

Rapport fra Teknisk beregningsutvalg for klima 2019



M-1442|2019

Utgitt av

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

Design: Skipnes Kommunikasjon AS

Innhold

Sammendrag.....	6
Innledning.....	6
Metodetilnæringer	7
Utslippsframskrivinger	9
Tiltaksanalyser	11
Virkemiddelanalyser	12
Klimaeffekten av statsbudsjettet	15
Utvalgets videre arbeid	17
1. Innledning og mandat.....	19
1.1. Utvalgets mandat.....	19
1.2. Rammene for utvalgets arbeid	20
1.3. Om analyseformene nevnt i mandatet og hva de brukes til.....	21
1.4. Utvalgets tilnærming	22
2. Norske utslipp og virkemidler i klimapolitikken	23
2.1. Utslippsregnskapet for klimagasser.....	23
2.2. Norske utslipp og opptak av klimagasser	24
2.3. Virkemidler i klimapolitikken.....	26
3. Gjennomgang av metoder og norske eksempler	31
3.1. Klassifisering av metoder	31
3.2. Partielle analyser	34
3.3. Generelle modeller.....	41
3.4. Hybridmodeller.....	45
3.5. Noen utfordringer ved ulike analyseformer.....	45
3.6. Bruksområder for analyseformene i virkemiddelutredninger.....	51
4. Utslippsframskrivinger	52
4.1. Innledning.....	52
4.2. Formål med og metoder brukt i framskrivinger av norske utslipp.....	52
5. Tiltaksanalyser på klimaområdet.....	56
5.1. Bakgrunn om tiltaksanalyser	56
5.2. Bruksområder for tiltaksanalysene.....	56
5.3. Metodisk tilnærming.....	59
5.4. Tiltaksanalyser utført i andre land	69
6. Metoder brukt i virkemiddelanalyser	75
6.1. Innledning.....	75
6.2. Hvilke metoder benyttes til hvilke typer utredninger	76
6.3. Eksempler på virkemiddelanalyser ved bruk av partielle metoder	76
6.4. Eksempler på bruk av generelle modeller av hele økonomien i virkemiddelanalyser.....	89
6.5. Virkemiddelvurdering med kombinasjoner av metoder.....	90

7. Klimaeffekten av statsbudsjettet	94
7.1. Bakgrunn og problembeskrivelse.....	94
7.2. Innfallsvinkler til å vurdere klimaeffekten av statsbudsjettet.....	96
7.3. Internasjonalt arbeid med å beregne klimaeffekten av statsbudsjettet	99
8. Utvalgets vurderinger og anbefalinger	104
8.1. Innledning.....	104
8.2. Tiltaksanalyser	104
8.3. Utslippsframskrivninger og virkemiddelanalyser.....	106
8.4. Klimaeffekten av statsbudsjettet.....	107
8.5. Utvalgets videre arbeid.....	108
9. Referanser.....	109

Til Klima- og miljødepartementet

Teknisk beregningsutvalg for klima ble oppnevnt 15. juni 2018. Utvalget skal foreslå metoder for å beregne klimaeffekt av statsbudsjettet, og gi råd om hvordan eksisterende metoder for tiltaks- og virkemiddelanalyser på klimaområdet kan forbedres. Dette er utvalgets første rapport.

Oslo, 28. juni 2019

Jørn Rattsø
(leder)

Taran Fæhn

Steffen Kallbekken

Anne Madslie

Erik Sørensen

Guro Børnes Ringlund
(sekretariatsleder)

Elen R. Alstadheim

Mari A. Hjorthol

Ingrid Hoff
(fra 1. april 2019)

Hans Kolshus

Kristine Korneliussen

Hanne Birgitte Laird

Shirin Ræder

Marte Sollie

Bente Støholen

Åsmund Sunde Valseth
(til 1. april 2019)

Elin Økstad

Sammendrag

Innledning

Teknisk beregningsutvalg for klima ble oppnevnt 15. juni 2018. Utvalget skal foreslå metoder for å beregne klima-effekt av statsbudsjettet, og gi råd om hvordan eksisterende metoder for tiltaks- og virkemiddelanalyser på klimaområdet kan forbedres.

Utvalget ledes av professor Jørn Rattsø (Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet). Medlemmene i utvalget er forskningsleder Anne Madslie (Transportøkonomisk institutt), forskningsleder Taran Fæhn (Statistisk sentralbyrå), forskningsleder Steffen Kallbekken (CICERO Senter for klimaforskning) og professor Erik Ø. Sørensen (Norges handelshøyskole). Utvalget bistås av et sekretariat ledet av Miljødirektoratet, med deltakere også fra Klima- og miljødepartementet, Finansdepartementet og Samferdselsdepartementet.

Utvalget skal levere årlige rapporter. I arbeidet med denne første rapporten har utvalget vektlagt å kartlegge kvantitative analyser av effekter av tiltak og virkemidler på klimaområdet i Norge, og se dette i sammenheng med internasjonal forskning og forvaltning.

Klimaendringene er en av vår tids største trusler. De menneskeskapte klimaendringene er et resultat av utslipp av klimagasser fra blant annet energibruk, industri, transport og landbruk. Gjennom Parisavtalen har verdens land satt et mål om å begrense temperaturøkningen til godt under to grader sammenlignet med førindustrielt nivå og tilstrebe å begrense den til 1,5 grader. Norge har ratifisert Parisavtalen og i tillegg satt en rekke klimamål.

Kunnskap om kostnader og sosiale og økonomiske konsekvenser er viktig når mål settes og skal gjennomføres. Politikerne trenger kunnskap om gode løsninger som kan redusere utslipp og øke opptak, om kostnader og andre konsekvenser av utslippsreducerende tiltak og virkemidler i Norge, og om effekten av ulike virkemidler.

Norge var tidlig ute med å innføre klimapolitiske virkemidler og det har gjennom en årrekke vært gjort analyser som grunnlag for klimapolitikken. Utvalget har i sitt arbeid gått gjennom eksempler på gjennomførte analyser og gjort noen betraktninger av styrker og svakheter ved metodene som er anvendt i disse. I denne rapporten har utvalget først og fremst vurdert metoden for tiltaksanalyser. Det betyr ikke at andre metoder er mindre viktige, eller ikke har

metodiske utfordringer som bør vurderes. Vurderingene av metoder for virkemiddelanalyser og beregning av utslippseffekter av statsbudsjettet er i denne rapporten på et mer overordnet nivå, men vil være tema for framtidig arbeid i utvalget.

Som grunnlag for vurderingene har utvalget også sett seg inn i datagrunnlaget for analysene og beregningene, derunder det norske klimagassregnskapet og framskrivninger av norske klimagassutslipp. For ytterligere å styrke vurderingene av behov for metodeutvikling har utvalget hentet inn en del kunnskap om metoder som benyttes og forskning og utredning som utføres i andre land. Utvalget har vektlagt å gå inn i metoder som kan brukes i analyser av klimagassutslipp i Norge, dvs. utslippseffekter som bokføres i det norske klimagassregnskapet.

Utvalgets diskusjon tar for seg fem hovedområder: Utslippsregnskap (kapittel 2), utslippsframskrivninger (kapittel 4), tiltaksanalyser (kapittel 5), virkemiddelanalyser (kapittel 6) og klimaeffekten av statsbudsjettet (kapittel 7).

Utslippsregnskapet brukes for å overvåke kilder for og omfang av norske utslipp og opptak av klimagasser. Det danner grunnlag for Norges årlige rapportering under FNs klimakonvensjon og under Kyotoprotokollen, og er derfor sentralt for å kontrollere utslipp og opptak relatert til Norges utslippsforpliktelser. Regnskapet inngår som datagrunnlag for **utslippsframskrivninger**, for å beregne effekt av virkemidler og politikk, i tiltaksanalyser og i beregninger av utslippseffekten av statsbudsjettet.

Utslippsregnskapet bygger på mange forskjellige datakilder, og beregningenes kvalitet avhenger av de tilgjengelige datakildene. Ifølge utslippsregnskapet ble det sluppet ut 52,9 millioner tonn CO₂-ekvivalenter i Norge i 2018. Dette er 1,7 millioner tonn eller 3,4 prosent høyere enn 1990. De viktigste sektorene for norske utslipp er olje- og gassutvinning, industri, veitrafikk og annen transport. Skog og annen arealbruk hadde i 2017 et netto opptak av klimagasser på nær 25 millioner tonn CO₂-ekvivalenter.

Utslippsregnskapet og norske utslipp beskrives i kapittel 2.

Tiltaksanalyser søker å beregne potensielle utslippsreduksjoner og kostnader ved mulige fysiske tiltak, teknologiløsninger eller andre definerte handlinger aktørene i økonomien kan gjennomføre for å redusere utslipp eller øke opptak av klimagasser. De fleste har et

framoverskuende perspektiv. Tiltaksanalysene identifiserer hvor det er mulig å redusere utslippene gitt dagens kunnskap om nåværende og framtidige utslippsreduserende teknologier, og sier dermed noe om hvilke av dagens utslippskilder og sektorer som har potensial for utslippsreduserende tiltak.

Tiltaksanalysene har vært brukt til å gi anslag på samfunnsøkonomiske kostnader ved ulike framtidige utslippsmål gitt en referanseframskrivning og under ulike bibetingelser om for eksempel gjennomførbarhet og kostnadseffektivitet. Tiltaksanalysene blir brukt som del av underlaget i ulike politiske prosesser på klimaområdet, men inneholder ikke politikk anbefalinger. Analysene inkluderer i utgangspunktet ikke virkemiddelvurderinger eller effekter av virkemidler, og fanger dermed ikke opp kostnadene ved og tilpasningene til dem, og de vurderer ikke hvilke virkemidler som vil være effektive. Analysene gir heller ikke en vurdering av samspillseffektene mellom tiltak eller andre indirekte effekter i økonomien, for eksempel om økt etterspørsel etter biodrivstoff påvirker priser på biodrivstoff eller etterspørselen etter andre varer.

Tiltaksanalysemetoden beskrives og diskuteres i kapittel 5.

Virkemiddelanalyser skal vurdere klimapolitiske virkemidler som har til hensikt å redusere klimagassutslipp gjennom å påvirke aktørenes atferd. I Norge har vi et bredt spekter av virkemidler i klimapolitikken. De viktigste virkemidlene er EUs kvotesystem og avgift på utslipp av klimagasser. Rundt halvparten av norske utslipp er dekket av EUs kvotesystem, mens nærmere 70 prosent av ikke-kvotepliktige utslipp er ilagt avgift. Det meste av utslippene i petroleumssektoren og innenriks luftfart har både kvoteplikt og er ilagt CO₂-avgift.

I tillegg har vi blant annet en rekke subsidier, avgiftsfritak og fordelsordninger for nullutslippsbiler, forbud mot bruk av mineralolje til oppvarming, støtteordninger til teknologiutvikling og innfasing av ny teknologi (Enova mv.), og støtte til FoU gjennom Norges forskningsråd og Innovasjon Norge. Virkemidler beskrives i kapittel 2.

Analysene dekker ulike virkemidler med ulik virkemåte, og mange forskjellige metoder kan brukes alene eller i kombinasjon. Virkemiddelanalyser på klimaområdet kan gjøres for å kartlegge virkninger av virkemidler, finne optimale virkemidler for å utløse utslippsreduserende tiltak eller for å oppfylle målsettinger om utslippsreduksjoner. De kan også være analyser av hvordan et gitt virkemiddel bør innrettes og dimensjoneres for å oppnå det som er hensikten, og eventuelt ta andre samfunnsmessige og miljømessige hensyn. Valg av metode vil avhenge av hva

som skal analyseres og av tilgang på data. I Norge er både generelle modeller, partielle modeller, elastisiteter og tiltaksanalyser blitt benyttet ved kvantitative virkemiddelvurderinger av avgifter, reguleringer og støtteordninger. Disse metodene beskrives i kapittel 3, mens kapittel 6 gir eksempler på noen norske virkemiddelanalyser. Ofte vil flere metoder benyttes i samme virkemiddelanalyse for å belyse problemstillingen fra ulike sider. FNs klimapanel, IPCC, påpeker i sin femte hovedrapport (WGIII, kap 3) at det ofte er behov for en kombinasjon av metoder for å forstå effektene, egenskapene, avveiningene og kompleksiteten i politikkgvalgene. Virkemiddelanalyser kan også gjøres for å evaluere *ex post* hva en allerede har oppnådd ved å ha innført et virkemiddel og hva slags samfunnsmessige implikasjoner det har hatt, for eksempel i form av provenyeffekter, fordeling og miljøeffekter.

Å beregne **klimaeffekten av statsbudsjettet** innebærer å identifisere hvordan et statsbudsjett påvirker klimagassutslipp. All økonomisk aktivitet vil kunne ha betydning for utslipp, og utvalget har i utgangspunktet vært interessert i metoder som ser på utslippseffekten av alle komponentene i statsbudsjettet, enten samlet eller hver for seg. Arbeidet med å anslå klimaeffekt av statsbudsjettet så langt har vært konsentrert om å forsøke å anslå utslippseffekten av tiltak, virkemidler og bevilgninger med antatt mest direkte kobling til utslipp og opptak. Det foreligger ikke enkle og håndterbare internasjonale metoder for hvordan klimaeffekten av budsjettet kan anslås. Det innebærer at for å kunne beregne klimaeffekten av statsbudsjettet er det behov for å ta stilling til en rekke valg og avgrensninger, blant annet spørsmål om hva som skal være referansen når utslippseffekt beregnes, hvilke utslippseffekter som skal tas med (nasjonalt/ internasjonalt) og for hvilken tidshorisont effekter skal beregnes. Så langt har regjeringen i hovedsak rapportert om utslippseffekter på kort sikt (2020, og delvis 2030) som faller inn under nasjonale utslipp slik de er definert i klimagassregnskapet. Dette beskrives nærmere i kapittel 7.

