utvikling av SNOW-NO vil være nyttig for analyser av flere virkemiddeltyper, diskuteres konkrete løsninger i neste avsnitt. Utvalget anbefaler også at viktige elementer i kvotesystemet som CO₂-kompensasjonsordningen for industrien modelleres i SNOW-NO. Tildeling av vederlagsfrie kvoter er nylig oppdatert i modellen. Andre makromodeller kan ha egenskaper som er nyttige til enkelte analyseformål.

Behovet for å gjøre enklere analyser av mindre avgiftsendringer, blant annet i forbindelse med statsbudsjettet, dekkes av elastisitetsmodellen KAJA. Siden det er gjort få norske empiriske studier av priselastisiteter, har Finansdepartementet i stor grad basert seg på utenlandske studier som er vurdert som relevante for Norge. Utvalget har ikke grunnlag for å vurdere hvor representative de er for norske forhold, men anbefaler at det vurderes å utføre norske studier av sentrale elastisiteter. Energimodeller som IFE-TIMES-Norway kan gi nyttig innsikt i hvordan prisvirkemidler påvirker kraftmarkedet og bruk av ulike energiteknologier, og kan utfylle SNOW-NO analysene.

For utredning av virkemidler rettet mot konkrete utslippskilder er det en fordel om utslippskilden er skilt ut i modellen. Da blir virkningene beregnet mer presist. Sektormodeller har ofte en mer detaljert beskrivelse av sektorene de representerer og/eller vesentlige virkemidler. De vil da ofte kunne analysere virkninger av aktørenes tilpasning til endret virkemiddelbruk bedre enn en makromodell, som vil ha en grovere beskrivelse av utslippskildene og aktørenes tilpasning. Når det gjelder virkemidler rettet mot transportsektoren, som infrastrukturtiltak og endret kollektivtilbud (inkl. billettpriser), vurderes verktøyene og modellene som brukes av transportmyndighetene som best egnet. Resultater fra transportmodellene brukes inn i nytteberegningsverktøy for å beregne samfunnsøkonomiske kostnader knyttet til transporttiltak. Dagens modeller fanger imidlertid ikke opp mulige indirekte effekter som følge av vekselvirkninger med andre deler av økonomien. Transport er en betydelig sektor i norsk økonomi og står for den største andelen av ikke-kvotepliktige utslipp. Utvalget anbefaler derfor å utforske mulighetene for å bruke resultater fra transportmodellene (for eksempel transportarbeid med ulike transportformer) inn i SNOW-NO. Det vil gi kunnskap om betydningen av mulige indirekte virkninger som følge av vekselvirkninger med resten av økonomien og utnytte styrkene ved de to modellene. Utvalget anbefaler også at transportmodellapparatet utvikles i retningen av at modellene samlet sett dekker valget mellom fossile og fossilfrie løsninger innen gods- og næringstransport.

Siden SNOW-NO og KAJA dekker behovet for analyser av hvordan avgiftspolitikken påvirker utslipp av klimagasser, mener utvalget at det ikke er spesielt behov for å forenkle person- og godstransportmodellene for å kunne gjøre slike analyser, som anbefalt i TBU (2020). Detaljert modellering av hva som påvirker transportvalg og geografisk inndeling er derimot en forutsetning for analyser av transporttiltak, og er en fordel i analyser av geografisk differensierte prisvirkemidler og samspill mellom prisvirkemidler og

transporttiltak.

Informasjon fra tiltaksanalyser kan brukes inn i virkemiddelanalyser, men tiltaksanalyser er ikke en virkemiddelanalyse. Dersom beslutninger i praksis fattes kun på grunnlag av informasjon fra tiltaksanalyser, er det særlig en fare for at beslutninger tas uten kjennskap til alle relevante samfunnsøkonomiske kostnader. Kostnadsanslagene i tiltaksanalysene inkluderer ikke virkemiddelkostnader, og kan derfor ikke direkte sammenliknes med anslag på samfunnsøkonomiske kostnader knyttet til endret virkemiddelbruk. Detaljert kunnskap fra tiltaksanalyser om kostnader og utslippsreduksjoner knyttet til fysiske tiltak er likevel nyttig i en del virkemiddelvurderinger. Miljødirektoratet har de senere årene supplert tiltaksanalysene med en kvalitativ vurdering av barrierer som må bygges ned for at de fysiske tiltakene skal realiseres og hvilke virkemidler som kan bidra til dette. Slik informasjon kan gi et godt grunnlag for å vurdere konkrete virkemidler eller virkemiddelpakker en ønsker å utrede videre.

Til analyser av *direkte reguleringer*, kan tiltaksanalyser i en del tilfeller være bedre egnet til å anslå den direkte utslippseffekten enn større modeller. En del reguleringer er rettet mot smalere utslippssegment, hvor det er behov for informasjon på et detaljnivå som kan utnyttes i tiltaksanalyser. For analyser av direkte reguleringer av et større antall aktører eller utslippskilder, kan makromodeller og partielle modeller, gi informasjon om hvordan effekten forplanter seg til resten av økonomien/sektoren via ulike atferdsrespons. Det forutsetter at modellen er disaggregert nok til å kunne fange opp effekten av reguleringen på en god måte. Hverken makromodellene eller transportmodellene er for eksempel særlig egnet til å analysere så spesifikke virkemidler som lavutslippskrav til kjøretøy i offentlige anbud. Ulike metoder kan også supplere hverandre. For eksempel kan mer detaljerte analyser brukes til å belyse nyanser i innretningen på reguleringer, mens modeller kan brukes til å belyse pris- og inntektseffekter.

Støtteordninger er også viktige virkemidler i klimapolitikken. Prosjektanalyser kan bidra med informasjon om direkte utslippseffekter av støtte til implementering av ny teknologi og andre tiltak. Fordelen er at det er mulig å utnytte detaljert informasjon om prosjektene som mottar støtte. For å få kunnskap om hvorvidt støtteordningene er hensiktsmessig innrettet, mener utvalget at det i større grad bør legges til rette for eksterne evalueringer og økonometriske studier. Det bør også gjennomføres mer transparente og grundige vurderinger av ordningenes utløsende effekt. Makro- og sektormodeller kan i større grad benyttes til å analysere indirekte markedseffekter for en del typer støtte. Hverken prosjektanalyser eller modellene som utvalget har vurdert kan per i dag brukes til å analysere langsiktige utslippseffekter av støtte til utvikling og spredning av nye teknologier. Hovedformålet med flere av de klimarelevante støtteordningene er å korrigere for eksterne virkninger knyttet til innovasjon, læringseffekter og nettverkseffekter. Økonometriske metoder kan brukes til å studere indikatorer på innovasjon, som utløst kapital, patenter, teknologiadopsjon osv. Teknologit utvikling og -spredning er en type virkninger som er utfordrende å

kvantifisere og utvalget anbefaler ikke å prioritere utvikling av modeller med endogen teknologiutvikling. Utvalget mener at det for store teknologiutviklingsatsinger kan gi nyttig kunnskap å synliggjøre et mulig spenn i utslippsreduksjoner basert på ulike antakelser om for eksempel lærings- og nettverkseffekter. Dette gjelder særlig støtte til implementering, hvor den direkte utslippseffekten er kjent, men hvor mye av støtten er begrunnet i denne typen markedssvikt og andre typer barrierer. Det er vanskelig å isolere bidraget fra norsk støtte fra virkningen av teknologisk utvikling internasjonalt. Slike analyser bør derfor trolig suppleres med en kvalitativ vurdering av hvordan støtten kan bidra til de langsiktige utslippseffektene. Utvalget anbefaler at dette, i likhet med ordningenes utløsende effekt, utredes nærmere av en ekstern instans.

Informasjonsvirkemidler og dulting kan være aktuelle i situasjoner med manglende informasjon, nåtidsskjevhet, og ulike barrierer som påvirker aktørenes tilpasning (jf. diskusjonen i Grønn skattekommisjon, NOU 2015: 15). Effekten av slike virkemidler er også utfordrende å analysere, og makro- og sektormodeller egner seg dårlig. Økonometriske metoder kan i stedet brukes, både til å avdekke behovet for slike virkemidler og til å anslå effekten av dem.

8.13.3 Anbefalinger som gjelder på tvers av virkemidler

SNOW-NO er sentral i forvaltningens arbeid med klimaanalyser og kan brukes til analyser av flere typer virkemidler som påvirker større deler av økonomien. Utvalget anbefaler derfor at det brukes ressurser på å holde modellen oppdatert og innarbeide ny informasjon om teknologier der det er hensiktsmessig. Videre anbefaler utvalget at det gjøres en vurdering av om det er behov for å oppdatere det empiriske grunnlaget for modellen.

Utvalget mener det er særlig behov for bedre representasjon av utslippsreduksjonsmulighetene innen prosessutslipp fra industrien og olje og gass for å kunne analysere virkemidler rettet mot disse utslippskildene, som CO₂-avgift på utslipp fra petroleumsvirksomhet og endringer i kvotesystemet. På en del områder skjer det også rask teknologiutvikling. Ny teknologiinformasjon kan innarbeides som konkrete teknologivalg eller marginalkostnadsfunksjoner. Sistnevnte ble gjort i MSG-Tech, en generell likevektsmodell tilsvarende SNOW-NO, hvor informasjon fra blant annet *Klimakur 2020* ble brukt til å estimere marginalkostnadskurver for å få en mer realistisk modellering av utslippsreduksjonsmulighetene for prosessindustrien og olje og gass (se for eksempel Fæhn & Isaksen (2016)). Teknologiinformasjon kan hentes fra ulike kilder, inkludert andre modeller/metoder, som for eksempel TIMES og tiltaksanalyser.

Et alternativ til å integrere teknologiinformasjon i SNOW-NO er å koble SNOW-NO til en sektormodell som inkluderer relevante teknologier, som IFE-TIMES-Norway. Utvalgets vurdering er at hard kobling mellom modeller trolig er en mer ressurskrevende og mindre fleksibel løsning, mens myk kobling kan skape utfordringer med konsistens. Selv om utvalget anbefaler å innarbeide teknologiinformasjon i

SNOW-NO, kan det være problemstillinger hvor det er mer hensiktsmessig med andre løsninger.

Utvalget anbefaler også at SNOW-NO videreutvikles til å ha en bedre representasjon av energisektoren. I dag er teknologien for ny kapasitet representert ved dagens gjennomsnitt, som domineres av vannkraft. Siden elektrifisering er sentralt for utslippsreduksjoner i mange sektorer, vil virkninger i kraftmarkedet påvirke kostnadene knyttet til gjennomføring av klimapolitikken.

Ved større omlegginger i klimapolitikken kan det være vesentlig å få kunnskap om ikke bare aggregerte kostnader, men også konsekvenser for markeder for enkelte knappe ressurser. Eksempler er fornybar energi, areal og spesialisert arbeidskraft. Utvalget har kun vurdert metoder for å belyse virkninger for energimarkedene og skog- og arealbruk. Sistnevnte er også en viktig kilde til opptak og utslipp av klimagasser. Ettersom flere aktiviteter elektrifiseres, blir det særlig relevant med analyser av virkninger for kraftmarkedet. Selv om SNOW-NO utvikles til å ha en bedre representasjon av kraftmarkedet, vil modellen trolig fremdeles være for aggregert til å fange opp en del virkninger i energimarkedene. For mer detaljerte analyser av samspillet mellom klimapolitikken og tilgangen på kraft og etter hvert hydrogen, vil energimodeller, som for eksempel TIMES, alene eller koblet til en CGE-modell være bedre egnet. Utvalget anbefaler derfor at forvaltningen i større grad å ta i bruk energimodeller, for eksempel videreutvikle TIMES-NVE slik at den egner seg bedre for klimaanalyser, eller eventuelt å inngå enda tettere og mer forpliktende samarbeid med IFE om bruk av deres TIMES-modell. Videre anbefaler utvalget at det vurderes å kombinere SNOW-NO og kraft- eller energimodeller, som TIMES, i større grad enn i dag. Gitt integrasjonen mellom norsk og europeisk kraftmarked, vil det også være en fordel med modeller som fanger opp samspill mellom norsk og europeiske kraftmarked. For en mer detaljert vurdering av energimodeller, se kapittel 6.