Metodetilnærminger

Analyser på klimafeltet brukes til mange formål:

1. Å gi anslag på utslippseffekten av statsbudsjettet
2. Å utrede mulige mål/nye forpliktelser
3. Å lage framskrivinger av utslipp og opptak av klimagasser
4. Å utrede ulike utslippsreduksjonsmuligheter og anslå reduksjonspotensial og kostnader (marginal- eller gjennomsnitt) ved disse
5. Å anslå utslippseffekten og kostnadene knyttet til enkeltvirkemidler eller kombinasjon av virkemidler

Mange formål og forskjellige problemstillinger krever ulike tilnærminger. Analysene gjøres typisk med etablering av et analyserammeverk som fanger opp de viktigste relasjoner som skal studeres og tallfesting av sammenhenger og effekter. Analyser av klimapolitikk skiller seg fra analyser av andre politikkområder fordi klimaproblemet er globalt og på grunn av behovet for omfattende og snarlige endringer i store og sammenvevde systemer (som energi og transport). Det er behov for tiltak på mange områder, og nye løsninger må fungere som helhet, ikke bare en og en. Siden Norge, som del av bidragene til verdens og Europas mål, opererer med periodevis utslippsmål eller -budsjetter, vil nytten av utslippsreduksjoner være bidraget til å nå disse målene. Bidragene måles i form av periodens antall tonn reduserte CO₂-ekvivalenter. Bruk av fleksible mekanismer i form av samarbeid om utslippsreduksjoner med andre land, inngår i måloppfyllelsen. Metodene for å analysere sammenhengen mellom virkemidler og måloppnåelse (effekt på utslipp) er imidlertid lik andre politikkområder.

I kapittel 3 gjennomgår utvalget ulike metodiske tilnærminger til analyser på klimaområdet, herunder beskrivelse av den nasjonale metodebruken. Utvalget har valgt å dele metodene opp i to hovedgrupper: partielle metoder, som ser på større eller mindre deler av økonomien, og generelle metoder som dekker hele økonomien. Et annet viktig skille for utvalget har vært om atferd er eksplisitt modellert (endogen) eller ikke og, hvis så, i hvor stor grad. Med endogen atferd menes her hvorvidt aktørene som analyseres responderer på endringer i relative priser. Vanligvis modelleres dette som at konsumenter og produsenter maksimerer nytte/profitt eller minimerer kostnader. Aktørene vil tilpasse seg endringer i relative priser slik at nytten eller profitten blir størst mulig eller kostnadene minst mulig ut fra preferansene eller produksjonsteknologien til aktøren. I hvilken grad metoden tar utgangspunkt i at aktørene maksimerer nytte/profitt eller minimerer kostnader varierer. I partielle modeller av enkeltsektorer vil nødvendigvis priser som bestemmes utenfor sektoren være eksogene. I mange partielle modeller kan også (deler av) tilbudet eller etterspørselen i sektoren være eksogent gitt. Det utelukker ikke at atferdsresponser kan tas hensyn til, men da må det gjøres utenfor analyseverktøyet (eksogent) basert på informasjon fra andre kilder.

En partiell analyse ser på én eller et begrenset antall sektorer eller teknologier, for eksempel valget mellom elbil eller fossilbil innenfor transport eller ulike teknologier innenfor for eksempel kraftproduksjon (sol, vind, vann, kull osv.). En partiell analyse kan også inkludere annen atferd enn teknologibruk, for eksempel redusert produksjonsaktivitet, redusert transportbruk eller redusert innetemperatur. Hvorvidt slike valg bestemmes innenfor eller utenfor

analysen, er viktig for hvorvidt samspillseffekter kan fanges opp i beregningen.

Prosjektanalysetilnærmingen er et eksempel på en partiell lønnsomhetsanalyse der inntektene/nyttene og kostnadene ved å gjennomføre prosjektet summeres og beregnes som netto nåverdi. Prosjektanalyser tar ofte aktørens etterspørsel og tilbud som gitt til tross for at gjennomføring av prosjektet kan føre til endringer i relative priser. Tiltaksanalyser er basert på en prosjektanalysetilnærming, hvor prosjektene typisk er fysiske tilpasninger og teknologiløsninger for å redusere utslipp eller øke opptak av klimagasser. Analysen kartlegger potensialer og kostnader ved utvidet eller ny bruk av kjente løsninger, og for tiltak fram i tid må det også anslås potensialer og kostnader ved løsninger som ikke fullt ut er utprøvd, eller som bare foreligger "på tegnebordet" ved analysetidspunktet. En detaljert tilnærming gir mulighet til å identifisere kostnadselementene i mer detalj. Tiltakskostnaden beregnes individuelt fra tiltak til tiltak og analysen inneholder ikke virkemidler, slik at samspillseffekter mellom tiltakene eller med resten av økonomien gjennom virkemiddelbruk og atferdsresponser vanligvis ikke fanges opp.

Elastisiteter anslår endringer i etterspørsel eller tilbud som en følge av prisendringer for eksempel grunnet en avgiftsøkning. Metoden er partiell siden den kun ser på endring i etterspørselen/tilbudet etter en vare eller tjeneste. Det skilles gjerne mellom kortsiktige og langsiktige elastisiteter. Elastisiteter beregnes på bakgrunn av historiske data og er hovedsakelig utviklet for å si noe om effekter av små/marginale prisendringer, ikke store absolutte prishopp. Elastisiteter kan brukes alene for å beregne effekt av prisendring eller som inndata i modeller.

Partielle likevektsmodeller representerer større eller mindre deler av økonomien. Dermed vil mange markeder være eksogent modellert på tilbuds- og/eller etterspørselssiden. Det betyr at en del atferd verken direkte eller indirekte påvirkes av eventuelle endringer i priser. Partielle modeller har ofte et rikt tilfang på mulige teknologier. Optimeringsmodeller for transportsystemer eller energisystemer kan inngå i denne kategorien. Priser som gjenspeiler kostnader ved ulike teknologier innenfor den delen av økonomien en ser på vil inngå, men ikke nødvendigvis bestemmes i modellen. Oftest antas etterspørselen etter energitjenester å være gitt, mens måten tjenestene produseres/tilbys på bestemmes i modellen. Når både etterspørsels- og tilbudssiden er endogent modellert, er det vanlig å betegne modellen som en partiell **likevektsmodell** eller energimarkedsmodell. Et eksempel på en slik modell er LIBEMOD. For å gi svar på hvordan klimagassutslippene fra persontransporten i Norge vil endre seg

som følge av endringer i blant annet drivstoffavgifter og bompenger, er det gjort analyser med et system av transportmodeller som til sammen dekker alle reiser i Norge. Transportmodellene er beskrevet i kapittel 6.3.

De generelle modellene dekker hele økonomien og har optimerende aktører som tilpasser seg til endringer i relative priser. De beskriver vanligvis en generell likevekt for økonomien. Generelle modeller baserer seg som regel på aggregerte data (Nasjonalregnskap). Statistisk sentralbyrås generelle likevektsmodell for Norge, SNOW-NO, er i denne kategorien. De generelle landmodellene dekker hele økonomien i landet og fanger dermed i større grad opp økonomiske responser og samspillseffekter. Mulige teknologivalg er ofte mer begrenset i disse modellene.

Hybridmodeller kombinerer detaljert teknologimodellering med modellering av hele økonomien. I hybridtilnærmingen trenger ikke nødvendigvis detaljert teknologi å være innarbeidet direkte i en generell modell, men i stedet kan de to tilnærmingene kobles sammen gjennom interaksjon/iterasjon mellom de to modelltypene.

Noen utfordringer ved ulike analyseformer

Alle analyser bygger på en rekke forutsetninger og vil nødvendigvis være en forenklet framstilling av virkeligheten. Den faglige diskusjonen handler om hva som er best valg av forutsetninger og forenklinger og hvordan sammenhengene tallfestes. Dette vil avhenge av hva analysen skal svare på. Siden analysene som regel er framoverskuende og teknologiutviklingen på energi- og klimafeltet er rask og skjer internasjonalt, er usikkerheten stor. De fleste analyser tar utgangspunkt i hvordan sammenhenger mellom størrelser av interesse har vært historisk, gjerne kombinert med betraktninger om hvordan sammenhengen kan forventes eller antas å utvikle seg framover. Analysen blir dermed avhengig av kvaliteten på tallfestingen. Gitt utfordringer med å beregne framtidige kostnader, er det viktig å beskrive forutsetninger og usikkerhet i både de totale kostnadsanslagene og i de enkelte elementene. Sammen med analyser som viser hvor sensitive resultatene er for endringer i forutsetningene bak, kan slik åpenhet bidra til at analysene blir bedre forstått.

Her diskuteres sentrale elementer i analysene i hovedsak basert på litteraturen gjennomgått i kapittel 3:

Referansealternativ

Til analyser av tiltak og virkemidler er det behov for et nullalternativ, noe å sammenligne analysen med. I

framoverskuende analyser vil en referansebane som bygger på at dagens politikk og virkemiddelbruk, både nasjonalt og internasjonalt, videreføres, kunne brukes som et slikt nullalternativ/sammenligningsgrunnlag. Referansebanen illustrerer en mulig utvikling gitt de forutsetninger som legges til grunn om økonomi, teknologi og demografi, og de antakelser som ligger i analyserammenverket som brukes. Det vil være betydelig usikkerhet om utviklingen allerede få år fram i tid, og usikkerheten øker med lengden av den perioden vi ser på. Dersom referansebanen med uendret politikk er utarbeidet med samme modellverktøy som analysene av alternative forutsetninger (for eksempel innføring av et utslippstak eller høyere CO₂-priser) vil det være konsistens mellom nullalternativet og analysen. Alle endringer vil komme i tillegg til det som følger av en videreføring av dagens virkemidler. I en slik situasjon vil ikke dobbelttelling av utslippsreduksjoner være en utfordring.

De partielle analysene anslår bare kostnader og reduksjonspotensialer innen den sektoren de dekker, og resultatene fra slike analyser kan ikke nødvendigvis sammenlignes direkte med analyser av andre sektorer eller teknologier. Det gjør det mer utfordrende å sammenstille eller legge sammen resultater fra ulike analyser dersom ønsket er å utvide analysen til å dekke hele økonomien eller pakker av tiltak og virkemidler. Problemet begrenses dersom hvert tiltak tar utgangspunkt i samme referansebane.

Beregning av kostnader

Selv om de fleste metoder ser på sammenhengen mellom kostnader og utslippsreduksjoner, er det store forskjeller i hvilke effekter metodene fanger opp og hvilken type informasjon de gir om kostnader og utslippseffekter.

En av fordelene med de prosjektbaserte analysene er at de som regel er lette å forstå. Kostnadene og reduksjonspotensialene knyttes direkte til et bestemt tiltak, og utvalget av mulige teknologier er ofte rikt representert. Ulempen er at analysen utelater kostnader ved virkemidler og mange tilpasninger i økonomien gjennom indirekte effekter, ringvirkninger, tilbakevirkninger og samspill.

I partielle og generelle likevektsmodeller vil eksisterende politikk og virkemidler (for eksempel skatter, avgifter og subsidier) vanligvis være representert. Det kan i prinsippet tas hensyn til markedsimperfeksjoner og virkemiddelsamspill. Det sentrale er at husholdningers og bedrifters tilpasning til virkemidler kan inngå i kostnadsvurderingen.

Siden generelle likevektsmodeller som regel analyserer generelle virkemidler som for eksempel avgifter, og fokus

er på totale utslippseffekter, legges det som regel mindre vekt på å framstille utslippsreduksjonene per teknologi. Mangel på teknologirikdom kan være en ulempe med generelle likevektsmodeller. Det gjør at analyser av sammenhengen mellom utslippsreduksjoner og kostnader med makromodeller ikke gir muligheter for innsikt i hvilke teknologier eller tiltak som samsvarer med utslippsreduksjonene, og mindre grunnlag for å vurdere resultatene. Mulighetene for substitusjon mellom innsatsfaktorer, tilhørende kostnader og tekniske karakteristika reflekteres ofte i mindre detalj enn i teknologirike partielle modeller.

Atferd

I hvilken grad analysene bygger på atferd som kostnadsminimering eller profittmaksimering, eller fanger opp atferdsresponsen gjennom endringer i relative priser og tilgang på (ny) teknologi, varierer mellom analyseformene. Prosjektanalysene bygger ikke på antakelser om optimerende aktører, men ser kun på kostnadene ved ulike valg. Når disse vurderes opp mot hverandre kan man likevel minimere kostnadene, slik de er kvantifisert. Prosjektanalysene fanger imidlertid ikke opp alle tilpasninger. Tilbud, etterspørsel og priser bestemmes utenfor analysen og man får ikke fram hvordan aktørene tilpasser seg endringer i dem, samt hvordan ulike aktører tilpasser seg ulikt.

Forenklete modeller basert på elastisiteter, partielle likevektsmodeller og generelle modeller har i større eller mindre grad modellert atferd. De fleste likevektsmodeller inneholder substitusjonselastisiteter som sier noe om hvordan aktøren tilpasser seg endringer i relative priser. Som regel bygger de på optimerende aktører.

I partielle likevektsmodeller der etterspørselen etter energitjenester (for eksempel oppvarming) bestemmes eksogent, vil valg av mengde være uavhengig av pris. Slike modeller fanger dermed ikke opp alle tilbakevirkninger via prisendringer på atferd (såkalte rebound-effekter). Utvalget av teknologier kan ofte være rikt i partielle analyser, fordi modellen representerer en avgrenset del av økonomien.