Utslipp og opptak fra skog- og arealbruk vil bli en relativt viktigere utslippskilde, dersom utslipp fra fossil energibruk reduseres framover. Utvalget peker på behov for metodeutvikling for bedre å forstå drivere for utslipp og opptak i sektoren, og hvordan virkemidler påvirker disse. Det er særlig behov for økt forståelse for hvilke virkemidler som påvirker tilbud eller etterspørsel etter areal. Som et første skritt er det behov for økt forståelse for og fortrinnsvis kvantifisering av sammenhengen mellom utviklingen i ulike næringer og etterspørsel etter ulike typer areal, for å kunne analysere økonomiske virkemidler og andre virkemidler som påvirker skog- og arealbrukssektoren direkte eller indirekte. På sikt mener utvalget at det ville vært nyttig med et modellapparat som også fanger opp virkninger av økonomisk aktivitet, og som gjør det mulig å analysere virkningen av insentivbaserte virkemidler som påvirker utslipp og opptak fra skog- og arealbrukssektoren. Et mulig første steg kan være å lage en enkel ettermodell til SNOW-NO. Det vil også legges til rette for å vurdere effekter av brede virkemidler med betydning for flere sektorer, for eksempel som følge av regelverk knyttet til EUs grønne giv. Utvalget anbefaler også at det følges med på og vurderes hvordan en etter hvert kan utnytte arbeid i Statistisk sentralbyrå med utvikling av arealbruksstatistikk,

økosystemtjenester fra areal og mulighetene for å knytte dette opp mot nasjonalregnskapet.

Når det gjelder jordbruk, er det behov for å se flere virkemidler i sammenheng. Årsaken er at målene og virkemidlene i jordbrukspolitikken er sammensatte. Utvalget mener at Jordmod er best egnet til analyser av langsiktige kostnads- og utslippseffekter av større endringer i jordbrukspolitikken (som produksjonsstøtte og kjøttavgift) og handlingsrommet i tollvernet, og anbefaler at forvaltningen i større grad engasjerer seg i videreutvikling av denne modellen. Utvalget anbefaler at modellen videreutvikles i lys av hva som er viktig for klimaanalyser. Det er rom for forbedringer av både tilbuds- og etterspørselssiden i modellen. Utvalget anbefaler videre å følge med på utvikling av andre modeller for jordbruket, slik som FarmDyn, som kan supplere bruken av Jordmod. Forvaltningen mangler blant annet metoder for å beregne utslippseffekter av endringer i virkemiddelbruk på kort sikt. Utvikling av FarmDyn kan være relevant for å møte dette behovet. Et annet forslag er å utnytte data fra søknader om produksjonstilskudd kombinert med utslippskoeffisienter, for å anslå utslippseffekter av virkemiddelbruk på kort og mellomlang sikt.

Utvalget mener det er viktig å utvikle metoder som kan belyse samspill mellom virkemidler. Makro- og sektormodeller kan være velegnet gitt at modellene inkluderer de aktuelle virkemidlene og har god representasjon av viktige utslippskilder. SNOW-NO kan blant annet brukes til å belyse samspill mellom prisvirkemidler og omsetningskrav for biodrivstoff, og mellom prisvirkemidler og enkelte støtteordninger. En styrke er at modellen fanger opp kostnader ved slike samspill. Enkelte typer virkemidler, som informasjonsvirkemidler og støtte til teknologiutvikling, er utfordrende å analysere i *ex ante*-modeller, og derfor også utfordrende å analysere i samspill med andre virkemidler. En mulighet for å belyse samspill er å gjøre justeringer i modellen basert på resultater fra andre metoder, for eksempel resultater fra felteksperimenter om virkningen av informasjonsvirkemidler. Bruk av læringsrater i modeller vil også bidra til å belyse mulig samspill mellom støtte til teknologisk utvikling og for eksempel prisvirkemidler. Det finnes også noe forskning som ser på effekter *ex post* av å kombinere informasjonsbaserte virkemidler og dulting (dels med økonomiske insentiver), ofte basert på lab- og felteksperimenter.

8.13.4 Modellenes empiriske grunnlag

Resultatene fra analyser med alle modeller avhenger av kvaliteten på det empiriske grunnlaget og et sett med antakelser. Utvalget anbefaler at det undersøkes hvilke parametere som er av størst betydning for resultatene i modellene og at det gjøres en vurdering av om det er behov for å oppdatere det empiriske grunnlaget. Det bør undersøkes om det finnes relevante økonometriske studier basert på nyere data og om det er annen relevant kunnskap som kan styrke grunnlaget for tallfesting av elastisitetene i modellene.

Videre mener utvalget at det bør vurderes å gjøre økonometriske studier av pris- og substitusjonselastisiteter

på norske data. Disse kan bidra til å styrke grunnlaget for tallfesting av parametere i modeller, som for eksempel SNOW og KAJA, men også til å gjøre enklere beregninger av utslippseffekter. Slike økonometriske analyser vil kreve tilrettelegging av relevante data.

Ved bruk av elastisiteter basert på historiske data, bør det sannsynliggjøres at den estimerte elastisiteten er relevant for situasjonen som analyseres og at forholdene/data som elastisiteten er estimert på bakgrunn av ikke er vesentlig endret. TBU klima (2020) viser at nivået på priselastisiteter varierer mellom land, men at de også er følsomme for blant annet valg av metoder og data. Det tilsier at studier på nyere norske data bør inngå i utviklingsarbeidet. Samtidig mener utvalget at en ikke bør legge for stor vekt på ett enkelt estimat eller en enkelt studie, men også se hen til tilsvarende studier fra naboland og/eller resultatene i metastudier.

På områder hvor det er forventet at forhold som påvirker aktørenes tilpasning vil endres betydelig, blant annet som følge av teknologisk utvikling, vil ikke nødvendigvis elastisiteter basert på historiske data gi en god representasjon av framtidige tilpasninger. Det er derfor behov for å inkludere kunnskap om utvikling i teknologi og økonomiske forhold i tallfestingen av parametere. Her er det nyttig å hente inn ulike typer ekspertkunnskap.

8.13.5 Utvikling av metoder for analyser av kortsiktige utslipps- og kostnadsvirkninger

Med unntak av nybilkjøpsmodellen til TØI er det ingen modeller som forvaltningen har tilgang til som er egnet til analyser av kortsiktige kostnads- og utslippseffekter av virkemidler. Det er særlig behov for modeller som kan brukes til å anslå virkningen av prisvirkemidler og større endringer i politikken, både med tanke på utslipp og eventuelle omstillingskostnader. Statistisk sentralbyrå (SSB) har, på oppdrag fra utvalget, vurdert mulige løsninger for å gjøre SNOW-NO og KVARTS bedre egnet for kortsiktige klimaanalyser, samt enklere løsninger. De har også kommet med anbefalinger om veien videre.

Utvalget har ikke tatt stilling til hvilke(n) løsning(er) som foretrekkes, men anbefaler at forvaltningen i samarbeid med SSB kommer fram til hva som er mest fornuftig vei videre, samt prioriterer ressurser til dette arbeidet. Utvalget støtter anbefalingen i Bye et al. (2023) om en skrittvis uttesting og mener det virker fornuftig å utforske muligheter for utvikling av en priselastisitetsmodell som KAJA med kortsiktige elastisiteter. Dette er en modell som er enkel å bruke og egner seg til analyser av årlige mindre endringer i avgiftspolitikken. Utvalget mener også at til analyser av kortsiktige virkninger av endringer i bilavgiftene, kan nybilkjøpsmodellen til TØI brukes, eventuelt tidligere elastisiteter estimert med modellen som en forenklet metode. Samtidig ser utvalget at bruk av denne typen modeller har begrensninger i form av at bare deler av økonomien er inkludert og at den ikke kan brukes til å anslå kostnadene ved klimapolitikken, inkludert eventuelle omstillingskostnader. De vil derfor ikke fullt ut svare på forvaltningens informasjonsbehov.

Når det gjelder videre arbeid med å supplere SNOW-

NO med kortsiktsegenskaper, peker Bye et al. (2023) på flere alternative framgangsmåter, der innarbeiding av en lønnskurve å la KVARTS' blant annet framheves som aktuelt. Det kan imidlertid tenkes at bedre og enklere alternativer dukker opp i kjølvannet av en skrittvis eksperimentering. Bye et al. (2023) skisserer flere slike skritt.

Utvalget mener at det vil være at det vil være nyttig å sammenlikne resultater fra tilsvarende analyser med KVARTS og SNOW-NO. Hensikten er å lære mer om hvor modellene avviker vesentlig fra hverandre, hvilke egenskaper som slår mye ut og hvilke forskjeller det resulterer i når det gjelder kostnader og utslipp. Det er særlig interessant å sammenlikne avvikene på kort og lang sikt. Det kan også være nyttig å sammenlikne resultatene i KAJA ved et avgiftsskift med tilsvarende resultater i SNOW-NO, samt med langtidseffektene i KVARTS. En eventuell ny variant av KAJA med korttidselastisiteter kan likeledes sammenliknes med kortsiktseffektene i KVARTS.

Bye et al. (2023) konkluderer med at beslutningsgrunnlaget i dag ikke godt nok for å velge retning på metodeutviklingen for å analysere kortsiktseffekter av klimapolitikk. Etter utvalgets syn vil elastisitetsmodeller trolig ikke fullt ut dekke forvaltningens behov for kortsiktsanalyser. Utvalget mener at det etter utprøvede faser bør gjøres en vurdering av hvilke varige løsninger som best vil dekke forvaltningens behov.

8.13.6 Vurdering av om politikken er i tråd med lavutslippsmålet for 2050

Utvalget har ikke vurdert utvikling av metoder som kan brukes til å kvantifisere virkninger mot 2050 av enkeltvirkemidler. Med en slik tidshorisont vil usikkerheten i anslagene kunne forventes å være stor i forhold til forventet virkning. Utvalget mener det likevel er nyttig å vurdere om virkemidler som vurderes innført i dag er i tråd med lavutslippsmålet for 2050, for eksempel basert på Klimautvalget 2050s forslag til sjekklister (NOU 2023: 25). Til større endringer av klimapolitikken kan det være nyttig å gjennomføre scenarionalyser med modeller som er egnet til formålet. Dette drøftes mer inngående i kapittel 6.

8.13.7 Virkninger i utlandet

Utvalget har først og fremst vurdert metoder for utslippseffekter i Norge. Norsk politikk kan imidlertid føre til endringer i utslipp i utlandet blant annet via handel. Utvalget anbefaler derfor at det også utredes utslippseffekter i utlandet, når disse anses å være vesentlige (jf. også anbefalingene fra Klimautvalget 2050, NOU 2023: 25). For enkelte typer virkemidler fins det modeller som kan brukes, slik som globale makromodeller (SNOW-GLO og GRACE-Nor), energimodeller (Balmorel, EMPIRE og IFE-TIMES-Europa) og jordbruksmodeller (CAPRI og til dels Jordmod). Det bør vurderes om det er behov for å videreutvikle noen av disse modellene, eller utvikle nye metoder, for å kunne gjøre bedre vurderinger av utslippseffekter i utlandet. Det er også mulig å lage en ettermodell til SNOW-NO, der man kobler utslippskoeffisienter til import og eksport av ulike produkter for å fange opp utslippseffekter i utlandet på

en forenklet måte. Utslipp i utlandet kan også påvirkes via klimapolitikken i EU, i første rekke kvotesystemet. Her er det først og fremst behov for god kunnskap og forståelse for disse sammenhengene. Det samme gjelder for utslippseffekter av norske satsinger i utlandet, slik som regnskogsatsingen.