Generelle likevektsmodeller inneholder substitusjonselastisiteter som sier noe om hvordan aktørene tilpasser seg endringer i relative priser. Som regel bygger modellene på optimerende aktører. Siden modellen favner hele økonomien er det mulig å anslå effekter på sammensetningen av økonomien og på endringer i velferd (eller et annet mål for ressursutnyttelse).

Dynamikk

Tidsaspektet er sentralt for alle klimaanalyser – det settes mål for utslippsreduksjoner over tid, og rask teknologisk utvikling har stor betydning for kostnadene. Hvordan en tar hensyn til tidsaspektet i analysene vil variere. Analyser som kun er statiske øyeblikksbilder på et tidspunkt, for eksempel ett år, vil ikke fange opp kostnader og reduksjonspotensialer for tidligere år eller hva som skjer etterpå. Kostnadsanslagene gir dermed ikke innsikt i implikasjonene av tidfesting og dosering over tid av tiltak og investeringer. Alle metoder som ikke minimerer kostnader over tid vil kunne støte på dette problemet. Å få fram ulike tidsforløp for utslippsreduksjoner og kostnader ved tiltak vil gjøre det mulig å vurdere ulike mulige utviklingsbaner opp mot hverandre. Valg av diskonteringsfaktor for å vurdere nytte og kostnad over tid er en sentral utfordring, som her diskuteres i tilknytning til evaluering av tiltaksanalysene.

Modellene vil kunne fange opp intertemporale interaksjoner ved tilpasninger over tid. Det er ønskelig å kunne regne på hvordan kostnadene ved å nå bestemte klimamål kan minimeres når det tas hensyn til at husholdninger og bedrifter kan endre sparing og investering. I praksis gjøres dette gjerne forenklet ved å beregne kostnader ved ulike scenarier og sammenligne disse. For å kunne fange opp dynamiske effekter kan det også være relevant at modellene inneholder læringskurver. Det meste av teknologiutviklingen skjer internasjonalt og vil derfor skje utenfor norsk økonomi og norske sektorer. Det vil være viktig å ha kunnskap om slike internasjonale læringseffekter for å gjøre anslag om teknisk framgang i analysene.

Samspillseffekter

Analyser som bare ser på deler av økonomien, vil ikke fange opp samspillseffekter med resten av økonomien på en god måte. Et eksempel er at når et tiltak er gjennomført/virkemiddel innført, endrer det referansebanen for gjenstående mulige utslippsreduksjoner. Et annet eksempel er at ulike tiltak og virkemidler kan virke på hverandre, enten ved å redusere/øke reduksjonspotensialet eller øke/ redusere kostnadene.

Partielle metoder som kun ser på enkelttiltak eller kun analyserer én sektor vil i liten grad fange opp samspillet mellom sektorer eller andre samfunnsøkonomiske interaksjoner. Analysen må eventuelt resonneres utenfor analyserammeverket. Det finnes imidlertid eksempler på teknologirike partielle likevektsmodeller som kobles med aggregert modellering av økonomien for øvrig, såkalte hybridmodeller. Disse kan fange opp aktivitetsendringer og utvider mulighetene for å modellere utslippsreduksjoner.

Samspillseffekter kan også være viktige innenfor en sektor. Et eksempel er virkemidler i transportsektoren. Summering av effekten av enkeltvirkemidler innenfor sektoren kan gi forskjellig resultat fra en analyse av virkemidler samlet.

For å fange opp mest mulig av samspillene i økonomien endogent er en avhengig av generelle modeller. Slike modeller vil kunne studere samspillet mellom flere tiltak og virkemidler eller pakker av virkemidler, i tillegg til å ivareta at endringer i relative priser vil kunne endre sammensetningen av økonomien. De fleste slike analyser studerer den nasjonale økonomien, men det finnes også modeller hvor norsk økonomi er del av en internasjonal tilpasning. Nasjonale modeller antar at impulser fra utlandet kan behandles som eksogene.

Usikkerhet

Selv om det er en fordel at resultatene av en analyse er enkle å forstå og kommunisere, bygger anslagene som regel på mange forutsetninger som bør komme klart fram. Det kan være like viktig å få fram på en systematisk måte hva ulike forutsetninger har å si for anslagene, samt usikkerhet i anslagene, som å anslå forventede kostnader og reduksjonspotensialer. I analyser av klimapolitikk vil faktorer som teknologilæring, energipriser, diskontering og utvikling i etterspørsel være sentrale, spesielt for anslag på kostnader langt fram i tid. Også gjensidig avhengighet og interaksjoner mellom usikkerhetsfaktorer er viktig å identifisere og vurdere. Å legge betydelig vekt på usikkerhet i anslag på kostnader og utslippspotensialer kan gjøre beslutningstakere mer oppmerksom på dem og dermed bidra til at de tar hensyn til usikkerheten i sine beslutninger. Utslippsreduksjoner som i dag er kostbare kan vise seg å bli økonomisk levedyktige raskere enn lagt til grunn.

I en følsomhetsanalyse testes ulike usikkerhetsfaktorer én etter én for å se hvordan de slår ut på anslagene for kostnader og utslippsreduksjoner. Dersom beregningene i utgangspunktet er basert på forventningsverdier, kan usikkerhetsanalysen bestå i å vurdere minimums- og maksimumsverdier av ulike variabler. For kritiske variable kan det mest pessimistiske anslaget og det mest optimistiske anslaget gi et egnet utfallsrom. Begrenset informasjon om usikkerhetsbildet kan tilsi at det benyttes en regelbasert tilnærming. Mer avanserte metoder for å få fram usikkerhet på vil være gjennom scenarioanalyser og simuleringer med stokastiske teknikker.

Utslippsframskrivinger

Kapittel 4 gjennomgår bruken av utslippsframskrivinger og hvordan de utarbeides. Framskrivinger av utslipp og opptak av klimagasser kan være et selvstendig formål for å beskrive en mulig utvikling framover. Som omtalt over har imidlertid framskrivinger også en viktig funksjon som referanse for politikkanalyse – noe som analysene av tiltak og virkemidler sammenlignes med.

Som en del av rapporteringsforpliktelsen under FNs klimakonvensjon utarbeider land (til nå kun industriland) framskrivinger av utslipp og opptak av klimagasser som reflekterer eksisterende politikk og virkemidler. Framskrivinger gir informasjon om hva utslipp og opptak med visse antakelser kan bli i gitte år og er derfor nyttige når man vil vurdere hvordan partene ligger an i forhold til sine internasjonale forpliktelser. Framskrivinger kan også brukes i arbeidet med fastsettelse av nye mål og forpliktelser.

Utslipp er nært knyttet til økonomisk aktivitet og framskrivinger av utslipp må derfor ses i sammenheng med den økonomiske utviklingen forøvrig. Generelle likevektsmodeller som dekker hele økonomien er derfor godt egnet til å framskrive nasjonale utslipp. Samtidig er store modeller relativt grovt aggregert, og modellberegningene suppleres derfor ofte med mer mikrofunderet informasjon. I mange land er energisektoren den mest dominerende kilden til utslipp av klimagasser og framskrivinger av utslipp er derfor ofte basert på partielle analyser med energimarkedsmodeller og energietterspørselstimeringer. Ofte vil en kombinasjon av metoder, fra detaljerte partielle analyser til mer generelle modeller, brukes i arbeidet med å lage framskrivinger. Dette er utfordrende og en potensiell kilde til inkonsistenser.

I Norge lages nasjonale framskrivinger av utslipp annet hvert år, og for tiden brukes Statistisk sentralbyrås generelle likevektsmodell SNOW-NO (som også kan brukes til analyser av klimapolitikk). Norge har lang tradisjon for å bruke slike modeller til framskrivinger av både norsk økonomi og utslipp til luft. Metoden kobler framskrivinger av norsk økonomi med utslipp. Bruken av makromodellen suppleres med mer detaljerte beregningsmodeller og metoder, for eksempel for petroleumssektoren, veitransport, landbruk, avfall og fluorgasskilder.

Tiltaksanalyser

Utvalget har i denne rapporten gått grundigst inn i metodevurderinger av tiltaksanalysene. Andre metoder har også styrker og svakheter, disse vil vurderes nærmere i senere rapporter. Tiltaksanalysene er en partiell analyse basert på en prosjektanalysetilnærming, hvor fysiske tiltak og teknologiløsninger eller andre typer tilpasninger for å redusere utslipp eller øke opptak av klimagasser analyseres, men uten at aktørene eksplisitt modelleres.

I Norge er det i hovedsak Miljødirektoratet som har gjennomført og vedlikeholdt tiltaksanalyser på klimaområdet. Kapittel 5 gjennomgår metoden for norske tiltaksanalyser. Tiltaksanalysene bygger på detaljkunnskap om utslippskilder fra arbeidet med utslippsregnskap. Analysene beskriver handlinger som kan redusere klimagassutslippene i Norge og forutsetninger for vurderingene.

I en tiltaksanalyse tas det utgangspunkt i en konkret utslippskilde, hvor det deretter vurderes hvordan utslippene fra denne kan reduseres. Tiltak kan være å bytte til en teknologi med lavere utslipp (fra fossilbil til elbil), gjøre effektiviseringstiltak (for eksempel energieffektiviserings- og energigjenvinningstiltak i industrien), eller bytte av energibærer (for eksempel overgang fra diesel til biodiesel). Tiltak kan også være knyttet til å endre atferd, som for eksempel å spise mindre rødt kjøtt, eller kjøre mindre privatbil. Vanligvis legges det da til grunn at samme tjenesteproduksjon oppnås ved at den utslippsgenererende aktiviteten erstattes av en mindre utslippsintensiv løsning eller teknologi, som for eksempel å ta i bruk teknologier basert på elektrisitet, å spise mer grønnsaker eller reise kollektivt.

Tiltakskostnaden defineres som kroner per tonn CO₂-ekvivalent reduserte utslipp. Denne beregnes ved at alle prissatte merkostnader og besparelser forbundet med et gitt tiltak diskonteres ned til samme økonomiske basisår, som regel det året analysen utføres. Kalkulasjonsrenten er som standard satt til 4 prosent i henhold til Finansdepartementets rundskriv R-109/2014 (Finansdepartementet, 2014). Netto nåverdi av kontantstrømmen av investerings- og driftskostnader og eventuelle verdsatte eksterne virkninger over tiltakets levetid, deles deretter på totale utslippsreduksjoner målt i CO₂-ekvivalenter over levetiden:

Netto nåverdi av samlet samfunnsøkonomisk merkostnad fra basisår til tiltakets slutt

Summen av totale CO₂-ekvivalenter redusert fra basisår til tiltakets slutt

Tiltakskostnaden får da benevnelsen kr/tonn CO₂-ekvivalent redusert. Utslippsreduksjonene i nevnenen prissettes ikke i Miljødirektoratets analyser fordi de inngår som fysiske størrelser. Dette innebærer også at reduserte CO₂-ekvivalenter ikke neddiskonteres.

Tiltaksanalysene er blant annet brukt til å lage scenarier av hvilke utslippsreduksjoner som kan bidra til å nå ulike klimapolitiske mål, for eksempel hvordan 40 prosent reduksjon av ikke-kvotepliktige utslipp i 2030 sammenlignet med 2005 kan nås, jf. Meld. St. 41 (2016-2017) *Klimastrategi for 2030 – norsk omstilling i europeisk samarbeid*. Tiltaksanalysene er også brukt som underlag i ulike politiske prosesser på klimaområdet og til å sette klimapolitiske mål. Et eksempel på dette er NTP-målene om elektrifisering av transportsektoren som hadde sitt utspring i *"Klimatiltak og utslippsbaner mot 2030 – Kunnskapsgrunnlag for lavutslippsutvikling"* (Miljødirektoratet, 2015).

En tiltaksanalyse gir i seg selv ikke en vurdering av hvilke virkemidler som kan utløse tiltaket, eller hva som vil være tilstrekkelig virkemiddelbruk for å utløse et gitt tiltak. Informasjon fra tiltaksanalyser er imidlertid brukt inn i enkelte former for virkemiddelanalyser. Den mest konkrete bruken av informasjon fra tiltaksanalyser eller mer prosjektbaserte analyser er knyttet til utredningene av forbud og påbud der det gjøres vurderinger av hva forbudet/påbudet vil kunne utløse av utslippsreduksjoner og kostnader knyttet til dette, med tilhørende drøfting av usikkerhet knyttet til kostnader og utslippsreduksjoner og eksterne effekter. Ofte utredes alternative innretninger av reguleringen. Se kapittel 6.3.2 for eksempel på en slik analyse.

Videre er kostnader og utslippsreduksjoner fra tiltaksanalyser brukt som input i numeriske, generelle og partielle modeller, som igjen brukes til virkemiddelanalyser. For eksempel ble informasjon om privatøkonomiske kostnader og utslippsreduksjoner fra Klimakur 2020s tiltaksanalyser for veitransport, industri og olje- og gassutvinning brukt til å estimere privatøkonomiske marginale rensekostnadskurver ved teknologiomlegginger i den generelle likevektsmodellen MSG-TECH. Slik vil teknologiske investeringer kunne utløses i modellen som respons på virkemidler. Se kapittel 6.5.2.

Kostnader og utslipp

Samlet utslippseffekt av alle tiltak beregnes ut fra en referansebane, også kalt nullalternativ. Referansebanen bygger på utslippsframskrivingene som regjeringen legger fram i perspektivmeldingen eller nasjonalbudsjettet. Framskrivningene lages av Finansdepartementet,

i samarbeid med andre departementer og underliggende etater. Siste oppdatering av framskrivningene ble gjort til Nasjonalbudsjettet 2019.