8.13.8 Håndtering av usikkerhet og transparens

En rekke parametere som er nødvendige for å analysere effekten av virkemidler vil alltid være usikre. Det er derfor viktig å vite hvor robuste resultatene er for endringer og usikkerhet i sentrale forhold i analysen. Utvalget anbefaler derfor at det gjennomføres følsomhets-/scenario-/usikkerhetsanalyser, for større endringer i virkemidler eller der usikkerheten er forventet å være stor. I tillegg er det viktig å forklare viktige usikkerhetsfaktorer og hvordan de påvirker resultatene.

Utvalget mener at det bør legges større vekt på å etterprøve modellresultater. Siden dette er ressurskrevende er det mest relevant for modeller som brukes jevnlig til større analyser. Videre anbefaler utvalget å sammenlikne resultater fra tilsvarende analyser på tvers av modeller med samme dekningsområde. Det vil være særlig aktuelt å gjennomføre denne typen analyser av virkemidler hvor det er flere modeller som kan benyttes, som prisvirkemidler. Kunnskap om eventuelle forskjeller og årsaken til disse kan bidra til økt transparens om usikkerheten i resultatene som modellene produserer, men kan også brukes til videreutvikling av metodene.

Det er generelt vanskelig å gjøre gode vurderinger av usikkerheten i modellanalyser, ettersom modellresultatene avhenger både av modellspesifikasjonen og tallfesting av en rekke parametere. Et supplement kan derfor være å gjøre kvalitative vurderinger av om en gitt modell kan anslå resultatet av et bestemt virkemiddel basert på ekspertkunnskap.

9. Litteraturliste

- Abate, T. G., Belay, D. G., & Tveterås, R. (2022) *Incentive or Punishment for Better Environmental Outcome? Evidence from a Group Output Regulation in Norwegian Aquaculture*. <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4100988>
- Ahang, M., Seljom, P. M. S., & Tomasgard, A. (2023). Analysis of the impact of demand response on the Norwegian energy system. *Energy Systems*, 1-28. <https://doi.org/10.1007/s12667-023-00619-7>
- Aktivitetsforskriften. (2011). *Forskrift om utføring av aktiviteter i petroleumsvirksomheten* (FOR-2010-04-29-613). <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2010-04-29-613>
- Aune, F. R., & Fæhn, T. (2016). *Makroøkonomisk analyse for Norge av klimapolitikken i EU og Norge mot 2030* (Rapporter 2016/25). https://www.ssb.no/natur-og-miljo/artikler-og-publikasjoner/_attachment/277844?_ts=1570a02f320
- Aune, F. R., Cappelen, Å., & Mæland, S. (2020). *Konsekvenser av redusert petroleumsvirksomhet. Makroøkonomiske effekter av politiske tiltak for å redusere norsk produksjon av olje og gass* (Rapporter 2020/38). Statistisk sentralbyrå. https://www.ssb.no/nasjonalregnskap-og-konjunkturer/artikler-og-publikasjoner/_attachment/435324?_ts=17563963dc0
- Avfallsforskriften. (2004). *Forskrift om gjenvinning og behandling av avfall* (FOR-2004-06-01-930). https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2004-06-01-930/KAPITTEL_11#KAPITTEL_11
- Backe, S., Skar, C., del Granado, P. C., Turgut, O., & Tomasgard, A. (2022). EMPIRE: An open-source model based on multi-horizon programming for energy transition analyses. *SoftwareX*, 17, 100877. <https://doi.org/10.1016/j.softx.2021.100877>
- Bakkestuen, V., Venter, Z., Ganerød, A. J., & Framstad, E. (2023). Delineation of Wetland Areas in South Norway from Sentinel-2 Imagery and LiDAR Using TensorFlow, U-Net, and Google Earth Engine. *Remote Sensing*, 15(5), 1203. <https://doi.org/10.3390/rs15051203>
- Beckman, J., Hertel, T. & Tyner, W. (2011). Validating energy-oriented CGE models. *Energy Economics*, 33(5), 799-806. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2011.01.005>
- Bergquist, M., Nilsson, A., Harring, N., & Jagers, S. (2021). *Determinants for accepting climate change mitigation policies: A meta-analysis*. <http://dx.doi.org/10.21203/rs.3.rs-333840/v1>
- Bjertnæs, G. H. M., Boug, P., von Brasch, T., Bye, B., Cappelen, Å., Fæhn, T., Graber, M., Gundersen, T. S., Hammersland, R., Holmøy, E., Hungnes, H., Jasinski, M., Kausahl, K. R., Kolsrud, D., Quaghebeur, E., Skretting, J., Stølen, N. M., Tretvoll, H., Vigtel, T. C. (2023). *Utfordringer for lønnsdannelsen og norsk økonomi* (Reports 2023/99). Statistisk sentralbyrå.
- Breivik, A-L., Habbestad, A. & Nilsskog, M. (2021). *Dulging i skattemeldingen hjelper folk til å rapportere riktig*. Skatteetaten. <https://www.skatteetaten.no/en/about-the-tax-administration/analyse-og-rapporter/analysenytt/dulging-i-skattemeldingen-hjelper-folk-til-a-rapportere-riktig/>
- Bruvoll, A. & Fæhn, T. (2006). Transboundary effects of environmental policy: Markets and emission leakages. *Ecological Economics*, 59(4), 499-510. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2005.11.015>
- Bruvoll, A., Midttømme, K., Tennbakk, B., Fjose, S., Høiseith-Gilje, K., Myklebust, A., Rosendahl, K. E., Skjeflo, S., Syrstad, R. S., & Stokke, O. M. (2018a). *Områdegjennomgang av støtteordninger i klimapolitikken* (MENON-PUBLIKASJON NR. 1/2018). <https://www.menon.no/wp-content/uploads/2018-1-Omr%C3%A5degjennomgang-klima.pdf>
- Bruvoll, A., Høiseith-Gilje, K., Grorud, C., & Pedersen, S. (2018b). *Evaluering av Klimasats. 2016-bevilgninger* (MENON-PUBLIKASJON NR. 23/2018). <https://www.menon.no/wp-content/uploads/2018-23-F%C3%B8lgeevaluering-Klimasats.pdf>
- Bruvoll, A., Grorud, C., & Høiseith-Gilje, K. (2018c). *Evaluering av Klimasats. 2017-tildelinger, og vurdering av effekter og ringvirkninger av gjennomførte prosjekter* (MENON-PUBLIKASJON NR. 111/2018). <https://www.menon.no/wp-content/uploads/2018-111-Klimasats-evaluering-2016-2017-1.pdf>
- Bruvoll, A., Høiseith-Gilje, K., Grorud, C., & Aamo, A. (2019). *Følgeevalueringer av Klimasats. Tildelinger 2016-2018*. (MENON-PUNLIKASJON NR. 80/2019). <https://www.menon.no/wp-content/uploads/2019-80-F%C3%B8lgeevaluering-av-Klimasats.pdf>
- Bye, B., Fæhn, T., Heggedal, T. R., Jacobsen, K., & Strøm, B. (2008). *An innovation and climate policy model with factor-biased technological change: A small, open economy approach* (Rapporter 2008/22). Statistisk sentralbyrå. https://www.ssb.no/a/english/publikasjoner/pdf/rapp_200822_en/rapp_200822_en.pdf
- Bye, B., Hagem, C., Halvorsen, B., & Larsen, B. M. (2016). Evaluering av virkemidler for å fremme energieffektivisering. *En oversikt over økonomisk litteratur* (Rapporter 2016/16). Statistisk sentralbyrå. https://www.ssb.no/energi-og-industri/artikler-og-publikasjoner/_attachment/263421?_ts=15437e40110
- Bye, B., Fæhn, T. & Kaushal, K. R. (2021). *Klimaeffekt av poster på statsbudsjettet – Uttesting av simuleringer med SNOW-modellen* (Rapporter 2021/31). Statistisk sentralbyrå. https://www.ssb.no/natur-og-miljo/forurensning-og-klima/artikler/klimaeffekt-av-poster-pa-statsbudsjettet/_attachment/inline/f628b339-9fc2-4442-a2aa-7179e3f8373d:7d465c16f6eb85db358ce8dc0005b268ad107639/RAPP2021-31.pdf

- Bye, B., Kaushal, K. R. & Storrøsten, H. B. (2022). *EU's suggested carbon border adjustment mechanism. Impact on Norwegian industries* (Reports 2022/48). Statistisk sentralbyrå. https://www.ssb.no/en/natur-og-miljo/miljoregnskap/artikler/eus-suggested-carbon-border-adjustment-mechanism/_/attachment/inline/0d3646b3-57b2-4712-9a44-82662aa154f9:87a952268dd98c2f878095f1b9bd97111efef58a/RAPP2022-48.pdf
- Bye, B., Cappelen, Å. & Fæhn T. (2023). *Metoder for klimaanalyser av kortsiktige utslipps og kostnadseffekter* (Rapporter 2023/48). Statistisk sentralbyrå.
- Böhringer, C., Bye B., Fæhn T. & Rosendahl K. E. (2017). Targeted carbon tariffs – Carbon leakage and welfare effects. *Resource and Energy Economics*, 50, 51–73. <https://doi.org/10.1016/j.reseneeco.2017.06.003>
- Böhringer, C., Peterson, S., Rutherford, T. F., Schneider, J., & Winkler, M. (2021). Climate policies after paris: Pledge, trade and recycle: Insights from the 36th energy modeling forum study (emf36). *Energy Economics*, 103, 105471. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105471>
- Carbone, J. C., Bui, L. T., Fullerton, D., Paltsev, S. & Sue Wing, I. (2022). When and how to use economy-wide models for environmental policy analysis. *Annual review of resource economics*, 14, 447–465. <https://dx.doi.org/10.1146/annurev-resource-111820-015737>
- Carlsson, F., Gravert, C., Johansson-Stenman, O., & Kurz, V. (2021). The use of green nudges as an environmental policy instrument. *Review of Environmental Economics and Policy*, 15(2), 216–237. <https://doi.org/10.1086/715524>
- CAT. (2023). *The Climate Action Tracker*. <https://climateactiontracker.org/>
- Chen, Y-H. H, Paltsev, S., Gurgel, A., Reilly, J. M. & Morris, J. (2022). *The MIT EPPA7: A Multisectoral Dynamic Model for Energy, Economic, and Climate Scenario Analysis* (Report 360). MIT Joint Program on the Science and policy of Global Change. https://globalchange.mit.edu/sites/default/files/MITJPSPGC_Rpt360.pdf
- Ciccone, A. (2018). Environmental effects of a vehicle tax reform: empirical evidence from Norway. *Transport policy*, 69, 141–157. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2018.05.002>
- Civitas, Insam AS, SUM UIO & CICERO. (2020). *Hvordan dokumentere effektene av Klimasats? Effektevaluering av Klimasats i perioden 2016-2020 med forslag til nye dokumentasjonsmetoder*. <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m1803/m1803.pdf>
- Dahl, G. E. & Kirk, J. S. (2022). *Analyse af CO₂-afgift*. Danish Research Institute for Economic Analysis and Modelling. <https://dreamgruppen.dk/publikationer/2022/maj/analyse-af-co2-afgift/>
- De Økonomiske Råd. (2022). *Opdaterte beregninger af dansk klimapolitik frem mod 2030*. https://dors.dk/files/media/rapporter/2020/m20/baggrundsmateriale/notat_opdaterede_beregninger_af_dansk_klimapolitik_frem_mod_2030_23aug2022.pdf
- Deschenes, O., & Meng, K. C. (2018). Quasi-experimental methods in environmental economics: Opportunities and challenges. *Handbook of environmental economics*, 4, 285–332. <https://doi.org/10.1016/bs.hesenv.2018.08.001>
- Department for Business, Energy and Industrial Strategy. (2021). *Impact Assessment for the sixth carbon budget*. https://www.legislation.gov.uk/ukia/2021/18/pdfs/ukia_20210018_en.pdf
- DFØ. (2023a). *Utredning og analyse av statlige tiltak*. <https://dfo.no/fagomrader/utredning-og-analyse-av-statlige-tiltak>
- DFØ. (2023b). *Veileder i samfunnsøkonomiske analyser*. <https://dfo.no/fagomrader/utredning-og-analyse-av-statlige-tiltak/samfunnsokonomiske-analyser/veileder-i-samfunnsokonomiske-analyser>
- DNV. (2022). *Energy transition Norway 2022. A national forecast to 2050*. https://www.norskindustri.no/siteassets/dokumenter/rapporter-og-brosjyrer/energy-transition-norway/2022/energy-transition-norway-2022_web.pdf
- DNV. (2023). *Barometer for grønn omstilling av skipsfarten* (Rapportnr.: 2022-1359). <https://www.regjeringen.no/contentassets/721694c49dd942cf816f8587a16f6b6d/barometer-for-gronn-omstilling-av-skipsfarten-2022-dnv.pdf>
- DREAM. (2023, 27. januar). *Nye grønne regnemetoder i dansk økonomi*. <https://dreamgruppen.dk/nyheder/2023/januar/nye-groenne-regnemetoder-i-dansk-oekonomi/>
- Durakovic, G., Zhang, H., Knudsen, B. R., Tomasgard, A., & del Granado, P. C. (2023). Decarbonizing the European energy system in the absence of Russian gas: Hydrogen uptake and carbon capture developments in the power, heat and industry sectors. *arXiv preprint arXiv:2308.08953*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2308.08953>
- Energistyrelsen. (2022). *Tekniske analyser til baggrund for Klimaprogram 2022*. <https://ens.dk/service/fremskrivninger-analyser-modeller/tekniske-analyser-til-baggrund-klimaprogram-2022>
- Enova. (2020). *Avtale om forvaltningen av midlene fra klima- og energifondet for perioden 2021-2024*. https://www.enova.no/download?objectPath=upload_images/1196A94233F8483DB065C924860BCE4D.pdf&filename=Vedlegg%201a%20-%20Avtale%20om%20forvaltningen%20av%20midlene%20fra%20klima-%20og%20energifondet%20for%20perioden%202021-2024.pdf
- Enova. (2023). *Om Enova*. <https://www.enova.no/om-enova/>
- Espegren, K. A., Haaskjold, K., Rosenberg, E., Damman, S., Mäkitie, T., Andersen, A. D., Skjølvold, T. M. & Piscicella, P. (2023). *NTRANS Socio-technical pathways and scenario analysis* (NTRANS Report 02/23). NTNU. <https://www.ntnu.no/documents/1284688443/1285504199/NTRANS+report+2-2023+socio+technical+scenarios.pdf/c19bc9ef-1b1a-d425-c3ba-285772a4f662?t=1698148076828>

- European Scientific Advisory Board on Climate Change. (2023). *Scientific advice for the determination of an EU-wide 2040 climate target and a greenhouse gas budget for 2030–2050*. <https://climate-advisory-board.europa.eu/reports-and-publications/scientific-advice-for-the-determination-of-an-eu-wide-2040>
- Europakommisjonen. (2018). *IN-DEPTH ANALYSIS IN SUPPORT OF THE COMMISSION COMMUNICATION COM(2018) 773*. https://climate.ec.europa.eu/system/files/2018-11/com_2018_733_analysis_in_support_en.pdf
- Europakommisjonen. (2020). Commission staff working document - Impact assessment. https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:749e04bb-f8c5-11ea-991b-01aa75ed71a1.0001.02/DOC_1&format=PDF
- Europakommisjonen. (2023). *Modelling tools for EU analysis*. https://climate.ec.europa.eu/eu-action/climate-strategies-targets/economic-analysis/modelling-tools-eu-analysis_en
- Finansdepartementet (2021a). *Beregningskonvensjoner. Grunnlag for Finansdepartementets beregninger av skatte- og avgiftsendringer i statsbudsjettet for 2022*. <https://www.regjeringen.no/contentassets/5cbef77c722c4a8ea23d5a035979ddeb/beregningskonvensjoner2022.pdf>
- Finansdepartementet. (2021b). *Prinsipper og krav ved utarbeidelse av samfunnsøkonomiske analyser* (Nr. R-109/2021) [Rundskriv]. https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/fin/vedlegg/okstyring/rundskriv/faste/r_109_2021.pdf
- Finansdepartementet (2022). *Dokumentasjon av utarbeidelse av fremskrivninger av utslipp av klimagasser i Nasjonalbudsjettet for 2023*. <https://www.regjeringen.no/contentassets/9537aa8aeb3a42368722ebbcf29ab6c8/dokumentasjon-av-fremskrivninger-av-utslipp-til-luft-i-nasjonalbudsjettet-for-2023-2724979-002.pdf>
- Finseraas, H., & Kotsadam, A. (2013). Hvordan identifisere årsakssammenhenger i ikke-eksperimentelle data? En ikketeknisk introduksjon. *Tidsskrift for samfunnsforskning*, 54(03), 371-387. <https://doi.org/10.18261/ISSN1504-291X-2013-03-06>
- Fiva, J. H. & Halse, A. H. (2016). Local favoritism in at-large proportional representation systems. *Journal of Public Economics*, 143, 15-26. <https://doi.org/10.1016/j.jpubeco.2016.08.002>
- Folgerø, I. K., Harding, T., & Westby, B. S. (2020). Going fast or going green? Evidence from environmental speed limits in Norway. *Transportation research part D: transport and environment*, 82, 102261. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102261>
- Forurensningsloven. (1981). *Lov om vern mot forurensninger og om avfall* (LOV-1981-03-13-6). <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1981-03-13-6>
- Fridstrøm, L., & Østli, V. (2021). Direct and cross price elasticities of demand for gasoline, diesel, hybrid and battery electric cars: the case of Norway. *European Transport Research Review*, 13(1), 1-24. <https://doi.org/10.1186/s12544-020-00454-2>
- Fridstrøm, L. & Østli, V. (2021b). *Bilavgiftenes klimaeffekt* (TØI rapport 1820/2021). TØI. <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=55283>
- Furtenback, Ö. (2009). Demand for waste as fuel in the Swedish district heating sector: A production function approach. *Waste management*, 29(1), 285-292. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2008.02.027>
- Fæhn, T., Isaksen, E. T., Jacobsen, K. & Strøm, B. (2013a). *MSG-TECH: Analysis and documentation of a general equilibrium model with endogenous climate technology adaptations* (Reports 2013/47). Statistisk sentralbyrå. <https://www.ssb.no/en/nasjonaltregnskap-og-konjunkturer/artikler-og-publikasjoner/msg-tech-analysis-and-documentation-of-a-general-equilibrium-model-with-endogenous-climate-technology-adaptations>
- Fæhn, T. & Isaksen, E. T. & Rosnes, O. (2013b). *Kostnadseffektive tilpasninger til togradersmålet i Norge og EU fram mot 2050* (Rapporter 39/2013). Statistisk sentralbyrå. https://www.ssb.no/natur-og-miljo/artikler-og-publikasjoner/_attachment/138749?ts=14134c863d0
- Fæhn, T. & Isaksen, E. T. (2016). Diffusion of climate technologies in the presence of commitment problems. *The Energy Journal*, 37 (2), 155–180. <https://doi.org/10.5547/01956574.37.2.tfæe>
- Fæhn, T., Hagem, C., Lindholt, L., Mæland, S., & Rosendahl, K. E. (2017). Climate policies in a fossil fuel producing country: Demand versus supply side policies. *The Energy Journal*, 38(1), 77-102. <https://doi.org/10.5547/01956574.38.1.tfæe>
- Fæhn, T., & Stoknes, P. E. (2018). *Significant and plausible futures. Global surroundings of Norway's climate strategies* (Reports 2018/2). Statistisk sentralbyrå. https://www.ssb.no/en/natur-og-miljo/artikler-og-publikasjoner/_attachment/336576?ts=160e40adf70
- Fæhn, T., Kaushal, K. R., Storrøsten, H. B., Yonezawa, H., & Bye, B. (2020a). *Abating greenhouse gases in the Norwegian non-ETS sector by 50 per cent by 2030. A macroeconomic analysis of Climate Cure 2030* (Reports 2020/23). Statistisk sentralbyrå. https://www.ssb.no/en/natur-og-miljo/artikler-og-publikasjoner/_attachment/425097?ts=172e09c8e80
- Fæhn, T., Bachner, G., Beach, R. H., Chateau, J., Fujimori, S., Ghosh, M., Hamdi-Cherif, M., Lanzi, E., Platsev, S., Vandyck, T., Chuna, B., Garaffa, R., & Steininger, K. (2020b). *Capturing key energy and emission trends in CGE models: Assessment of Status and Remaining Challenges* (Discussion Papers No. 936). Statistisk sentralbyrå. https://www.ssb.no/en/forskning/discussion-papers/_attachment/426347?ts=173282ddc68

- Fæhn, T., & Yonezawa, H. (2021). Emission targets and coalition options for a small, ambitious country: An analysis of welfare costs and distributional impacts for Norway. *Energy Economics*, 103, 105607. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105607>
- Fæhn, T. & Stoknes, P. E. (2023). Involving stakeholders in scenario-building: Lessons from a case study of the global context of Norway's climate policies. *Frontiers in Environmental Science*, 11, 301. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2023.1048525>
- Gassnova. (2020). *Oppdatert samunnsøkonomisk analyse av demonstrasjonsprosjekt for fullskala CO₂-håndtering* (Rapport 19/245-3). https://ccsnorway.com/app/uploads/sites/6/2020/07/Oppdatert-samfunns%C3%B8konomisk-analyse_leveranse-v.1.1-2.pdf
- Gerlagh, R., Heijmans, R. J., & Rosendahl, K. E. (2021). An endogenous emissions cap produces a green paradox. *Economic Policy*, 36(107), 485-522. <https://doi.org/10.1093/epolic/eiab011>
- Gjødselvereforskriften.. (2003). *Forskrift om gjødselvarer mv. av organisk opphav (FOR-2003-07-04-951)*. Lovdata. <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2003-07-04-951>
- Golombek, R., Greaker, M., & Kverndokk, S. (2015). *Virkemidler som kan fremme utvikling og bruk av miljøteknologi*. Rapport til Grønn skattekomisjon, Finansdepartementet. <https://www.regjeringen.no/contentassets/38978c0304534ce6bd703c7c4cf32fc1/no/sved/03.pdf>
- Greenstone, M. & Gayer, T. (2009). Quasi-experimental and experimental approaches to environmental economics. *Journal of Environmental Economics and Management*, 57(1), 21-44. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2008.02.004>
- Grieg, E., Albertsen, M. O., Aslesen, S., & Erraia, J. (2023). *Klimafotavtrykk av offentlige anskaffelser* (MENON-PUBLIKASJON NR. 105/2023). <https://dfo.no/sites/default/files/2023-11/MENON%20Notat%20Klimafotavtrykk.pdf>
- Grubb, M., Drummond, P., Poncia, A., McDowall, W., Popp, D., Samadi, S., Penasco, C., Gillingham, K. T., Smulders, S., Glachant, M. (2021). Induced innovation in energy technologies and systems: a review of evidence and potential implications for CO₂ mitigation. *Environmental Research Letters*, 16(4), 043007. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/abde07/pdf>
- Grünfeld, L. A., Wifstad, K., Johnsen, P. F. F., & Grimsby, G. (2020). *Evaluering av Pilot-E* (MENON-PUBLIKASJON NR. 147/2020). <https://www.menon.no/wp-content/uploads/2020-147-Evaluering-av-PILOT-E.pdf>
- Haaskjold, K., & Pedrero, R. A. (2023). Long-term optimization of the Norwegian energy system under the influence of the European power market. In *2023 19th International Conference on the European Energy Market (EEM)* (pp. 1-6). IEEE. <https://doi.org/10.1109/EEM58374.2023.10161972>
- Handberg, Ø. N., Grieg, E., Navrud, S., Foseid, H., Golbrandsen, M. U., Midttømme, K. Seeberg, A. R., Aalen, P., & Ulstein, H. (2021). *Betre beslutningsgrunnlag i transportsektoren* (MENON-PUBLIKASJON NR. 103/2021). <https://www.menon.no/wp-content/uploads/2021-103-Bedre-beslutningsgrunnlag-i-transportsektoren.pdf>
- Handberg, Ø. N., Grieg, E., Torvanger, A., & Bruvoll, A. (2022). *Organisering av klimaanalysearbeidet i Norge* (MENON-PUBLIKASJON NR: 34/2022). <https://www.menon.no/wp-content/uploads/2022-34-Organisering-av-klimaanalysearbeidet-i-Norge.pdf>
- Handberg, Ø. N., Kirste, M. K. & Bruvoll, A. (2023). *Beregninger av klimaeffekter fra arealbruk og arealbruksendringer*. Temarapport om skog- og arealbrukssektoren for TBU klima (MENON-PUBLIKASJON NR: 60/2023). <https://www.menon.no/wp-content/uploads/2023-60-Skog-og-arealbrukssektoren-for-TBU-klima.pdf>
- Harrison, G. W., & List, J. A. (2004). Field experiments. *Journal of Economic literature*, 42(4), 1009-1055. <https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/0022051043004577>
- Helgesen, P. I., Lind, A., Ivanova, O., & Tomasgard, A. (2018). Using a hybrid hard-linked model to analyze reduced climate gas emissions from transport. *Energy*, 156, 196-212. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.05.005>
- Homleid, T. & Rasmussen, I. (2011). *Utslippskutt i luftfart?* (Rapport nummer 2011/05). Vista Analyse. <http://www.vista-analyse.no/no/publikasjoner/utslippskutt-i-luftfart/>
- Huso, B., Løyland, J., Hellestveit, A., Hoem, B. M., Skjeflo, S. W., Rustad, L.-J., Storbråten, B. & Aass, L. (2022). *Klimaeffekten av jordbruksoppkjøret. Faglig vurdering av metoder for å synliggjøre klimaeffekt av årlige endringer i virkemidlene*. <https://www.landbruksdirektoratet.no/nb/filarkiv/rapporter/Klimaeffekten%20av%20jordbruksoppgj%C3%B8ret.pdf?attachment/inline/bbf5931d-0a8c-4efe-b630-97700794ea17:4734d986cbc8a82768427263b291d2154bda430a3/Klimaeffekten%20av%20jordbruksoppgj%C3%B8ret.pdf>
- IEA. (2021). *World Energy Outlook 2021*. <https://iea.blob.core.windows.net/assets/4ed140c1-c3f3-4fd9-acae-789a4e14a23c/WorldEnergyOutlook2021.pdf>
- IEA-ETSAP. (u.å). *TIMES. Overview of TIMES Modelling Tool*. <https://www.iea-etsap.org/index.php/etsap-tools/model-generators/times>
- IFE. (2023). *Documentation of IFE-TIMES-Norway v3* (IFE/E-2022/013). <https://ife.brage.unit.no/ife-xmlui/bitstream/handle/11250/3058964/Documentation+of+IFE-TIMES-Norway+v3+%28ID+57346%29+%28003%29.pdf?sequence=2>
- Iglebæk, F., Nygård, G., Bruvoll, A., & Grorud, C. (2018). *Effekter av energiforskningen*. https://www.forskningsradet.no/siteassets/publikasjoner/2018/effekter_av_energiforskningen.pdf