Utslippsreduksjonene beregnes som differansen mellom utslipp i referansebanen og resterende utslipp etter gjennomført tiltak. Det blir anslått hvor mye et tiltak reduserer utslipp hvert år gjennom tiltakets levetid, det vil si den perioden tiltaket er forventet å være "i bruk" eller ha utslippseffekt.

Tiltaksanalyser er utviklet fra prosjektbaserte analyser og gir tilsvarende kostnadsberegninger for tiltaket. Den sentrale forenkling i forhold til likevektsmodeller er at atferdsreaksjoner på tiltaket anslås eksogent og atferdstilpasning ikke er en del av analysen.

Tiltaksanalysenes styrke er den sammenhengen som etableres mellom fysiske tiltak, økonomisk aktivitet og utslipp. Analysene er tett koblet opp mot utslippsregnskapet og utslippsframskrivningene. Beregningen av utslippsreduksjoner kan dermed knyttes direkte til definert tiltak eller teknologi. Analysene kan bidra med kunnskap om eksisterende og framtidige utslippsreducerende løsninger og teknologier til beslutningstakere.

Koblingen mellom tiltaksanalysene og utslippsframskrivningene hindrer i utgangspunktet dobbelttelling av reduserte utslipp. Det er imidlertid ikke alltid enkelt å skille hvilke utslippseffekter som allerede ligger i en referansebane fra det som bør inngå i et gitt tiltak. Utslippsframskrivningene utarbeides på en langt mer overordnet måte, uten samme detaljingsnivå etter ulike teknologier som i tiltaksanalysene. I tilfeller der det er usikkerhet om hva som er inkludert i referansebanen, vil også utslippseffekten av tiltaket bli mer usikker.

I tiltaksanalysene anslås de samfunnsøkonomiske kostnadene ved tiltaket, det vil si summen av kostnader, besparelser og andre prissatte effekter for samfunnet som helhet. Det er ingenting i veien for at den beregnede nettokostnaden blir negativ. Det er merkostnaden og mernytten (besparelsen) ved tiltaket som beregnes i analysene. Merkostnader og besparelser estimeres for hvert år over den fastsatte analyseperioden. Kostnad og nytte som allerede er tatt med i referansebanen inngår ikke i beregningene av effekten av tiltaket. Det er i utgangspunktet de gjennomsnittlige neddiskonterte samfunnsøkonomiske kostnadene som beregnes.

Reduksjonspotensialene knyttes direkte til et bestemt tiltak, og utvalget av mulige teknologier er stort. Hvis flere tiltak sammenstilles, viser analysen det identifiserte teknologiske potensialet for utslippsreduksjoner i en sektor/

flere sektorer. Hvis en enhetlig metode er brukt på tvers av sektorer, tiltak og teknologier, vil analysen gjøre det mulig å sammenligne de identifiserte reduksjonspotensialer og kostnadsanslag på tvers av sektorer, gitt at også samme referansebane ligger til grunn. Analysene gir informasjon om hvor det er mulig å redusere utslippene gitt dagens kunnskap om eksisterende og framtidige utslippsreducerende teknologier.

Utfordringer ved tiltaksanalyser

I kapittel 5.3.2 og 5.3.3 diskuteres noen utfordringer ved tiltaksanalysene. Det er en vesentlig begrensning ved tiltaksanalysene at de ikke fanger opp alle samfunnsøkonomiske kostnader. I tiltaksanalyser inkluderes investeringskostnader og drifts- og vedlikeholdskostnader ved tiltaket, samt eventuelle eksterne kostnader eller besparelser knyttet til for eksempel mindre lokal luftforurensning og helseeffekter. Mange kostnadskomponenter er utelatt fordi de er vanskelige å anslå, slik som ikke-prissatte kostnader. I tillegg er mange kostnadskomponenter og utslippseffekter per definisjon ikke med i analysen, derunder kostnader ved innføring av virkemidler for å implementere tiltaket. Ved analyse av virkemidler er derfor ikke tiltaksanalysene tilstrekkelig som analyseverktøy. Ulike virkemidler vil gi ulik tilpasning hos husholdninger og bedrifter med tilhørende virkning for kostnader. I de fleste tilfeller er kostnadene ved tiltaket, enten det er teknologier eller andre definerte atferdsendringer, framstilt som et gjennomsnitt med et kostnadsnivå. Gjennomsnittet fanger ikke opp hvordan kostnadene vil kunne variere mellom teknologier, installasjoner og aktører eller over tid.

Tiltaksanalysene gir et mål for utslippseffekt per krone. I de fleste tiltaksanalyser, også Miljødirektoratets, neddiskonteres kostnadene, men ikke utslippsreduksjonene målt i tonn CO₂-ekvivalenter. Tiltaksanalysene er dermed basert på at utslippseffekten kan måles i CO₂-ekvivalenter, og vekter ikke utslippsreduksjoner på ulike tidspunkt.

At utslippsreduksjonen ikke diskonteres mens kostnaden diskonteres, innebærer at å utsette et tiltak ett år vil gi en redusert tiltakskostnad (alt annet likt) – telleren i kostnadsbrøken diskonteres ett ekstra år, mens nevneren er konstant. Dette innebærer at det isolert sett er en gevinst for samfunnet å utsette å gjennomføre tiltak. Diskontering gir, alt annet likt, at det alltid er lønnsomt å utsette kostnader. For at det skal være lønnsomt å sette i gang tiltak umiddelbart, må det være en nytte knyttet til at tiltaket gjennomføres tidlig. Slik nytte er ikke en del av tiltaksanalysene for klimatiltak.

I mange tilfeller vil kostnadene ved et gitt tiltak antas å falle over tid, for eksempel som følge av teknologiutvikling.

Tiltaksanalysen oppsummeres imidlertid som regel i én tiltakskostnad - i kroner per tonn CO₂-ekvivalenter. Som beskrevet over representerer dette tallet et gjennomsnitt, dvs. gjennomsnittet av de neddiskonterte kostnadene og utslippsvirkningen over årene som innregnes i tiltaket, og vil ikke gi informasjon om antatt kostnadsutvikling over tid. Høye kostnader de første årene vil ikke framkomme ved at tiltakskostnaden presenteres som en gjennomsnittsberegning. Det innebærer at beslutningstakeren kan underverdne både kostnadene ved tiltaket i de første årene og usikkerheten i de årlige kostnadsanslagene.

Videre vil den definerte periodelengden ha betydning for kostnadsbrøken ved at gjennomsnittskostnaden ved (full) innfasing av tiltaket i et gitt år faller jo lengre periode tiltaket regnes over. I tilfeller der tiltaket i praksis er sammensatt av tilnærmet uavhengige tiltak (for eksempel kjøp av el-varebiler i ulike år) og kostnaden er sterkt fallende over tid, kan gjennomsnittskostnaden ha liten informasjonsverdi for beslutningstaker.

Etter at utslippseffekter og kostnader av tiltak i ulike sektorer er vurdert, sammenstilles tiltakene ofte inn i en felles analyse. Utvalget har blitt opplyst om at Miljødirektoratet tar hensyn til overlappende tiltak slik at man ikke dobbeltteller utslippsreduksjoner. Dette gjelder for eksempel innenfor transportsektoren hvor tiltak kan være helt eller delvis overlappende med hverandre (det vil for eksempel ikke gi mening å både elektrifisere hele bilparken og samtidig fase inn biodrivstoff i den samme bilparken). Interaksjoner og sammenhenger mellom tiltakene, samt muligheten for å akkumulere resultatene er derfor til en viss grad håndtert i tiltaksanalysene som utføres i Norge. Utvalget forstår det imidlertid slik at vurdering av stordriftsfordeler og/eller flaskehalsen når flere tiltak gjennomføres samtidig ikke har blitt håndtert i tiltaksanalysene. For å vurdere slike effekter er det nødvendig med analyser utover tiltaksanalysene.

Usikkerhet

I tiltaksanalyser estimeres både kostnader og utslippsreduksjonspotensial, og begge disse estimatene er forbundet med usikkerhet. I tillegg er tiltaksanalysene basert på framskrivinger av utslipp, som er usikre. For enkelte utslippssegment, som for eksempel anleggsmaskiner, er det stor usikkerhet rundt hvor mye drivstoff som forbrukes, og dermed blir også utslippsreduksjonspotensialet usikkert. Sentralt i tiltaksanalyser på klimaområdet står antakelser både om potentialet for utslippsreduksjoner og kostnader ved å ta i bruk lav- og nullutslippsteknologi som i mange tilfeller ikke er tilgjengelig eller svært umoden. Det vil være usikkerhet rundt hvor raskt slik ny teknologi kan bli tatt i bruk. Selv om slike antakelser er godt fundert

i den informasjonen som er tilgjengelig når analysene utarbeides, er usikkerheten framover i tid i mange tilfeller betydelig. For en del tiltak skyldes usikkerheten mangel på tilgjengelig kostnadsinformasjon, at tiltakene omfatter umoden teknologi, eller mer generell usikkerhet rundt framtidig teknologisk og økonomisk utvikling. I tillegg vil den globale klimapolitikken også være av stor betydning for kostnads- og teknologiutviklingen for tiltak i Norge. Denne usikkerheten rundt utviklingen framover vil selvsagt være en like stor utfordring for andre framoverskuende analyser ved bruk av andre metoder.

For tiltak der teknologiutviklingen er forventet å gå relativt raskt, bør kostnad ved bruk av teknologien som er tilgjengelig på analysetidspunktet, framkomme. I tillegg bør det gjøres alternative beregninger knyttet både til kostnadsutvikling og innfasing innenfor det som er hensiktsmessig å gjøre og gitt tid og ressurser til rådighet. Det bør i analysen gjøres en vurdering av om usikkerheten er symmetrisk og innenfor hvilket spenn det er mest sannsynlig at utfallene kan ligge. Usikkerheten er spesielt stor dersom tiltaket bygger på svært umoden teknologi eller teknologi som ikke er tilgjengelig i markedet på analysetidspunktet. I slike tilfeller vil en ikke nødvendigvis ha informasjon om dagens kostnader og mulig framtidig kostnadsutvikling. Der slike kostnader ikke finnes i markedet bør det derfor synliggjøres at tiltaket krever en teknologi som ikke er kommersielt tilgjengelig i dag.

Erfaringer i andre land

Tiltaksanalyser er anvendt i flere andre land og i flere sammenhenger, fra McKinsey som gjorde store globale studier i 2009 og 2013, utredninger både i Sverige og i Danmark, til seneste rapport fra UK Committee on Climate Change i 2019. Se nærmere om dette i kapittel 5.4. Det brukes i prinsippet samme tilnærming som i de norske tiltaksanalysene, knyttet til at det er merkostnader i forhold til en referansebane som beregnes, at både teknologiske tiltak og atferdsmessige tiltak inngår, og at både direkte investeringer og eksterne kostnader inkluderes i kostnadene. Det er enkelte forskjeller i hvordan analysene behandler levetid/analyseperiode for tiltakene, kalkulasjonsrente eller hvordan kostnadsbrøken er utformet. Kalkulasjonsrenten er i hovedsak på samme nivå som i norske analyser, og ligger på 3,5 – 4 prosent. Analyseperioden vurderes i Storbritannia på samme måte som i Norge; dvs at den skal dekke levetiden til tiltaket. I Sverige settes levetiden til tiltaket med den korteste levetiden, og at en neddiskontert restverdi inkluderes for tiltak med lengre levetid.

I Sverige beregnes de samfunnsøkonomiske kostnadene ved å ta utgangspunkt i ulike virkemidler, og deretter beregne utslippsreduksjonene og kostnadene ved tiltakene

som med sannsynlighet utløses av disse. Dette er annerledes enn tilnærmingen i Norge, hvor kostnadsberegningene tar utgangspunkt i de fysiske tiltakene og ikke inneholder vurderinger av hvilke virkemidler som vil utløse tiltakene.

Virkemiddelanalyser

I kapittel 6 gis det eksempler på norske virkemiddelanalyser. Virkemiddelanalyser på klimaområdet studerer effektene av å innføre et nytt virkemiddel eller en reform som omfatter flere politikkenninger. Effektene inkluderer oftest endringer i klimagassutslipp, men også andre effekter kan være i fokus, slik som samfunnsøkonomiske kostnader, andre makroøkonomiske størrelser (BNP, investeringer), offentlige budsjetteffekter, konkurransevne, sektorsammensetning eller andre miljøutslipp. Virkemiddelanalyser på klimaområdet omfatter derfor mange ulike tilnærminger og gjøres av flere ulike aktører, herunder departementene. På dette tidspunkt har utvalget satt seg inn i ulike analyser som gjøres, og vil etter hvert gjøre en vurdering av metodene og hvordan de er blitt brukt til virkemiddelanalyser på klimaområdet i Norge. Her beskrives eksempler på modeller som et utgangspunkt for videre arbeid med metodevurdering og -utvikling.

Norge rapporterer under FNs klimakonvensjon en Biennial Report annethvert år og en National Communication hvert fjerde år. Ett av kravene til rapportering innebærer å anslå utslippseffekten av klimapolitikk og virkemidler (*policies and measures*) og dokumentere metoden bak anslagene. I siste rapportering til FN ble 55 tiltak og virkemidler innført siden 1990 omtalt.

Prosjektbaserte analyser og priselastisiteter

Svært forenklet er det mulig å si at prosjektbaserte analyser 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 atferdsresponsen. Økonomiske virkemidler danner en pris på utslipp og skaper dermed insentiver til å redusere utslippene. For å kunne analysere tilpasninger til endringer i priser er det behov for metoder som tar hensyn til slike effekter i beregningene av tiltak og virkemidler. Med et lite antall aktører som eventuelt påvirkes av endret politikk er det imidlertid ikke sikkert at det er nødvendig med en stor likevektsmodell, men at mer prosjektbaserte analyser også kan brukes.

Den enkleste metoden for å fange opp atferd i virkemiddelanalyser er bruk av elastisiteter som viser hvordan husholdninger og bedrifter reagerer på prisendringer. Denne metoden brukes i Finansdepartementets provenyberegninger for avgiftsendringer ett år fram i tid og kan også benyttes til å anslå kortsiktige effekter på utslipp. Dersom langsiktige virkninger skal kunne anslås er det behov for å utvikle langsiktige elastisiteter. I tillegg vil det være behov for å ta hensyn til at avgiftsgrunnlaget kan endre seg over tid, blant annet som følge av teknologisk utvikling og eksisterende virkemidler.

De fleste virkemiddelanalyser benytter modeller med rikere beskrivelse av atferd. Her gjennomgås sentrale partielle modeller som dekker energimarkeder og transportmarkeder og generelle likevektsmodeller som omfatter hele økonomien. Modellene skal fange opp de viktigste kostnadsvirkningene av virkemiddelbruk. Det kan likevel være vanskelig kvantifiserbare faktorer som er viktige i forståelsen av hva som skal til av virkemiddelbruk for å utløse et tiltak. Slike faktorer beskrives gjerne som barrierer. Barrierene vil kunne innebære at de reelle kostnadene ved å gjennomføre tiltaket er høyere enn beregnede kostnader og vil kunne være avgjørende for hvilket virkemiddel som er best egnet til å utløse reduksjonspotensialet. Ideelt sett skal slike barrierer innarbeides i kostnadsanalysen.

Partielle likevektsmodeller

Partielle likevektsmodeller, dvs. modeller som beskriver markeder for avgrensede sektorer, er særlig brukt for energianalyser og transportanalyser. Energimodeller er viktige i analyser av klimapolitikk siden de fleste land har energisystemer som baserer seg på fossil energi. I Norge er det mindre vanlig å bruke energimodeller til klimaanalyser siden energisystemet på fastlandet i all hovedsak består av fornybar energi. TIMES er en mye brukt modell i mange land. I Norge har IFE (Institutt for energiteknikk) utviklet TIMES-Norway. Energisystemet i TIMES-Norway modelleres med grunnlag i energibalansen og måles i fysiske størrelser. Energibruken drives av etterspørselen etter energitjenester, som er eksogent gitt. Alle teknologiene er beskrevet ved investerings- og driftskostnader, virkningsgrader, levetider og ved den eksisterende kapasiteten i basisåret (2010). Etterspørselen etter energitjenester til de ulike formålene varierer i de ulike tidsavsnittene i modellen, men tidsprofilene er konstante fra år til år. TIMES-Norway beregner hvilken sammensetning av teknologier som er den optimale for å dekke den gitte energitjenesteetterspørselen. Ulike teknologier har ulik virkningsgrad, noe som innebærer at mengden energi som kreves for samme tjeneste avhenger av valgt teknologi.

LIBEMOD er en numerisk modell for de europeiske energimarkedene som kan benyttes for å studere effekter av økonomiske virkemidler og reguleringer i energi- og klimapolitikken. Den kan også benyttes til å analysere virkninger av mål som utslippstak i kvotepliktig sektor i EU eller nasjonale utslippskrav utenfor kvotepliktig sektor. Disse effektene kan studeres under alternative antakelser om virkemiddelbruk for å nå klimamålene og alternative antakelser om energipolitiske mål som virker sammen med de klimapolitiske målene.

Transportmodeller beregner et sannsynlig transportmønster basert på hvor folk bor, hvor arbeidsplassene og andre aktiviteter er lokalisert, og hvordan transporttilbudet og kostnader knyttet til det ser ut. Basert på modellens beregning av trafikk har man beregnet klimagassutslipp ved hjelp av eksogent gitte utslippsfaktorer. Det er imidlertid nylig utviklet en ny farts- og energimodul, hvor energibruk (og utslipp) beregnes på alle veilenker basert på kjøretøyets fart og egenskaper ved lenken (kurvatur, stigning m.m.). Utslipp per kjøretøykilometer vil da variere fra veilenke til veilenke etter hvor mye energi som kreves for å kjøre på lenken, for ulike typer biler og ulike drivstoff. Beregningen av energibruk kjøres etter at den ordinære etterspørselsberegningen er ferdig, og vil gi atskillig sikrere tall for utslipp enn det man har kunnet hittil. Tilsvarende beregningsopplegg som for personbiler er også utviklet for tunge biler og ulike kollektive transportmidler.

Transportvirksomhetenes modellsystem består av Nasjonal persontransportmodell (NTM6), Regionale persontransportmodeller (RTM) og Nasjonal godstransportmodell (NGM). Modellene brukes både til overordnede analyser, som for eksempel generelle framskrivinger av trafikken og beregning av effekten av store infrastrukturtiltak (for eksempel Fergefri E39, øst-vest-forbindelser, InterCity-utbygging for jernbane mv.), til mer detaljerte beregninger (for eksempel enkeltprosjekter på vei og nye kollektivtilbud) og til å se på effekten av større pakker av tiltak (for eksempel Oslopakke 3 og ulike byutredninger). Transportmodellene brukes blant annet til å lage framskrivinger for person- og godstransport til NTP (Nasjonal transportplan).

Generelle likevektsmodeller

Norske generelle likevektsmodeller brukt i klimasammenheng beskrives i kapittel 3.3.3, og i kapittel 6.4 gis eksempler på anvendelsen av modellene. I Statistisk sentralbyrå er to modellfamilier utviklet og benyttet i klimasammenheng, MSG og SNOW-modellene. De to modellfamiliene er i sin kjerneoppbygging og empiriske grunnlag temmelig like. Kalibreringen av modellene tar utgangspunkt i et basisårs kryssløpsstruktur, eksisterende

politikkvirkemidler, grunnleggende økosirksammenhenger og utslippsregnskap. Siste basisår for SNOW-modellen er 2013, mens siste recalibrering av en MSG-versjon var med 2009-grunnlag. For å få et bilde av hvordan framtidens økonomi og utslipp vil kunne påvirkes av klimapolitikk, må man sammenligne scenarier der klimavirkemidler settes inn for å nå målsettingene, med en referansebane. Referansebanen kvantifiseres ved hjelp av parametere for vekst i ressurstilgang (arbeidskraft, naturressurser), offentlig aktivitet og teknologi (total faktorproduktivitet og faktorspesifikke effektivitetsendringer), mens driftsbalanse og offentlig virkemiddelbruk vanligvis holdes uendret.

I de mest brukte versjonene av MSG og SNOW er ikke atferden til aktørene framoverskuende. Tidsperiodene knyttes sammen ved at investeringer i en periode påvirker kapitalbeholdningen i senere perioder. Der maksimerer konsumentene sin nytte i hver periode, men vurderer ikke konsummulighetene over tid. Begge modellfamiliene har også intertemporalt dynamiske versjoner, der både bedrifter og husholdninger er rasjonelle og framoverskuende, i den forstand at de kan beregne prisutviklingen framover og optimaliserer over alle perioder.

I de senere årene er versjonen MSG-TECH blitt hyppig brukt i studier av avgifter og kvotepriser på klimagassutslipp. Makrostudiene i Klimakur 2020-beregningene så på effekter av det europeiske kvotesystemet og av tilleggsvirkemidler i kvotepliktig og ikke-kvotepliktig sektor for å nå spesifikke nasjonale utslippsmål. Det var ulike uniforme utforminger av avgiftssystemer på klimagassutslipp som var i fokus i Klimakur-analysene. Samme modell og liknende tilnærming ble benyttet til å analysere mulige utslippsbaner for Norge og EU gitt et mål om å begrense den globale temperaturøkningen til to grader Celsius. Disse analysene ble brukt som innspill til vurderinger av ny utslippsforpliktelse for 2030 (jf. Meld. St. 13 (2014-2015)).

I 2015 satte Norge seg som mål å knytte hele sin klimapolitikk til EUs – også overfor ikke-kvotepliktige utslipp. MSG-TECH-modellen er blitt brukt til å vurdere ulike scenarier for fleksibilitet mellom Norge og EU. Basert på analyse av endringer i CO₂-avgiften ble det studert hvor høy kostnaden på marginen kan bli dersom utslippene i ikke-kvotepliktig sektor i Norge skal reduseres med rundt 40 prosent i 2030 i forhold til 2005. En global versjon av SNOW er brukt til å kvantifisere marginalkostnadskurven for EUs ikke-kvotepliktige utslipp. Dette er sentral informasjon i vurderingen av samfunnsøkonomiske kostnader ved en klimapolitikk som er knyttet til EU og vil si noe om konsekvensene av ulike former for og grader av fleksibilitet.

Klimaeffekten av statsbudsjettet

Som ett av tre hovedpunkter i mandatet har utvalget fått i oppgave å foreslå metoder for å beregne klimaeffekten av statsbudsjettet. Dette inkluderer metoder for å anslå virkninger på klimagassutslipp av endringer på statsbudsjettets inntekts- og utgiftsside og, i tillegg, metoder for å anslå klimaeffekt og kostnader ved virkemidler som ikke er på statsbudsjettet. All økonomisk aktivitet vil kunne ha betydning for utslipp, og utvalget har i utgangspunktet vært interessert i metoder som ser på utslippseffekten av alle komponentene i statsbudsjettet, enten samlet eller hver for seg. I kapittel 7 beskrives nåværende tilnærming til dette, og utvalget gjør noen foreløpige vurderinger av hvordan man kan gå fram.

Å beregne utslippseffekten av bevilgninger og andre virkemidler og tiltak i statsbudsjettet har det vært jobbet med lenge, både i Norge og internasjonalt. Så langt har tilnærmingen her vært å forsøke å anslå klimaeffekten av tiltak, virkemidler og bevilgninger som er direkte koblet til å redusere utslipp eller øke opptak. Det har ikke i samme grad vært sett på bevilgninger med mulig direkte utslippøkende effekt, med unntak av samferdselsprosjekter. Metodene som brukes varierer. På noen områder brukes faste metoder for beregning av klimaeffekt av enkeltposter.

Felles er at innsatsen har vært rettet mot å beregne klimaeffekten av enkeltposter eller andre små bestanddeler av budsjettet. Det er ikke gjort forsøk på å beregne klimaeffekten av helt andre områder i budsjettet, som for eksempel utgifter til folketrygden eller støtte til næringsutvikling. Det er heller ikke forsøkt å gi anslag på utslippseffekten av statsbudsjettet i sin helhet, sammensetningen av budsjettet eller på blokker av budsjettet. En av grunnene til dette er at det ikke foreligger enkle og håndterbare metoder som kan brukes.

Beregning av effekten på utslipp av endringer i statsbudsjettet har klare koblinger til virkemiddelanalyser (kapittel 6) og tiltaksanalyser (kapittel 5). Det er i stor grad metodene som er presentert i disse kapitlene som i dag brukes for å beregne utslippseffekten av budsjettets bestanddeler.

I forbindelse med rapportering av klimaeffekten av statsbudsjettet kan det være relevant å vurdere hvilke metodiske utfordringer som er viktigst for budsjettets ulike deler. Det kan også være relevant å vurdere hvilke komponenter som har likhetstrekk og kan behandles på samme måte når klimaeffekten skal beregnes. Dette vil være en bottom-up innfallsvinkel. Det kan være krevende og ressur-

sintensivt å skulle anslå utslippseffekten av alle komponentene i statsbudsjettet. En top-down innfallsvinkel innebærer å regne på hele budsjettet og ikke dets bestanddeler hver for seg, og dette vil ha helt andre metodiske utfordringer. Blant annet forutsetter dette at det finnes en modell som kan si noe om denne sammenhengen. Det norske arbeidet med rapportering av klimaeffekten av statsbudsjettet har tatt utgangspunkt i en bottom-up tilnærming.

Utvalget har sett nærmere på et par internasjonale tilnærminger til å kategorisere bevilgninger etter klimaeffekt. En kategorisering, eller tagging, har i denne sammenheng som hovedformål å bidra til en systematisk gjennomgang av en rekke komponenter for å si noe om graden av påvirkning på klimagassutslipp. Metodene som er gjennomgått kan bare delvis si noe om denne sammenhengen, fordi de er utviklet for andre formål enn å kartlegge sammenhengen mellom et statsbudsjett og klimagassutslipp.

Utvalgets videre arbeid

Utvalget har så langt kartlagt hva som gjøres av analyser på klimaområdet. Vurderingen av analysearbeidet har konsentrert seg om tiltaksanalysene. Det gjenstår å vurdere metoder for analyse av virkemidler innen sektorer og for økonomien som helhet, og metode for framskrivinger. Det metodeapparat som utvikles vil danne grunnlaget for vurdering av klimaeffekten av statsbudsjettet. Analysen av virkningen av budsjettposter som direkte og indirekte påvirker utslipp vil være forskjellig for offentlig forbruk og investering, utforming av skatter og avgifter, og støtteordninger til husholdninger og bedrifter. Analyser av offentlig forbruk og investering må også behandle hvordan offentlig innkjøpspolitikk påvirker utslipp. Det vil bli en stor utfordring å identifisere utslippseffekten av budsjettposter fordi mange bevilgninger og virkemidler påvirker de enkelte utslipp. Det vil bli redegjort for framdriften i arbeidet med klimaeffekten av statsbudsjettet i neste års rapport.