- Innovasjon Norge. (u.å.) *Beregning av klimabesparelser*. <https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fcdn.sanity.io%2Ffiles%2Ffoal7n8w%2Ffinno-prod%2Fa0e1fa0da24c0b23aaf0e9467837886f8fbab766.docx&wdOrigin=BROWSELINK>
- Innst. 351 L (2019-2020). *Innstilling fra finanskomiteen om Midlertidige endringer i petroleumsskatteloven*. Finanskomiteen. <https://www.stortinget.no/no/Saker-og-publikasjoner/Publikasjoner/Innstillinger/Stortinget/2019-2020/inns-201920-351l/?all=true#m4>
- IPCC. (2021). *Climate Change 2021 – The Physical Science Basis*. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Full_Report.pdf
- Jacoby, H. D., Reilly, J. M., McFarland, J. R., & Paltsev, S. (2006). Technology and technical change in the MIT EPPA model. *Energy Economics*, 28 (5-6), 610-631. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2006.05.014>
- Kallbekken, S., Sælen, H., & Hermansen, E. A. (2012). Bridging the energy efficiency gap: A field experiment on lifetime energy costs and household appliances. *Journal of Consumer Policy*, 36, 1-16. <https://doi.org/10.1007/s10603-012-9211-z>
- Kallbekken, S., & Sælen, H. (2013). 'Nudging' hotel guests to reduce food waste as a win-win environmental measure. *Economics Letters*, 119(3), 325-327. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2013.03.019>
- Kallbekken, S., Gloppen, S., Jansen, E., Nøstbakken, L., Sørensen, K., & Tørstad, V. H. (2014). Norges klimaansvar 2030. *Report commissioned by the parliamentary group of the Socialist Left party (SVs stortingsgruppe)*. <https://forrige.sv.no/wp-content/uploads/2014/12/Norges-klimam%C3%A5l-2030-endelig-rapport.pdf>
- Kaushal, K. R., & Yonezawa, H. (2022). *Increasing the CO₂ tax towards 2030: impacts on the Norwegian economy and CO₂ emissions* (Reports 2022/43). Statistisk sentralbyrå. https://www.ssb.no/natur-og-miljo/miljoregnskap/artikler/increasing-the-co2-tax-towards-2030.impacts-on-the-norwegian-economy-and-co2-emissions/_/attachment/inline/fbd324c2-1490-44bd-9848-3328a7cdffa9:7a60a2ab12e794a969d8fa010a648ad541661586/RAPP2022-43.pdf
- Kaya, Y. (Red.), & Yokobori, K. (Red.). (1997). *Environment, energy, and economy: strategies for sustainability* (Vol. 4). United Nations University Press.
- Kirk, J. S. & Henriksen, S. J. (2022). *Macroeconomic Effects of a uniform carbon Tax*. Danish Research Institute for Economic Analysis and Modelling. <https://dreamgruppen.dk/publikationer/2022/marts/macroeconomic-effects-of-a-uniform-carbon-tax/>
- Klemetsen, M., Bye, B., & Raknerud, A. (2018). Can direct regulations spur innovations in environmental technologies? A study on firm-level patenting. *The Scandinavian Journal of Economics*, 120(2), 338-371. <https://doi.org/10.1111/sjoe.12201>
- Klemetsen, M., Rosendahl, K. E., & Jakobsen, A. L. (2020). THE IMPACTS OF THE EU ETS ON NORWEGIAN PLANTS' ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC PERFORMANCE. *Climate Change Economics*, 11(01), 2050006. <https://doi.org/10.1142/S2010007820500062>
- Klima- og miljødepartementet. (2023a). *Dokumentasjon av beregning av utslippseffekt av virkemidler og tiltak i regjeringens klimastatus og -plan (Særskilt vedlegg til Prop. 1 S (2022- 2023))*. <https://www.regjeringen.no/contentassets/20da71971f3e471cad52295f05038222/dokumentasjon-effekt-av-planlagt-politikk.pdf>
- Klima- og miljødepartementet. (2023b). *Norway's Eighth National Communication Under the Framework Convention on Climate Change*. <https://www.regjeringen.no/en/dokumenter/norways-eighth-national-communication/id2971116/>
- Klimaloven. (2017). *Lov om klimamål (LOV-2017-06-16-60)*. Lovdata. <https://lovdata.no/LTI/lov/2017-06-16-60>
- Klimakvoteforskriften. (2004). *Forskrift om kvoteplikt og handel med kvoter for utslipp av klimagasser* (FOR-2004-12-23-1851). Lovdata. <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2004-12-23-1851>
- Klimarådet. (2022). *Danmarks klimamål. Vurdering af Danmarks nuværende og kommende klimamål i et globalt klimaperspektiv*. https://klimaraadet.dk/sites/default/files/node/field_files/Danmarks%20klimam%C3%A5l.pdf
- Kostol, A. R. & Mogstad, M. (2014). How financial incentives induce disability insurance recipients to return to work. *American Economic Review*, 104(2), 624-55. <https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/aer.104.2.624>
- Konjunkturinstitutet. (2013). *Från vision till verklighet – En samhällsekonomisk analys av Färdplan 2050*. <https://www.konj.se/download/18.1da3dfa314e563df7e0b988e/1436277025665/Specialstudie-34.pdf>
- Konjunkturinstitutet. (2022). *Miljö, ekonomi och politik 2022 Fit for 55*. https://www.konj.se/download/18.2921d1e5184b40c7d2897c35/1671026258345/Milj%C3%B6ekonomisk_rapport_2022.pdf
- Kyrkjeeide, M. O., Fandrem, M., Kolstad, A. L., Bartlett, J., Cretois, B., & Silvennoinen, H. M. (2023). A calculator for local peatland volume and carbon stock to support area planners and decision makers. *Carbon Management*, 14(1), 2267018. <https://doi.org/10.1080/17583004.2023.2267018>
- Københavns Universitet. (2023, 27. januar). *Grønt gennembrud: Nye regnemaskiner sætter tal på vores natur- og klimaaftryk*. <https://samf.ku.dk/nyheder/2023/hvad-vil-du-betale-for-at-redde-en-hasselmus/>
- Labandeira, X., Labeaga, J. M., & López-Otero, X. (2017). A meta-analysis on the price elasticity of energy demand. *Energy policy*, 102, 549-568. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.01.002>