Utvalget oppsummerer at norske myndigheter utfører omfattende analyser av klimapolitikken og anvender metoder som også er utbredt internasjonalt. Utslppsregnskapet har gitt et godt grunnlag for å koble sammenhengen mellom økonomisk aktivitet og utslipp i Norge. Søkelyset har vært rettet mot kostnader ved fysiske tiltak for å redusere klimautslipp i samsvar med regjeringens klimamål. Tiltaksanalyser av slike fysiske tiltak er supplert med virkemiddelanalyser innen enkelte sektorer, særlig samferdsel og energi, og nasjonale framskrivinger og analyser av virkemidler. Videreutvikling av analyseverktøyet er diskutert ovenfor.

Utvalget mener at videre arbeid med klimaanalyser vil ha stor nytte av bedre organisering og utnyttelse av data som beskriver økonomisk aktivitet med konsekvenser for klimautslipp. Analyser av økonomisk aktivitet bør legge større vekt på hvordan klimapolitiske virkemidler påvirker husholdninger og bedrifter. Det foreligger en omfattende litteratur om hvordan offentlig politikk påvirker atferden til husholdninger og bedrifter, men klimapolitikk innebærer nye virkemidler og med nye begrunnelser. Det gjør det nødvendig med ny innsats for å forstå klimapolitikkens effekter. Innsatsen kan bestå både av gjennomgang av nyere internasjonale studier på feltet og nye analyser basert på norske data.

Generelt er det behov for mer kunnskap om hvordan klimapolitiske virkemidler påvirker husholdninger og bedrifter og om hvordan klimapolitiske virkemidler samspiller både seg imellom og med annen offentlig politikk (som skatter og reguleringer). Det må være et siktemål å øke kunnskapen både om hvordan husholdninger kan bidra til reduserte utslipp og hvordan ulike husholdningers økonomi berøres av klimapolitikken. På samme måte bør det arbeides videre med å forstå hvordan klimapolitikken påvirker bedriftenes tilpasning, deres kostnader og nye muligheter. For å bedømme hvordan klimapolitikken virker på lengre sikt trengs innsikt i hvordan teknologiutvikling gjennom læring og FoU påvirkes.

Norske offentlig tilgjengelige registerdata er et verdifullt grunnlag for å analysere hvordan husholdninger og bedrifter tilpasser seg klimapolitiske virkemidler. Mange virkemidler har vært i bruk siden 1990-tallet, slik at det allerede er tilgang til lange tidsserier som belyser virkninger for økonomi og utslipp. Norsk metodekompetanse om mikroøkonometriske analyser er på internasjonalt nivå og bør utnyttes. Utviklingen av klimapolitikken over tid har lagt grunnlag for analyser som vil kunne utnytte naturlige eksperimenter.

Utvalget vil i framtidig arbeid vurdere hvordan slike analyser av klimapolitikkens påvirkning av husholdninger og bedrifter bedre kan integreres i det analyseapparat som utvikles.

1. Innledning og mandat

1.1. Utvalgets mandat

Stortinget har vedtatt mål for norsk klimapolitikk og for utvikling i utslipp til 2020, 2030 og 2050, og ambisjoner for utslippsreduksjoner i ulike sektorer. Det er økende krav til rapportering om hva som kan gjøres for å redusere utslipp og nå mål, blant annet gjennom rapportering under Lov om klimamål av 16. juni 2017 nr. 60 (Klimaloven, 2017) og i et samarbeid med EU om utslippsmål. For å kunne gi gode svar på spørsmål om effekt av politikk og muligheter for reduksjoner av utslipp, er det viktig at det metodiske utgangspunktet for å beregne virkninger og kostnader ved klimapolitikken er godt. Det er dette metodegrunnlaget utvalget er bedt om å bidra til å videreutvikle.

Teknisk beregningsutvalg for klima ble oppnevnt 15. juni 2018. Utvalget skal foreslå metoder for å beregne klima-

effekt av statsbudsjettet, og gi råd om hvordan eksisterende metoder for tiltaks- og virkemiddelanalyser på klimaområdet kan forbedres. Utvalgets mandat er gjengitt i sin helhet i Boks 1-1.

Utvalget ledes av professor Jørn Rattsø (Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet). Medlemmene i utvalget er forskningsleder Anne Madslie (Transportøkonomisk institutt), forskningsleder Taran Fæhn (Statistisk sentralbyrå), forskningsleder Steffen Kallbekken (CICERO Senter for klimaforskning) og professor Erik Ø. Sørensen (Norges handelshøyskole). Utvalget bistås av et sekretariat ledet av Miljødirektoratet, med deltakere også fra Klima- og miljødepartementet, Finansdepartementet og Samferdselsdepartementet.

Utvalget skal levere årlige rapporter. Dette er utvalgets første rapport. Utvalget hadde sitt første møte i september 2018, og har hatt til sammen sju møter. I arbeidet med

BOKS 1-1 Mandat Teknisk beregningsutvalg for klima

Utslipp – og til dels opptak – av klimagasser er nær knyttet til (økonomisk) aktivitet på en lang rekke områder. Arbeidet for å redusere utslipp og øke opptak kan dermed fordre tiltak innenfor en rekke sektorer og samfunnsområder.

Arbeidet i det tekniske beregningsutvalget for klima må ses i sammenheng med det øvrige arbeidet med kunnskapsgrunnlaget i klimapolitikken. Tiltaksanalysene anslår utslippseffekten og samfunnsøkonomisk kostnad ved ulike typer av utslippsreduksjoner. Kostnader avhenger av hva slags virkemidler som brukes for å utløse tiltak. Som en del av beslutningsgrunnlaget for klimapolitikken gjøres det løpende virkemiddelvurderinger av direktorater og departementer. Dette arbeidet videreføres.

Teknisk beregningsutvalg skal:

- I tråd med klimaloven foreslå metoder for beregninger av klimaeffekt av statsbudsjettet, herunder metoder for å anslå virkninger på klimagassutslipp av endringer på statsbudsjettets inntekts- og utgiftsside og,

i tillegg, metoder for å anslå klimaeffekt og kostnader ved virkemidler som ikke er på statsbudsjettet.

- Peke på områder der det vurderes å være særlig behov for kunnskapsutvikling innenfor tiltaks- og virkemiddelanalyser
- Gi råd om forbedringer i metodene for tiltaks- og virkemiddelanalyser på klimaområdet.

Leveranser:

- Utvalget skal hvert år legge frem en rapport som redegjør for virksomheten og de råd utvalget gir. Rapporten bør også inneholde anbefalinger om temaer innenfor utvalgets arbeidsområde som peker seg ut som særlig viktig for videre arbeid.
- Utvalgets rapporter og bakgrunnsmateriale skal være tilgjengelige på en nettside.

Utvalget skal ikke jobbe med klimatilpasning eller det vitenskapelige grunnlaget for global oppvarming.

Utvalgets rapporter avgis til Klima- og miljødepartementet.

denne første rapporten har utvalget vektlagt å kartlegge hva som gjøres av analyser av effekter av tiltak og virkemidler på klimaområdet i Norge, og å se dette i sammenheng med metodebruken internasjonalt.

1.2. Rammene for utvalgets arbeid

Klimaendringene er en av vår tids største trusler. De menneskeskapte klimaendringene er et resultat av utslipp av klimagasser fra blant annet energibruk, industri, transport og landbruk. Gjennom Parisavtalen har verdens land satt seg et mål om å begrense temperaturøkningen til godt under to grader sammenlignet med førindustrielt nivå og tilstrebe å begrense den til 1,5 grader. Norge har ratifisert Parisavtalen og i tillegg satt en rekke klimamål. Norge har mål om å redusere utslippene med 30 prosent innen 2020 og med minst 40 prosent innen 2030, begge målene sett i forhold til utslippsnivået i 1990. Norge har også et mål om å være klimanøytralt i 2030 og å bli et lavutslippssamfunn i 2050. Målet for 2030 om minst 40 prosent reduksjon er planlagt oppfylt i samarbeid med EU under EUs klimaregelverk.

Klimaloven lovfester Norges klimamål for 2030 og 2050, og skal fremme gjennomføring av Norges klimamål som ledd i omstilling til et lavutslippssamfunn i 2050 (Klimaloven, 2017). Loven skal også styrke åpenhet og bred demokratisk forankring av norsk klimapolitikk gjennom at det er lovfestet at Stortinget regelmessig skal få informasjon om status for og framdrift i arbeidet med Norges klimamål. I forbindelse med Stortingets behandling av klimaloven ble det gjort et anmodningsvedtak om å opprette et teknisk beregningsutvalg for klima.

Ifølge lovens § 6 skal regjeringen årlig utarbeide en redegjørelse for Stortinget som en del av budsjettproposisjonen for neste års statsbudsjett. Det skal redegjøres for hvordan Norge kan nå klimamålene og for klimaeffekten av framlagt budsjett. I rapporteringen skal regjeringen videre blant annet redegjøre for utviklingen i utslipp og opptak av klimagasser, framskrivinger av utslipp og opptak, og gjennomføring av klimamål, samt gi en oversikt som synliggjør sektorvise utslippsbaner innenfor ikke-kvotepliktig sektor og hvilke typer tiltak som vil være nødvendig for å realisere disse utslippsbanene.

Norge rapporterer norske klimagassutslipp til FN gjennom Klimakonvensjonen, og rapporterer i tillegg til EU. Med felles oppfyllelse med EU av klimamålet for 2030 vil kravene til rapportering om ikke-kvotepliktige utslipp øke.

Norges internasjonale utslippsreduksjonsforpliktelser har vært oppfylt gjennom en kombinasjon av politikk for å redusere innenlandske utslipp og bruk av såkalte fleksible mekanismer (for bedrifter gjennom EUs bedriftskvotestystem (EU ETS) og for staten ved kjøp av utslippsreduksjoner fra andre land). Målet for 2030 skal oppfylles i samarbeid med EU, som betyr at Norge blir en del av EU-systemet for oppfyllelse med mulighet for bruk av fleksibilitet innenfor Europa og med egne utslippskrav for utslipp utenfor EU ETS.

Det er satt mål og ambisjoner om innenlandske utslippsreduksjoner. I klimaforliket fra 2008 var det en tallfestet ambisjon om å redusere nasjonale utslipp til 2020. De siste årene er det særlig på transportområdet satt en rekke politiske mål og ambisjoner om utslippsreduksjoner. Det er blant annet en ambisjon å halvere utslippene fra transport til 2030. Det er også satt detaljerte mål om andel nullutslippskjøretøy for ulike kjøretøykategorier. Måltallene er basert på forbedringer av teknologisk modenhet i ulike deler av transportsektoren. Det er også et mål at veksten i persontransporten i byområdene skal tas med kollektivtransport, sykkel og gange. I Granavolden-plattformen, regjeringserklæringen for Solbergregjeringen, sier regjeringen blant annet at den vil forsterke målet for 2030, og at den vil redusere Norges ikke-kvotepliktige utslipp¹ med minst 45 prosent sammenlignet med 2005 og lage en plan for dette. Regjeringen har også sagt at den ønsker å sette sektorvise ambisjoner for alle ikke-kvotepliktige utslipp.

Både når mål settes og når de skal gjennomføres med konkret politikk bør man ha så mye kunnskap som mulig om kostnader og andre konsekvenser. Ønsket om reduserte utslipp nasjonalt både til 2020, 2030 og 2050 betyr at det er et behov for sterkere klimavirkemidler enn det man har i dag. Samtidig skal samfunnets ressurser brukes mest mulig effektivt. Politikerne trenger kunnskap om gode løsninger som kan gi utslippskutt både på kort og lang sikt, kunnskap om kostnader og andre konsekvenser av utslippsreducerende tiltak i Norge, og bedre kunnskap om effekten av ulike virkemidler. Dette kunnskapsbehovet har betydning for hvilke metoder og analyseverktøy som bør benyttes og utvikles/videreutvikles.

¹ Dette er utslippene som ikke er dekket av EUs bedriftskvotestystem EU ETS og som ikke stammer fra skog- og arealbrukssektoren, dvs. utslipp fra blant annet transport, jordbruk, byggsektoren, HFK/PFK, avfall og noe utslipp fra industri, petroleum og energiforsyning.

1.3. Om analyseformene nevnt i mandatet og hva de brukes til

Utslipp – og til dels opptak – av klimagasser er nært knyttet til økonomisk aktivitet. Arbeidet for å redusere utslipp og øke opptak fordrer derfor tiltak innenfor en rekke sektorer og samfunnsområder.

Klimagassutslipp, med påfølgende global oppvarming, er et eksempel på at økonomisk aktivitet kan påvirke omgivelsene negativt. I et uregulert marked vil aktørene som står for utslipp av klimagasser ikke stilles overfor de reelle kostnadene de påfører samfunnet. Det resulterer i for høye utslipp – en markedssvikt. Det offentlige kan gripe inn i markedet ved bruk av økonomiske virkemidler som for eksempel avgifter, omsettbare kvoter og subsidier, eller ved direkte reguleringer som forbud og påbud, eller med andre virkemidler, som informasjon.

I mandatet står det at utvalget skal gi råd om forbedringer i metodene for tiltaks- og virkemiddelanalyser på klimaområdet, samt foreslå metoder for beregninger av klimaeffekt av statsbudsjettet.

Tiltaksanalyser søker å beregne potensielle utslippsreduksjoner og kostnader ved mulige fysiske tiltak, teknologiløsninger eller andre definerte handlinger aktørene i økonomien kan gjennomføre for å redusere utslipp eller øke opptak av klimagasser. De fleste har et framover-skuende perspektiv. Tiltaksanalysene identifiserer hvor det er mulig å redusere utslippene gitt dagens kunnskap om nåværende og framtidige utslippsreducerende teknologier, og sier dermed noe om hvilke av dagens utslippskilder og sektorer som har potensial for utslippsreducerende tiltak.