- Landbruks- og matdepartementet. (2020). *Importvernet for jordbruksvarer*. <https://www.regjeringen.no/no/tema/mat-fiske-og-landbruk/jordbruk/innsikt/handel-med-jordbruksprodukter/importvernet-for-jordbruksvarer/id2364459/>
- Landbruksdirektoratet. (2023). *Omsetningsrådet*. <https://www.landbruksdirektoratet.no/nb/styrer-rad-og-utvalg/omsetningsradet>
- Landbruks- og matdepartementet, Klima- og miljødepartementet, Finansdepartementet, Norges Bondelag, Norsk Bonde- og Småbrukarlag, Miljødirektoratet, Landbruksdirektoratet & SSB. (2018). *Rapport fra teknisk arbeidsgruppe – jordbruk og klima*. <https://www.regjeringen.no/contentassets/2d64796e22d6418a985bc4b6fa81730f/rapport-teknisk-arbeidsgruppe-101218.pdf>
- Landbruksdirektoratet, Miljødirektoratet & NIBIO. (2021). *Vurdering av tilskuddsordning for gjødsling av skog* (Rapport nr. 36/2021). https://www.landbruksdirektoratet.no/nb/filarkiv/rapporter/Vurdering%20av%20tilskuddsordning%20for%20gj%C3%B8dsling%20av%20skog%20Rapport%2036_2021.pdf/_attachment/inline/84ce3162-0ff6-43ac-b5ae-c307356a24a2:1e9b2813fc7c081951e5211b724ca37baef0bf53/Vurdering%20av%20tilskuddsordning%20for%20gj%C3%B8dsling%20av%20skog%20Rapport%2036_2021.pdf
- Markedsbalanseringsutvalget. (2015) *Evaluering av markedsbalansering i jordbruket* (M-0747 B). https://www.regjeringen.no/contentassets/a770c25cba644a63ab23ffd4ceac0d7/m-0747-b_evaluering-av-markedsbalansering.pdf
- Meld. St. 1. (2023-2024). *Nasjonalbudsjettet 2024*. Finansdepartementet. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-1-20232024/id2998356/>
- Meld. St. 6 (2016-2017). *Verdier i vekst — Konkurransedyktig skog- og trenæring*. Landbruks- og matdepartementet. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-6-20162017/id2515774/>
- Meld. St. 10 (2020-2021). *Grønnere og smartere – morgendagens maritime næring*. Nærings- og fiskeridepartementet. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-10-20202021/id2788786/>
- Meld. St. 13 (2014-2015). *Ny utslippsforpliktelse for 2030 – en felles løsning med EU*. Klima- og miljødepartementet. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-13-2014-2015/id2394579/>
- Meld. St. 13 (2020-2021). *Klimaplan for 2021-2030*. Klima- og miljødepartementet. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-13-20202021/id2827405/>
- Meld. St. 20 (2020-2021). *Nasjonal transportplan 2022–2033*. Samferdselsdepartementet. <https://www.regjeringen.no/contentassets/fab417af0b8e4b5694591450f7dc6969/no/pdfs/stm202020210020000dddpdfs.pdf>
- Meld. St. 41 (2016-2017). *Klimastrategi for 2030 – norsk omstilling i europeisk samarbeid*. Klima- og miljødepartementet. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-41-20162017/id2557401/?ch=1>
- Miljødirektoratet (u.å.) *Bergene effekt av ulike klimatiltak*. <https://www.miljodirektoratet.no/tjenester/klimagassutslipp-kommuner/beregne-effekt-av-ulike-klimatiltak/>
- Miljødirektoratet. (2010). *Klimakur 2020: Tiltak og virkemidler for å nå norske klimamål mot 2020* (Rapport TA-2590). <https://www.miljodirektoratet.no/publikasjoner/andre/klimakur2020/>
- Miljødirektoratet. (2017). *Beregningsteknisk grunnlag for Meld. St. 41, Klimastrategi for 2030 – norsk omstilling i europeisk samarbeid* (Rapport M-782). <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/M782/M782.pdf>
- Miljødirektoratet. (2018a). *Utredning om bruk av mineralolje til byggvarme på bygge- og anleggsplasser* (Rapport M-970). <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/M970/M970.pdf>
- Miljødirektoratet. (2018b). *Kunnskapsgrunnlag for omsetningskrav i skipsfart* (Rapport M-1125). <https://www.miljodirektoratet.no/publikasjoner/2018/oktober-2018/kunnskapsgrunnlag-for-omsetningskrav-i-skipsfart/>
- Miljødirektoratet. (2018c). *Utfasing av uttak og bruk av torv. Kunnskapsutredning om konsekvenser for naturmangfold, klima, næring og forbrukere* (Rapport M-951). <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m951/m951.pdf>
- Miljødirektoratet. (2019). *Metodikk for tiltaksanalyser – Oppdatert versjon 2019* (Veileder M-1084). <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m1084/m1084.pdf>
- Miljødirektoratet. (2020). *Virkemidler for økt bruk og produksjon av biogass* (Rapport M-1652). <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m1652/M1652.pdf>
- Miljødirektoratet. (2021). *Fakta grunnlag for vurdering av avgift på klimagassutslipp fra nedbygging av arealer* (Rapport M-2179). <https://www.miljodirektoratet.no/publikasjoner/2021/desember-2021/fakta-grunnlag-for-vurdering-av-avgift-pa-klimagassutslipp-fra-nedbygging-av-arealer/>
- Miljødirektoratet. (2022a, 14. desember). *Klimasats – støtte til klimatiltak*. <https://www.miljodirektoratet.no/klimasats>
- Miljødirektoratet. (2022b). *Klimatiltak under innsatsfordelingen: Oppdatert kunnskapsgrunnlag* (Rapport M-2229). <https://www.miljodirektoratet.no/publikasjoner/2022/mars/klimatiltak-under-innsatsfordelingen-oppdatert-kunnskapsgrunnlag/>

- Miljødirektoratet. (2022c). *Grønn omstilling: Klimatiltaksanalyse for petroleum, industri og energiforsyning* (Rapport M-2346). <https://www.miljodirektoratet.no/publikasjoner/2022/september/gronn-omstilling-klimatiltaksanalyse>
- Miljødirektoratet. (2022d). *Oppdaterte framskrivninger av utslipp til luft fra jordbrukssektoren til nasjonalbudsjett 2023*. <https://www.regjeringen.no/contentassets/9537aa8aeb3a42368722ebbcf29ab6c8/miljodirektoratets-fremskriving-av-utslipp-fra-jordbruket-2728182.pdf>
- Miljødirektoratet. (2022e). *Faglig grunnlag for en strategi for å hindre nedbygging av myr* (Notat dato 29.06.2022). <https://www.miljodirektoratet.no/sharepoint/onloaditem/?id=01FM3LD2SFEVQC84AX3JDINEF736NTP4E7>
- Miljødirektoratet. (2023a, 18. oktober). *Skipsfart i EUs kvotesystem*. <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/klima/klimakvoter/skipsfart-i-eus-kvotesystem/>
- Miljødirektoratet. (2023b). *Klimatiltak i Norge mot 2030: Oppdatert kunnskapsgrunnlag om utslippsreduksjonspotensial, barrierer og mulige virkemidler – 2023* (Rapport M-2539). <https://www.miljodirektoratet.no/publikasjoner/2023/juni-2023/klimatiltak-i-norge-mot-2030/>
- Miljødirektoratet. (2023c). *Tiltaksanalyse for skog- og arealbrukssektoren (LULUCF): Hvordan Norge kan redusere utslipp av klimagasser fra arealbruksendringer innen 2030*. <https://www.miljodirektoratet.no/publikasjoner/2023/april-2023/tiltaksanalyse-for-skog-og-arealbrukssektoren/>
- Miljødirektoratet. (2023d). *Kunnskapsgrunnlag om barrierer og potensial for utslippskutt i bygge- og anleggsvirksomhet* (Rapport M-2538). <https://www.miljodirektoratet.no/publikasjoner/2023/mai-2023/kunnskapsgrunnlag-om-barrierer-og-potensial-for-utslippskutt-i-bygge-og-anleggsvirksomhet/>
- Miljødirektoratet. (2023e). *Effektvurdering av Klimasats: Støtte skreddersydd for kommunenes klimaarbeid* (Rapport M-2536). <https://www.miljodirektoratet.no/publikasjoner/2023/juni-2023/effektvurdering-av-klimasats-stotte-skreddersydd-for-kommunenes-klimaarbeid/>
- Miljødirektoratet. (2023f). *Konsekvensutredning av klima og miljø* (Veileder M-1941). <https://www.miljodirektoratet.no/konsekvensutredninger>
- Miljødirektoratet. (2023g). *Miljødirektoratets behov for framskrivninger til analyser og utredninger. Innspill til TBU klima*. <https://files.netsteder.regjeringen.no/wpuploads01/sites/491/ninja-forms/2/Behov-for-referansebaner-i-analyser-til-TBU-klima.pdf>
- Miljødirektoratet, Statens landbruksforvaltning & Skog og Landskap. (2014). *Måltrettet gjødsling av skog som klimatiltak. Egnede arealer og miljøkriterier* (Rapport M-174). Miljødirektoratet. <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/M174/M174.pdf>
- Miljødirektoratet, Landbruksdirektoratet & NIBIO. (2016). *Vern eller bruk av skog som klimatiltak* (Rapport M-519). <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m519/m519.pdf>
- Miljødirektoratet, Enova, Vegvesenet, Kystverket, Landbruksdirektoratet, Norges vassdrags- og energidirektorat. (2020). *Klimakur 2030 – tiltak og virkemidler mot 2030* (Rapport M-1625). <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m1625/m1625.pdf>
- Miljødirektoratet & Landbruksdirektoratet. (2021). *Skogvern og konsekvenser for avvirkningen og skognæringens bidrag til det grønne skiftet* (Rapport M-2007). <https://www.miljodirektoratet.no/publikasjoner/2021/april-2021/skogvern-og-konsekvenser-for-avvirkningen-og-skognaringens-bidrag-til-det-gronne-skiftet/>
- Miljødirektoratet, Statens vegvesen, Avinor, Kystverket, Jernbanedirektoratet, Bane NOR, & Nye Veier. (2022). *Metoder for å beregne klimagassutslipp fra arealbeslag*. <https://www.vegvesen.no/globalassets/fag/fokusomrader/nasjonal-transportplan-ntp/2025-2036/utslipp-fra-arealbeslag-pdf.pdf>
- Miljødirektoratet & Riksantikvaren (2022). *Svar på oppdrag 1 om vurdering av funn i EVAPLAN og forslag til prioriterte tiltak* (elnnsyn - Sak: 2022/6013). Miljødirektoratet.
- Miljødirektoratet, Landbruksdirektoratet, Norges vassdrags- og energidirektorat & Statens Vegvesen (2023). *Tiltaksanalyse for skog- og arealbrukssektoren (LULUCF). Hvordan Norge kan redusere utslipp av klimagasser fra arealbruksendringer innen 2030*. Rapport M-2493. <https://www.miljodirektoratet.no/publikasjoner/2023/april-2023/tiltaksanalyse-for-skog-og-arealbrukssektoren/>
- Miljøstatus. (u.å.). *Norges klima- og miljømål. 5. Klima*. <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/miljomal/klima/>
- Miljøstatus. (2023a). *Norske utslipp og opptak av klimagasser*. <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/klima/norske-utslipp-av-klimagasser/>
- Miljøstatus. (2023b, 6. nov). *Opptak og utslipp fra skog og arealbruk i Norge*. Miljødirektoratet. <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/klima/norske-utslipp-av-klimagasser/utslipp-og-opptak-fra-skog-og-arealbruk/>
- Mittenzwei, K. (2015). *Reduserte klimagassutslipp fra produksjon og forbruk av rødt kjøtt: En virkemiddelanalyse med Jordmod* (NIBIO RAPPORT;1(16) 2015). https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/bitstream/handle/11250/2367307/Rapport_16_2015_Reduserte_klimagassutslipp_fra_produksjon_og_forbruk_av_rodt_kjott.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- Mittenzwei, K. (2018). *Økonomisk modellering av klimatiltak i jordbruket: Dokumentasjon og anvendelser i CAPRI og Jordmod. Versjon 1.0 av 30.04. 2018* (NIBIO RAPPORT;4(60) 2018). https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/bitstream/handle/11250/2496992/NIBIO_RAPPORT_2018_4_60.pdf?sequence=2&isAllowed=y