Tiltaksanalysene har vært brukt til å gi anslag på samfunnsøkonomiske kostnader ved ulike framtidige utslippsmål gitt en referanseframskrivning og under ulike bibetingelser om for eksempel gjennomførbarhet og kostnadseffektivitet. Tiltaksanalysene blir brukt som del av underlaget i ulike politiske prosesser på klimaområdet, men inneholder ikke politikkbefalinger. Analysene inkluderer i utgangspunktet ikke virkemiddelvurderinger eller effekter av virkemidler, og fanger dermed ikke opp kostnadene ved og tilpasningene til dem og de vurderer ikke hvilke virkemidler som vil være effektive. Analysene gir heller ikke en vurdering av samspillseffektene mellom tiltak eller andre indirekte effekter i økonomien, for eksempel om økt etterspørsel etter biodrivstoff påvirker priser på biodrivstoff eller etterspørselen etter andre varer.

Virkemiddelanalyser dekker ulike virkemidler med ulike virkemåte, og mange forskjellige metoder kan brukes alene eller i kombinasjon. Virkemiddelanalyser på klimaområdet kan gjøres for å kartlegge virkninger av virkemidler, finne optimale virkemidler for å utløse utslippsreducerende tiltak eller for å oppfylle målsettinger om utslippsreduksjoner. De kan også være analyser av hvordan et gitt virkemiddel bør innrettes og dimensjoneres for å oppnå det som er hensikten, og eventuelt ta andre samfunnsmessige og miljømessige hensyn. Valg av metode vil avhenge av hva som skal analyseres og av tilgang på data. I Norge er både generelle modeller, partielle modeller, elastisiteter og tiltaksanalyser blitt benyttet ved kvantitative virkemiddel-vurderinger av avgifter, reguleringer og støtteordninger.

Ofte vil flere metoder benyttes i samme virkemiddel-analyse for å belyse problemstillingen fra ulike sider. FNs klimapanel, IPCC, påpeker i sin femte hovedrapport (WGIII, kap 3) at det ofte er behov for en kombinasjon av metoder for å forstå effektene, egenskapene, avveiningene og kompleksiteten i politik kvalgene. Virkemiddelanalyser kan også gjøres for å evaluere ex post hva en allerede har oppnådd ved å ha innført et virkemiddel og hva slags samfunnsmessige implikasjoner det har hatt, for eksempel i form av provenyeffekter, fordeling og miljøeffekter.

Å beregne **klimaeffekten av statsbudsjettet** innebærer å identifisere hvordan et statsbudsjett påvirker klimagass-utslipp. All økonomisk aktivitet vil kunne ha betydning for utslipp, og utvalget har i utgangspunktet vært interessert i metoder som ser på utslippseffekten av alle komponentene i statsbudsjettet, enten samlet eller hver for seg. Arbeidet med å anslå klimaeffekt av statsbudsjettet så langt har vært konsentrert om å forsøke å anslå utslippseffekten av tiltak, virkemidler og bevilgninger med antatt mest direkte kobling til utslipp og opptak. Det foreligger ikke enkle og håndterbare internasjonale metoder for hvordan klimaeffekten av budsjettet kan anslås. Det innebærer at for å kunne beregne klimaeffekten av statsbudsjettet er det behov for å ta stilling til en rekke valg og avgrensninger, blant annet spørsmål om hva som skal være referansen når utslippseffekt beregnes, hvilke utslippseffekter som skal tas med (nasjonalt/ internasjonalt) og for hvilken tidshorison effekt skal beregnes. Så langt har regjeringen i hovedsak rapportert om nasjonale utslippseffekter på kort sikt, slik de er definert i klimagassregnskapet (fram til 2020, og av og til 2030).

1.4. Utvalgets tilnærming

I vurderingen av metoder og mulige forbedringer har utvalget tatt utgangspunkt i analyseverktøyene som er i bruk i Norge. Ulike analyser benyttes av myndighetene for å lage utslippsframskrivninger, vurdere eksisterende mål, nye mål, hvordan nå mål, hvilke virkemidler som bør benyttes, og hvilke reduksjonspotensial som finnes. Forenklet er det mulig å si at metoder og modeller kan brukes til mange ulike formål:

1. Å gi anslag på utslippseffekten av statsbudsjettet
2. Å utrede mulige mål/nye forpliktelser
3. Å lage framskrivninger av utslipp og opptak av klimagasser
4. Å utrede ulike utslippsreduksjonsmuligheter og anslå reduksjonspotensial og kostnader (marginal- eller gjennomsnitt) ved disse
5. Å anslå utslippseffekten og kostnadene knyttet til enkeltvirkemidler eller kombinasjon av virkemidler

Utvalget har konsentrert gjennomgangen til kvantitative analyser av utslippseffekter og kostnader. Mer kvalitative analyser kan bidra til å belyse problemstillingene fra ulike perspektiver, men det har i denne omgang ikke vært gått inn i dette.

Det har gjennom en årrekke vært gjort analyser som grunnlag for klimapolitikken med ulike metoder. Analysene utføres både av myndigheter (departementer og etater) og andre aktører. Utvalget har fått i oppdrag å gjennomgå disse metodene og gi råd om hvordan metodene kan anvendes og forbedres. Dette omfatter tiltaksanalyser, analyser med partielle og generelle likevektsmodeller, bruk av elastisiteter, anslag på klimaeffekten av statsbudsjettet og andre tilnærminger. Hovedvekten av arbeidet så langt har vært lagt på å få kartlagt og å gi en helhetlig framstilling av analysearbeidet som gjøres.

I årets rapport har utvalget først og fremst vurdert metoden for tiltaksanalyser. Tiltaksanalysene har systematisk vært brukt, oppdatert og videreutviklet i en årrekke. Det har også pågått en methodediskusjon og vært utarbeidet metodeveileder for slike analyser. Utvalget har derfor brukt en god del tid på å vurdere tiltaksanalysene, og gir i denne rapporten råd om forbedringer av disse. Det betyr ikke at andre metoder er mindre viktige, eller ikke har metodiske utfordringer som bør vurderes. Ulike metoder har ofte ulike styrker og svakheter, og utvalgets vurdering er at det ofte er riktig å benytte flere metoder for å belyse ulike sider ved en problemstilling. Utfordringer

knyttet til metoder for tiltaksanalyse, virkemiddelanalyse og vurdering av klimaeffekt av statsbudsjettet henger ofte sammen, og må også ses i sammenheng.

Som et grunnlag for vurderingene har utvalget også satt seg inn i det som er vesentlig datagrunnlag for analysene og beregningene som gjøres, som det norske klimagassregnskapet og framskrivninger av norske klimagassutslipp. For ytterligere å styrke vurderinger av behov for metodeutvikling har utvalget hentet inn en del kunnskap om metoder som benyttes og forskning og utredning som utføres i andre land. Utvalget har vektlagt å gå inn i metoder som kan brukes i analyser av klimagassutslipp i Norge, dvs. utslippseffekter som bokføres i det norske klimagassregnskapet.

Denne rapporten består av totalt åtte kapitler, og dette første kapitlet har beskrevet utvalgets mandat og tilnærming til oppgaven. Kapittel 2 beskriver det norske klimagassregnskapet, som utgjør vesentlig datainput for alt som gjøres av analyser, samt en oversikt over hvilke virkemidler som brukes på klimaområdet i Norge. Kapittel 3 gjennomgår noen hovedgrupper av metoder som kan brukes i analyser av klimapolitikk, og beskriver hvilke metoder som brukes i Norge. Kapittel 4 beskriver hvordan framskrivninger av klimagassutslipp utarbeides. Framskrivningene utgjør referansebanen som vurderinger av tiltak og virkemidler kan måles i forhold til. I kapittel 5 gjennomgås metoden for tiltaksanalyser, det gis eksempler på analyser og enkelte metodiske utfordringer diskuteres. Kapittel 6 er en gjennomgang av noen eksempler på virkemiddelanalyser utført i Norge med ulike metoder. I kapittel 7 blir dagens tilnærming til vurdering av klimaeffekter av statsbudsjettet beskrevet, og det gjengis noen internasjonale tilnærminger til dette. Kartleggingen av metoder og analyser i rapporten danner grunnlaget for utvalgets vurderinger av behov for videreutvikling og videre arbeid på noen områder som oppsummeres i kapittel 8.

2. Norske utslipp og virkemidler i klimapolitikken

Dette kapitlet beskriver kort metoden for beregning av utslipp i utslippsregnskapet. Utslippsregnskapet er en vesentlig datakilde for alle analyser av effekter av klimatiltak og virkemidler. Kapitlet gir videre en oversikt over virkemidler i norsk klimapolitikk, og beskriver hvilke utslippskilder som dekkes av de ulike klimavirkemidlene.

2.1. Utslippsregnskapet for klimagasser

Statistisk sentralbyrå (SSB), Miljødirektoratet og Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) samarbeider om å utvikle regnskap og statistikk for utslipp til luft. Statistikken tallfester utslipp og opptak av klimagasser fordelt på kilder og næringer, og oppdateres årlig.

Utslippsregnskapet brukes for å kunne overvåke omfanget av norske utslipp og opptak. Tallene danner grunnlag for Miljødirektoratets årlige rapportering for Norge under FNs klimakonvensjon og under Kyotoprotokollen, og er derfor sentrale for å vise utslipp og opptak relatert til Norges utslippsforpliktelser. Utslippsregnskapet inngår også som datagrunnlag for framskrivinger av utslipp, for å beregne effekt av virkemidler og politikk, i tiltaksanalyser og i beregninger av utslippseffekten av statsbudsjettet.

Utslippsregnskapet skal være i tråd med retningslinjer for beregning av utslipp og opptak av klimagasser, vedtatt av FNs klimapanel (IPCC, 2006) og retningslinjene for rapportering vedtatt av FNs klimakonvensjon (UNFCCC, 2013). Industrialiserte land følger de samme retningslinjene, og de fem felles grunnpilarene for utslippsregnskapet er åpenhet, konsistens, sammenlignbarhet, fullstendighet og nøyaktighet.

Det er bestemt at land skal rapportere utslipp av karbondioksid (CO₂), metan (CH₄), lystgass (N₂O), hydrofluorkarboner (HFK), perfluorkarboner (PFK), svovelheksafluorid (SF₆) og trinitrogenfluorid (NF₃).

Utslippene av de forskjellige klimagassene blir veid sammen til CO₂-ekvivalenter gjennom en måleenhet som kalles globalt oppvarmingspotensial (Global Warming Potential, GWP). Denne måleenheten brukes for å kunne sammenligne klimagassenes oppvarmingseffekt over tid, og det er bestemt at man bruker faktorer for en 100-års periode, hentet fra IPCCs fjerde hovedrapport.

Retningslinjene fra FNs klimapanel bygger på et trinnsystem for metode med strengere krav til aktivitetsdata, utslippsfaktorer og dokumentasjon for de viktigste kildene. Et viktig prinsipp er at tidsseriene skal være konsistente tilbake til 1990 slik at de kan sammenlignes over tid. Dette betyr at eventuelle metodeendringer må implementeres for hele tidsserien, som dermed må tilbakeregnes. Det skal også gjøres usikkerhetsberegninger for utslippsregnskapet.

Retningslinjene setter viktige krav og metodiske rammer for hvordan norske utslipp og opptak beregnes og rapporteres. Et sentralt element er at utslippene og opptakene skal være menneskeskapte, det vil si klimagassutslipp som kommer i tillegg til det naturlige kretsløpet.² Videre skal utslippene være innenfor et lands grenser. Det betyr at utslipp av klimagasser fra produksjon av importerte varer ikke er med i Norges utslippsregnskap. Utslipp fra innenriks luft- og sjøfart er også inkludert. Utslipp mellom en norsk og utenlandsk destinasjon beregnes, men er ikke inkludert i Norges nasjonale utslipp.

Retningslinjene fra FNs klimapanel gir en generell formel for beregning av utslipp og opptak:

$$\text{Utslipp eller opptak} = \text{aktivitetsdata} \times \text{utslippsfaktor}$$

² IPCC definerer menneskeskapte utslipp, eller antropogene utslipp, som: "Emissions of greenhouse gases (GHGs), precursors of GHGs and aerosols caused by human activities. These activities include the burning of fossil fuels, deforestation, land use and land-use changes (LULUC), livestock production, fertilisation, waste management and industrial processes." (<https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/glossary/>)

Eksempler på aktivitetsdata er mengde fyringsolje forbrent eller mengde produsert aluminium. Utslippsfaktorene kan være standardfaktorer fra FNs klimapanel, landspesifikke eller bedriftsspesifikke faktorer, og sier noe om hvor store utslipp en enhet aktivitet gir. Utslippsfaktorene er i mange tilfeller basert på målinger.

Utslippsregnskapet bygger på mange forskjellige datakilder, og utslippsregnskapets kvalitet avhenger av de tilgjengelige datakildene. Tallene vil avspeile den usikkerheten som ligger i kildegrunnet og beregningsmetodene som benyttes. Usikkerheten er dokumentert i metodebeskrivelsen National Inventory Report (NIR³). Utslipp av CO₂ fra bruk av energivarer har generelt lav usikkerhet, mens eksempelvis utslipp av lystgass fra bruk av mineral- og husdyrgjødsel har høy usikkerhet pga. kompliserte prosesser i jorda.

Utslippsregnskapet er i hovedsak basert på ulike former for beregninger, i motsetning til målinger av faktiske utslipp. SSBs nasjonale energibalanse⁴ er sentral for den samlede oversikten for aktivitetsdata for energivarer. SSBs utslippsmodell Kuben justerer for bruk av bedriftsspesifikke data, målinger og inkluderer resultater fra flere sidemodeller som veitrafikk, jordbruk, fluorerte gasser (HFK) og løsemidler.⁵

Utslippsregnskapet blir årlig gransket av et internasjonalt team av tekniske eksperter som sjekker om kravene til beregning og rapportering, samt grunnpilarene, følges. Dette bidrar til forbedringer av utslippsregnskapet.