- Mittenzwei, K. (2021). *Økonomiske virkemidler i norsk jordbruk for å oppnå lavere utslipp av klimagasser, redusert kjøttforbruk, stabil matproduksjon og jordbruk over hele landet* (Notat 1/21). Ruralis – Institutt for rural og regionalforskning. https://ruralis.brage.unit.no/ruralis-xmlui/bitstream/handle/11250/3004599/t%2b1_21%2bJordbruk%252C%2bkj%252C%25B8tt%2bog%2bklima.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Mittenzwei, K. (2022). *Effekter av økt budsjetttøtte til norsk jordbruk* (Notat 5/22). Ruralis – Institutt for rural og regionalforskning. https://ruralis.no/wp-content/uploads/2022/10/notat-5_22-langsiktige-effekter-av-okt-budsjettstotte-klaus-mittenzwei.pdf
- Mohr, C. W., Søgaaard, G., Alfredsen, G., Fernández, C. A., Hobrak, K. T., & Sevillano, I. (2022). *Framskrivninger for arealbrukssektoren (LULUCF) under FNs klimakonvensjon og EUs klimarammeverk* (NIBIO RAPPORT;8(124) 2022). <https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/handle/11250/3023928>
- Mohr, C. W., Dalsgaard, L., Hagenbo, A., Hobrak, K. T., Sevillano, I., & Søgaaard, G. (2023). *Framskrivninger for arealbrukssektoren (LULUCF) under FNs klimakonvensjon: Sensitivitets- og usikkerhetsanalyser* (NIBIO RAPPORT;9(50) 2023). <https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/handle/11250/3061420>
- Naturvårdsverket. (2022). *Utveckling av modeller och bedömningar av Sveriges klimatpolitik*. <https://www.naturvardsverket.se/contentassets/8a29b48d0cba44ed984831ac971c580f/utveckling-modeller-och-bedomningar-av-sveriges-klimatpolitik.pdf>
- Naturvårdsverket. (2023). *Underlag till regeringens kommande klimathandlingsplan och klimatredovisning*. <https://www.naturvardsverket.se/499a4f/contentassets/4c414b0778e9409fb2836fc4d3dc6259/underlag-till-regeringens-kommande-klimathandlingsplan-och-klimatredovisning-2023-04-13.pdf>
- Naturvårdsverket, Energimyndigheten, Konjunkturinstitutet & Trafikverket. (2022). *Vägledning om klimateffektbedömningar och beräkningar Naturvårdsverkets, Energimyndighetens, Konjunkturinstitutets och Trafikverkets myndighetsgemensamma vägledning*. <https://www.naturvardsverket.se/contentassets/9f062007e3dc4f7f9265ad918fcb3bef/vagledning-klimateffektbedomningar.pdf>
- NIESR. (2023). *National Institute Global Econometric Model*. <https://www.niesr.ac.uk/nigem-macroeconomic-model>
- Nisa, C. F., Bélanger, J. J., Schumpe, B. M., & Faller, D. G. (2019). *Meta-analysis of randomised controlled trials testing behavioural interventions to promote household action on climate change*. *Nature communications*, 10(1), 4545. <https://www.nature.com/articles/s41467-019-12457-2>
- NGFS. (2022). *NGFS Climate Scenarios Database Technical Documentation V3.1*. https://www.ngfs.net/sites/default/files/media/2022/11/21/technical_documentation_ngfs_scenarios_phase_3.pdf
- NGFS. (2023a). *Scenarios portal*. <https://www.ngfs.net/ngfs-scenarios-portal/>
- NGFS. (2023b). *Conceptual note on short-term climate scenarios*. <https://www.ngfs.net/sites/default/files/medias/documents/conceptual-note-on-short-term-climate-scenarios.pdf>
- NFGS. (2023c). *NGFS Scenarios for central banks and supervisors*. https://www.ngfs.net/sites/default/files/medias/documents/ngfs_climate_scenarios_for_central_banks_and_supervisors_phase_iv.pdf
- NINA. (2023a). *NINAs overordnede tilbakemeldinger på rapporten Framskrivninger, tiltaks- og virkemiddelanalyser for arealbrukssektoren*. https://files.nettsteder.regjeringen.no/wpuploads01/sites/491/2023/09/2023-06-22_kommentarer_klimafamskrivingsrapport_NINA_til_MDIR.pdf
- NINA. (2023b). *Økt kunnskap om karbon i jord i Bergen, Stavanger, Trondheim og Oslo* (NINA Rapport 2297). <https://brage.nina.no/nina-xmlui/handle/11250/3069767>
- Norad. (2021). *Gjennomgang av metodikk og rutiner for rapportering av utslippsreduksjoner i bistanden*. Upublisert.
- Norges Bank. (2023). *Hvor mye koster ukoordinert klimapolitikk? To modeller – to svar* (Staff Memo 6/2023). <https://www.norges-bank.no/aktuelt/nyheter-og-hendelser/Signerte-publikasjoner/Staff-Memo/20232/sm-6-2023-klimapolitikk/>
- Norges Forskningsråd. (2019). *The Research Council Policy for Open Science. In effect from 2020*. <https://www.forskningsradet.no/siteassets/forskningspolitisk-radgivning/apen-forskning/nfr-policy-open-science-eng.pdf>
- NOU 2009: 16. (2009). *Globale miljøutfordringer – norsk politikk. Hvordan bærekraftig utvikling og klima bedre kan ivaretas i offentlige beslutningsprosesser*. Finansdepartementet. <https://www.regjeringen.no/contentassets/8e9cc66ba8f54c1381212959612aa25d/no/pdfs/nou200920090016000dddpdfs.pdf>
- NOU 2015: 15. (2015). *Sett pris på miljøet – Rapport fra Grønn skattekomisjon*. Finansdepartementet. <https://www.regjeringen.no/contentassets/38978c0304534ce6bd703c7c4cf32fc1/no/pdfs/nou201520150015000dddpdfs.pdf>
- NOU 2021: 4. (2021). *Norge mot 2025 — Om grunnlaget for verdiskaping, produksjon, sysselsetting og velferd etter pandemien*. Finansdepartementet. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-2021-4/id2841052/>
- NOU 2022: 20. (2020). *Et helhetlig skattesystem*. Finansdepartementet. <https://www.regjeringen.no/contentassets/2dcc57a783cc4403bbdb48558514dc38/no/pdfs/nou202220220020000dddpdfs.pdf>
- NOU 2023: 25. (2023). *Omstilling til lavutslipp — Veivalg for klimapolitikken mot 2050*. Klima- og miljødepartementet. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-2023-25/id3006059/?ch=1>

- NOU 2023: 26. (2023). *Ny lov om offentlige anskaffelser*. Nærings- og fiskeridepartementet. <https://www.regjeringen.no/contentassets/f411c47741154052a371fae50f23d5d6/no/pdfs/nou202320230026000dddpdfs.pdf>
- NVE. (2020). *Elektrifiseringstiltak i Norge. Hva er konsekvensene for kraftsystemet?* (NVE-Rapport nr. 36/2020). https://publikasjoner.nve.no/rapport/2020/rapport2020_36.pdf
- NVE. (2023, 31. januar). *Kunnskapsgrunnlag om virkninger av vindkraft på land: Klima*. <https://www.nve.no/energi/energisystem/vindkraft/kunnskapsgrunnlag-om-virkninger-av-vindkraft-paa-land/klima/>
- Nysnø. (2023). *Hvordan måle klimaeffekt? På vei mot en felles metode for beregning av fremtidig ungåtte klimagassutslipp*. <https://www.nysnoinvest.no/wp-content/uploads/2023/03/Klimaeffekt-metodikk.pdf>
- Oliver, A. (2013). From nudging to budging: using behavioural economics to inform public sector policy. *Journal of social policy*, 42 (4), 685-700. <https://doi.org/10.1017/S0047279413000299>
- Oslo Economics. (2021). *Omsetningskrav for biodrivstoff i anleggsdiesel: markedskartlegging* (Rapport M-2127). <https://www.miljodirektoratet.no/publikasjoner/2021-november-2021/omsetningskrav-for-biodrivstoff-i-anleggsdiesel-markedskartlegging/>
- Oslo Economics, Norconsult & Nord Universitet. (2022). *Forslag til offentlig kjøp av regionale flyruter* (OE-rapport 2022-90). <https://osloeconomics.no/wp-content/uploads/2022/12/OE-rapport-2022-90-Forslag-til-offentlig-kjop-av-regionale-flyruter.pdf>
- Oslo Economics & Atkins. (2020). *Kvalitetssikring (KS2) av tiltak for demonstrasjon av fullskala CO₂-håndtering*. <https://www.regjeringen.no/contentassets/9f8d6e401b4e4f2e9d48645323aa26c0/kvalitetssikring-ks2-av-tiltak-for-demonstrasjon-av-fullskala-co2-handtering.pdf>
- Pless, J., Hepburn, C., & Farrell, N. (2020). Bringing rigour to energy innovation policy evaluation. *Nature Energy*, 5(4), 284-290. <https://www.nature.com/articles/s41560-020-0557-1>
- Perino, G. (2018). New EU ETS Phase 4 rules temporarily puncture waterbed. *Nature Climate Change*, 8(4), 262-264. <https://www.nature.com/articles/s41558-018-0120-2>
- Pisciella, P., van Beesten, E. R., & Tomasgard, A. (2023). Efficient coordination of top-down and bottom-up models for energy system design: An algorithmic approach. *Energy*, 284, 129320. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2023.129320>
- Prop. 1 s (2022-2023)a. *For budsjettåret 2023 under Landbruks- og matdepartementet*. Landbruks- og matdepartementet. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/prop.-1-s-20222023/id2931701/>
- Prop. 1 S (2022-2023)b. *For budsjettåret 2023 under Klima- og miljødepartementet*. Klima- og miljødepartementet. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/prop.-1-s-20222023/id2931602/>
- Prop. 121 S (2022-2023). *Endringer i statsbudsjettet 2023 under Landsbruks- og matdepartementet (Jordbruksoppgjøret 2023 m.m.)*. Landbruks- og matdepartementet. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/prop.-121-s-20222023/id2978618/?ch=1>
- Prop. 77 L (2016-2017). *Lov om klimamål (klimaloven)*. Klima- og miljødepartementet. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/prop.-77-l-20162017/id2546463/>
- Prosess 21. (2021). *Hovedrapport*. https://www.prosess21.no/contentassets/795fa8a170b24cac98c82e075ba0b695/prosess21_rapport_hovedrapport_web_oppdatert_060821.pdf
- Regnskapsgruppen for klimaavtalen mellom jordbruket og staten (2023). *Klimaavtalens regnskap for utslipp og opptak rapporteringsår 2023. Marsnotat fra regnskapsgruppa for klimaavtalen mellom jordbruket og staten*. <https://www.smabrukarlaget.no/media/3igfhae/marsnotat-klimaavtalens-regnskap-for-utslipp-og-opptak-2023.pdf>
- Riksrevisjonen (2023). *Enovas bidrag til teknologi- og markedsutvikling av lav- og nullutslippsløsninger*. <https://www.riksrevisjonen.no/rapporter-mappe/no-2023-2024/enovas-bidrag-til-teknologi--og-markedsutvikling-av-lav--og-nullutslippslosninger/>
- Regjeringen (2019, 21. juni). *Enighet om klimaavtale mellom regjeringen og jordbruket*. <https://www.regjeringen.no/no/dokumentarkiv/regjeringen-solberg/aktuelt-regjeringen-solberg/lmd/nyheter/2019/juni-19/enighet-om-klimaavtale-mellom-regjeringen-og-jordbruket/id2661309/>
- Riekeles, H., Dalen, D. M., Bugge, L. & Hoel-Holt, A.S. (2022). *Varme til riktig pris. Ny reguleringsmodell for prising av fjernvarme* (Rapport 2022/37). Vista Analyse. https://www.nve.no/media/14743/va-rapport_2022-37_varme_til_riktig_pris-utkast_til_nve.pdf
- Riekeles, H. (2023). *Norsk olje, globale utslipp* (Rapport 2023/04). Vista Analyse.
- Rosenberg, E., Espegren, K., Danebergs, J., Fridstrøm, L., Hovi, I. B. & Madslie, A. (2023). Modelling the interaction between the energy system and road freight in Norway. *Transportation Research part D: Transport and Environment*, 114. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2022.103569>
- Rystad Energy. (2020). *Effekter av Forskningsrådets målrettede aktiviteter innen petroleum*. <https://www.forskningsradet.no/siteassets/publikasjoner/2020/effekter-av-petroleum-med-omslag.pdf>
- Rystad Energy. (2023). *Netto klimagassutslipp fra økt olje- og gassproduksjon på norsk sokkel*. https://www.regjeringen.no/contentassets/f5fc522f50674c1f9e0b5db47c264d8be/netto-klimagassutslipp-fra-okt-olje-og-gassproduksjon-pa-norsk-sokkel_hovedrapport.pdf

- Samferdselsdepartementet. (2020). *Nasjonal transportplan 2022-2033 Klimaeffekt av virksomhetenes prioriterte prosjekter i NTP 2022-2033*. https://www.regjeringen.no/no/dokument/dep/sd/andbud-konsesjoner-og-brev/brev/utvalgte_brev/2020/nasjonal-transportplan-20222033-klimaeffekt-av-virksomhetenes-prioriterte-prosjekter-i-ntp-2022-2033/id2783356/
- Samferdselsdepartementet. (2022). *NTP 2025–2036: Utredningsoppdrag - svar fra transportvirksomhetene til leveranse med frist 1. oktober 2022*. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/ntp-20252036-utredningsoppdrag-svar-fra-transportvirksomhetene-til-leveranse-med-frist-1-oktober-2022/id2934127/>
- Samferdselsdepartementet. (2023). *Høring av krav om nullutslipp av klimagasser fra ferjer og hurtigbåter*. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/horing-av-krav-om-nullutslipp-av-klimagasser-fra-ferjer-og-hurtigbater/id2975642/>
- Schäffer, L. E., Rosenberg, E., Pisciella, P., Damman, S., Espegren, K. A., Fodstad, M., Graabak, I., Perez-Valdes, G., Sandberg, E., Johansen, U., Seljom, P. M. S. & Tomasgard, A. (2020). *Veikart for energi i Norge mot 2050* (SINTEF Rapport 2019:01467). SINTEF. https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/bitstream/handle/11250/2641494/Veikart_energi_2050%2b%25281%2529.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Seljom, P., & Tomasgard, A. (2015). Short-term uncertainty in long-term energy system models—A case study of wind power in Denmark. *Energy Economics*, 49, 157-167. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2015.02.004>
- Serin, E., Handler, N., Morey, L., & Munjal, A. (2022). *Randomised controlled trials: Can they inform the development of green innovation policies in the UK?* https://www.lse.ac.uk/granthaminstitute/wp-content/uploads/2022/10/Randomised-control-trials_Can-they-inform-the-development-of-green-innovation-policy-in-the-UK-1.pdf
- Skjeflo, S. W., & Ytreberg, N. (2023). *Virkemiddelvurderinger i utslippsframskrivninger* (Report 2023:03). CICERO. <https://pub.cicero.oslo.no/cicero-xmlui/bitstream/handle/11250/3069319/Rapport%202023%2003%20-%20web%20-%20ny.pdf?sequence=1>
- Slapø, H. B., & Karevold, K. I. (2019). Simple eco-labels to nudge customers toward the most environmentally friendly warm dishes: An empirical study in a cafeteria setting. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 40. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2019.00040>
- Springel, K. (2021). Network externality and subsidy structure in two-sided markets: Evidence from electric vehicle incentives. *American Economic Journal: Economic Policy*, 13(4), 393-432. <https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/pol.20190131>
- SSB. (2021, 14. mai). *Nedgang i utslepp frå jordbruket*. <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/artikler-og-publikasjoner/nedgang-i-utslepp-fra-jordbruket>
- SSB. (2021, 12. april). Internasjonalt system for verdisetting av naturgoder. <https://www.ssb.no/forskning/energi-og-miljookonomi/klimapolitikk-og-okonomi/internasjonalt-system-for-verdsetting-av-naturgoder>
- SSB. (2022). *Statistikkbanken, 08940: Klimagasser, etter utslippskilde, energiprodukt og komponent, GWP-verdier etter Kyotoprotokollen (AR4) (avslutta serie) 1990 – 2022*. <https://www.ssb.no/statbank/table/08940/>
- Statens vegvesen, & Miljødirektoratet. (2022). *Kunnskapsgrunnlag om hurtigladeinfrastruktur for veitransport* (Rapport M-2232). <https://www.miljodirektoratet.no/publikasjoner/2022/mars/kunnskapsgrunnlag-om-hurtigladeinfrastruktur-for-veitransport/>
- Statnett. (2023). *Langsiktig markedsanalyse. Norge, Norden og Europa 2022-2050*. <https://www.statnett.no/globalassets/for-aktorer-i-kraftsystemet/planer-og-analyser/lma/langsiktig-markedsanalyse-2022-2050.pdf>
- Statens vegvesen, Avinor, Bane Nor, Jernbanedirektoratet, Kystverket, & Nye Veier. (2023). *Klimabaner – forutsetninger og resultater. Tekniske illustrasjoner av hvordan transportsektoren kan redusere klimagassutslipp med 55 pst. innen utgangen av 2030*. <https://www.regjeringen.no/contentassets/f517f097ff11468fbb8087f6bc981c43/felles-svar-prioppdrag-310323/klimabaner.pdf>
- SV. (2022). *Budsjettforlik mellom AP/SP og SV 2023*. <https://www.sv.no/wp-content/uploads/2022/11/291122-budsjettforlik-avtale-og-verbaler-kl-1730.pdf>
- Særskilt vedlegg til Prop. 1 S (2022-2023). *Regjeringas klimastatus og -plan*. Klima- og miljødepartementet. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/regjeringens-klimastatus-og-plan/id2931051/>
- Særskilt vedlegg til Prop.1 S (2023-2024). *Regjeringas klimastatus og -plan*. Klima- og miljødepartementet. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/regjeringas-klimastatus-og-plan/id2997247/>
- Søgaard, G., Alfredsen, G., Belbo, H., Fernández, C. A., Hobræk, K. T., Mohr, C. W., Sevillano, I. & Øistad, K. (2023). *Framskrivninger, tiltaks- og virkemiddelanalyser for arealbrukssektoren: Beskrivelse og evaluering av dagens metodikk* (NIBIO Rapport;9(43) 2023). https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/bitstream/handle/11250/3059280/NIBIO_RAPPORT_2023_9_43.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Søgaard, G., Mathiesen, H. F., Bjørkelo, K., Eriksen, R., Hobræk, K., Mohr, C. W., & Smith, A. (2021). Arealbruksendring til utbygd areal. *Fakta grunnlag for vurdering av avgift på utslipp fra arealbruksendring – rapporterte utslipp og mulige kartgrunnlag* (NIBIO RAPPORT;7(164) 2021). https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/bitstream/handle/11250/2825197/NIBIO_RAPPORT_2021_7_164_revidert%20utgave.pdf?sequence=4&isAllowed=y

- Tangeland, T., Heidenstrøm, N., Haugrønning, V., Throne-Holst, H., Hebrok, M., Klepp, I. G., Laitala, K., & Steinnes, K. K. (2020). *Virkemidler for forbruksendringer – med utgangspunkt i tiltak fra Klimakur 2030*. https://oda.oslomet.no/oda-xmlui/bitstream/handle/20.500.12199/6496/SIFO%20rapport%2015-2020_Virkemidler%20for%20forbruksendringer.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- TBU klima. (2019). *Rapport fra Teknisk beregningsutvalg for klima 2019*. https://files.nettsteder.regjeringen.no/wpuploads01/sites/491/2021/12/m1442_tbu_rapport.pdf
- TBU klima. (2020). *Rapport fra Teknisk beregningsutvalg for klima 2020*. <https://files.nettsteder.regjeringen.no/wpuploads01/sites/491/2021/12/rapport-fra-teknisk-beregningsutvalg-for-klima-2020.pdf>
- TBU klima. (2021). *Makromodeller til bruk i klimaanalyser*. https://files.nettsteder.regjeringen.no/wpuploads01/sites/491/2021/12/m-2110_2021-tbu-klima-makrorapport-002.pdf
- TBU klima. (2022). *Rapport fra Teknisk beregningsutvalg for klima 2022*. https://files.nettsteder.regjeringen.no/wpuploads01/sites/491/2022/07/m-2330_2022-tbu-klima-arsrapport.pdf
- TBU klima. (2023a). *Klimaeffekt av statsbudsjettet - Vurderinger og anbefalinger fra Teknisk beregningsutvalg for klima*.
- TBU klima. (2023b). *Rapport fra Teknisk beregningsutvalg for klima 2023*.
- Telle, K. (2013). Monitoring and enforcement of environmental regulations: Lessons from a natural field experiment in Norway. *Journal of Public Economics*, 99, 24-34. <https://doi.org/10.1016/j.jpubeco.2013.01.001>
- Thaler, R. H., & Sunstein, C. R. (2009). *Nudge: Improving decisions about health, wealth, and happiness*. Penguin.
- The Climate Change Committee. (2022). *The Sixth Carbon Budget. The UK's path to Net Zero*. <https://www.theccc.org.uk/wp-content/uploads/2020/12/The-Sixth-Carbon-Budget-The-UKs-path-to-Net-Zero.pdf>
- TØI. (2020). *Elektriske biler og den gjensidige påvirkningen mellom transport- og kraftsektorene* (TØI rapport 1803/2020). <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=54401>
- TØI & Menon Economics. (2020). *Transportmodeller til klimaanalyse* (TØI rapport 1769/2020). <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=53449>
- Tørnblad, S. H., Kallbekken, S., Korneliussen, K., & Mideksa, T. K. (2014). *Using mobility management to reduce private car use: Results from a natural field experiment in Norway*. *Transport Policy*, 32, 9-15. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2013.12.005>
- UNFCCC. (2020). *Revision of the UNFCCC reporting guidelines on national communications for Parties included in Annex I to the Convention (Decision 6/CP)*. United Nations Framework Convention on Climate Change. https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cp2019_13a01_adv.pdf
- UNFCCC. (2023). *Norway. 2023 Common Reporting (CRF) Table. United Nations Framework Convention on Climate Change*. <https://unfccc.int/documents/627399>
- United States Environmental Protection Agency. (2012) *Peer Review of FASOM-GHG*. https://19january2017snapshot.epa.gov/sites/production/files/2016-07/documents/peerreview_fasom.pdf
- Vaa, T., Assum, T., Ulleberg, P., & Veisten, K. (2004). *Effects of information campaigns on behaviour and road accidents - conditions, evaluation and cost-effectiveness* (TØI rapport 727/2004). <https://www.toi.no/publications/effects-of-information-campaigns-on-behaviour-and-road-accidents-conditions-evaluation-and-cost-effectiveness-article17826-29.html>
- van den Bergh, J., Castro, J., Drews, S., Exadaktylos, F., Foramitti, J., Klein, F., Konc, T. & Savin, I. (2021). Designing an effective climate-policy mix: accounting for instrument synergy. *Climate Policy*, 21(6), 745-764. <https://doi.org/10.1080/14693062.2021.1907276>
- Vrolijk, K., & Sato, M. (2023). *Quasi-experimental evidence on carbon pricing*. The World Bank Research Observer. <https://doi.org/10.1093/wbro/lkad001>
- Wangsnæs, P. B., & Halse, A. H. (2021). The impact of electric vehicle density on local grid costs: Empirical evidence from Norway. *The Energy Journal*, 42(5). <https://doi.org/10.5547/01956574.42.5.pwan>
- West, J., Hoekstra, M., Meer, J., & Puller, S. L. (2017). *Vehicle miles (not) traveled: Fuel economy requirements, vehicle characteristics, and household driving*. *Journal of public Economics*, 145, 65-81. <https://doi.org/10.1016/j.jpubeco.2016.09.009>
- Westberg, N. B., Hamnes, C. T., Hole, I. N., & Bruvoll, A. (2023). *Metoder for å analysere utslipps- og kostnadseffekter mot 2050* (MENON-PUBLIKASJON NR. 155/2023). <https://files.nettsteder.regjeringen.no/wpuploads01/sites/491/2023/12/Metoder-utslipp-2050.pdf>
- Wene, C. O. (1996). Energy-economy analysis: Linking the macroeconomic and systems engineering approaches. *Energy*, 21(9), 809-824. [https://doi.org/10.1016/0360-5442\(96\)00017-5](https://doi.org/10.1016/0360-5442(96)00017-5)
- Wiese, F., Bramstoft, R., Koduvere, H., Alonso, A. P., Balyk, O., Kirkerud, J. G., Tveten, Å. G., Bolkesjø, T. F., Münster, M. & Ravn, H. (2018). Balmorel open source energy system model. *Energy strategy reviews*, 20, 26-34. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2018.01.003>
- Wråke, M., Karlsson, K., Kofoed-Wiuff, A., Bolkesjø, T. F., Lindroos, T. J., Hagberg, M., Simonsen, M. B., Unger, T., Tennbakk, B., Jåstad, E. O., Lehtilä, A., Putkonen, N. & Koljonen, T. (2021). *Nordic clean energy scenarios: Solutions for carbon neutrality*. Nordic Energy Research. <https://www.nordicenergy.org/wordpress/wp-content/uploads/2021/09/nordicenergyresearch2021-01.pdf>

Yan, S., & Eskeland, G. S. (2018). Greening the vehicle fleet: Norway's CO₂-Differentiated registration tax. *Journal of Environmental Economics and Management*, 91, 247-262. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2018.08.018>

Ytreberg, N. S., Alfnes, F., & van Oort, B. (2023). Mapping of the digital climate nudges in Nordic online grocery stores. *Sustainable Production and Consumption*, 37, 202-212. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2023.02.018>