Rammene for utarbeiding av klimagassregnskapet for sektoren skog og annen arealbruk er de samme som for øvrige sektorer. Aktivitetsdata er i stor grad arealinformasjon fra NIBIOs Landsskogtaksering. Landsskogtakseringen overvåker skogens tilstand ved hjelp av et landsdekkende nett av permanente prøveflater. 20 % av alle prøveflater blir oppsøkt hvert år og hver flate blir oppsøkt hvert femte år. Landsskogtakseringen har omtrent 12 000 prøveflater innenfor skog, der hver flate har en størrelse på 250 m². På hver flate måles alle trær i felt, og vekst og avgang registreres. Landsskogtakseringens prøveflatenett dekker hele landet, og alle arealbrukskategorier. Til sammen har Landsskogtakseringen 22 008 flater, der arealbruk og arealbruksoverganger blir registrert ved hjelp av flybildetolkning hvis flatene ikke blir oppsøkt i felt.

Detaljerte tidsserier for utslippsregnskapet er tilgjengelig i SSBs statistikkbank og hos Miljødirektoratet gjennom Miljøstatus.⁶

2.2 Norske utslipp og opptak av klimagasser

Ifølge foreløpige tall fra SSB ble det sluppet ut 52,9 millioner tonn CO₂-ekvivalenter i Norge i 2018. Dette er 1,7 millioner tonn eller ca. 3,4 prosent høyere enn 1990. De viktigste utslippskildene i Norge er olje- og gassutvinning, industri, veitrafikk og annen transport.

Utslippene fra olje- og gassutvinning utgjorde litt over 27 prosent av utslippene i 2018. De har økt med 76 prosent siden 1990. Mesteparten av økningen skjedde fram mot årtusenskiftet som en følge av økt produksjon. Siden har utslippene stabilisert seg på vel 14 millioner tonn CO₂-ekvivalenter årlig. Industri var lenge den største kilden til utslipp i Norge, men utslippene har gått ned med nesten 39 prosent siden 1990. Mesteparten av nedgangen kom før 2010 og skyldes i første rekke tekniske og driftsmessige tiltak i industrien som reduserte andre klimagasser enn CO₂. Utslippene fra industri var i 2018 på 12,1 millioner tonn CO₂-ekvivalenter og utgjorde ca. 23 prosent av totale utslipp. Utslippene fra veitrafikk har økt med nesten 26 prosent siden 1990. Økningen skyldes i første rekke økt godstransport, som har gitt større utslipp fra varebiler og tyngre kjøretøy. Utslippene fra personbiler har, på grunn av lavere drivstofforbruk og økt andel dieslbiler, vært relativt stabile til tross for store økninger i kjørelengde. Fra 2016 begynte utslippene å gå nedover, dette skyldes i første rekke økt innblanding av biodrivstoff og økt andel elbiler. Sektorens totale utslipp i 2018 var 9 millioner tonn CO₂-ekvivalenter og utgjorde en andel på i overkant av 17 prosent.

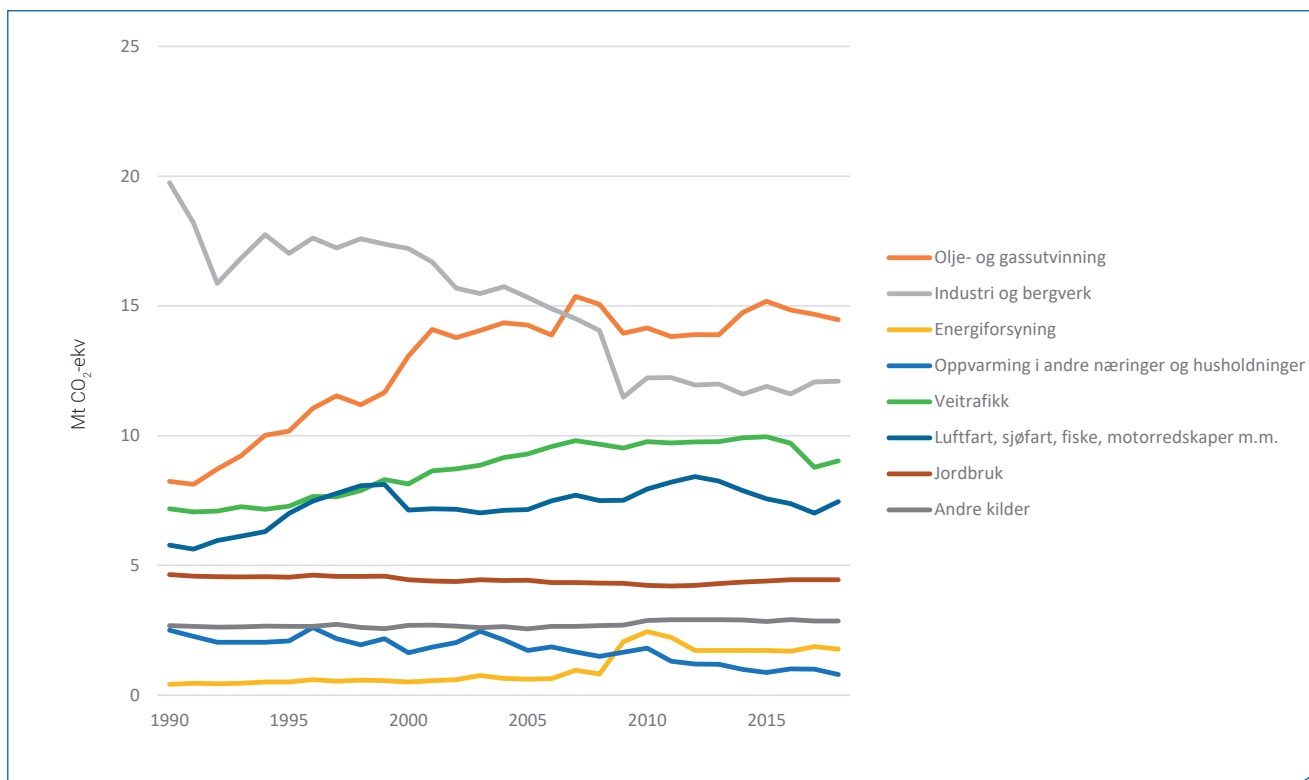
De totale utslippene fra annen transport økte betydelig fram mot årtusenskiftet. Utslippene i 2018 var på omkring 7,5 millioner tonn CO₂-ekvivalenter, dette utgjorde i overkant av 14 prosent av totale utslipp i 2018. Disse utslippene varierer betydelig fra år til år, men trenden de siste årene er reduserte utslipp fra sjøfart og fiske og økning for motorredskaper. Utslippene fra jordbruk var i 2018 på 4,5 millioner tonn CO₂-ekvivalenter og står

³ <https://unfccc.int/documents/195137>

⁴ Energibalansen viser samlet tilgang, transformasjon og forbruk av alle energiprodukter (inkl. biobrensel) på norsk geografisk territorium.

⁵ For mer informasjon, se <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/artikler-og-publikasjoner/hvilke-utslipp-dekkes-av-statistikkene> og <https://www.ssb.no/klimagassn/>

⁶ <https://www.miljostatus.no/tema/klima/norske-klimagassutslipp/>



Figur 2-1. Utslipp av klimagasser i mill. tonn CO₂-ekvivalenter. Kilder: Statistisk Sentralbyrå og Miljødirektoratet

dermed for drøye 8 prosent av totale utslipp. Utslippene er i hovedsak metan og lystgass fra husdyr og gjødsel. Disse utslippene har vært relativt stabile siden 1990.

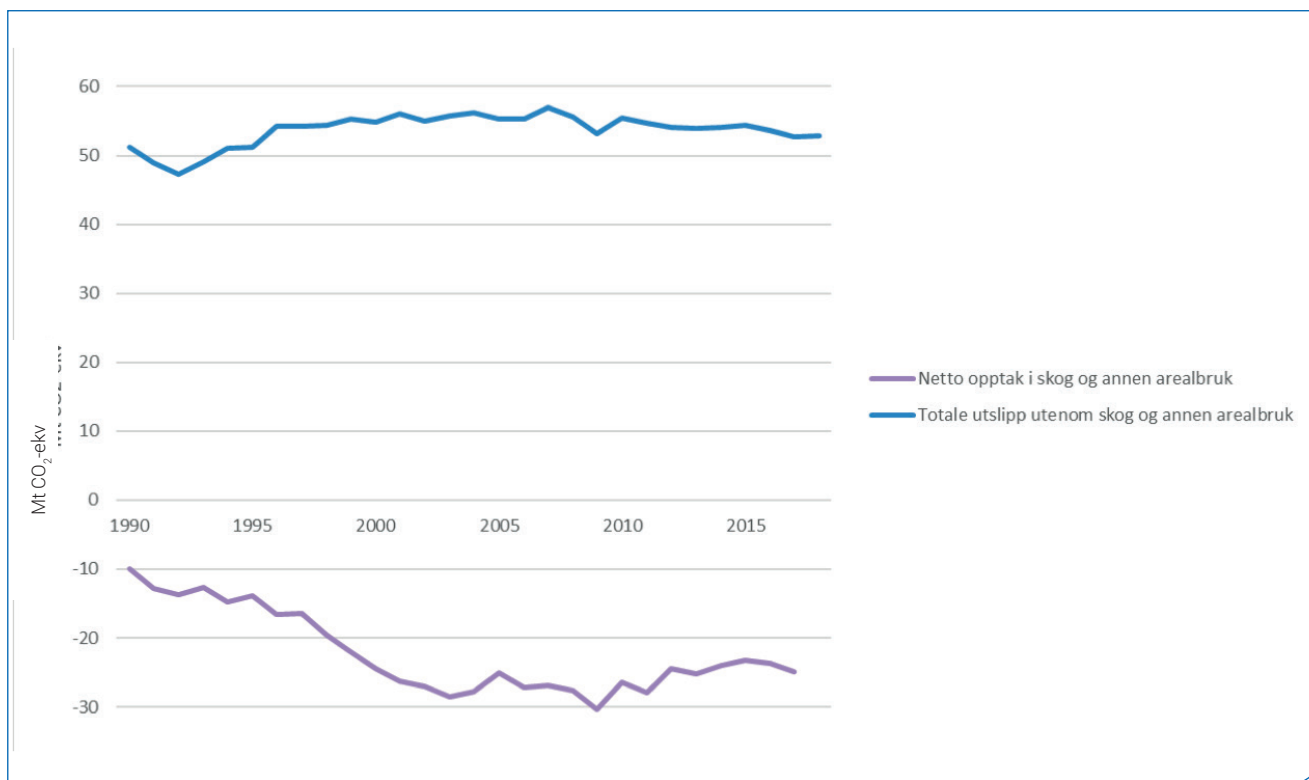
De direkte utslippene fra oppvarming av bygg er relativt lave i Norge. Utslippene i 2018 var på 0,8 million tonn eller ca. 1,5 prosent av totalen i 2018. Utslippene har avtatt betydelig siden 1990. Utslippene kommer i hovedsak fra fyring med olje, parafin og gass. De resterende utslippene fra andre kilder er på 2,9 millioner tonn CO₂-ekvivalenter, eller i overkant av 5 prosent av de totale utslippene. Den største enkeltkilden her er produkter som inneholder fluorgasser (1,4 millioner tonn CO₂-ekvivalenter). Fluorgasser brukes for eksempel som kjølemedier, som isolatorer i høyspentutstyr, som brannslukningsmidler og til produksjon av isolasjonsskum. Utslippene fra denne kilden har vært sterkt økende fordi fluorgassen HFK har blitt fasett inn som erstatning for ozon-nedbrytende kuldemedier. I tillegg består andre kilder av utslipp fra avfall, dette er i hovedsak metan fra nedlagte avfallsdeponier og CO₂ fra avfallsforbrenning.

Sektoren skog og annen arealbruk er en del av klimagassregnskapet som årlig rapporteres under FNs klimakonvensjon og under Kyotoprotokollen. Sektoren skiller seg fra de andre sektorene i klimagassregnskapet ved at den har både utslipp og opptak av klimagasser. Sektoren består av de seks arealbrukskategoriene skog,

dyrket mark, beite, vann og myr, utbygd areal og annen utmark. Det blir beregnet opptak og utslipp fra arealbruk og for arealbruksendring mellom disse kategoriene. I tillegg rapporteres det endringer i karbonlageret i treprodukter (harvested wood products – HWP).

I 2017 hadde sektoren et netto opptak på nær 25 millioner tonn CO₂-ekvivalenter. Skog står for hovedparten av karbonopptaket i sektoren. I 2017 var det et netto opptak i skog på 29,1 millioner tonn CO₂-ekvivalenter, mot 11,5 millioner tonn CO₂-ekvivalenter i 1990. Økningen i karbonopptaket henger sammen med økt tilvekst i skogen som følge av aktiv skogforvaltning og økte plantetall i etterkrigstiden. Dette er skog som nå er inne i en sterk tilvekstfase, men denne vil reduseres i årene som kommer, når mer av skogen blir eldre. De andre arealbrukskategoriene hadde et netto utslipp på 4,3 millioner tonn CO₂-ekvivalenter i 2017, mot 2,6 millioner tonn i 1990. Utslippene er i hovedsak knyttet til dyrking av organisk jord og til arealbruksendringer, blant annet fra skog til utbygd areal (avskoging). I tillegg ble det rapportert et opptak av karbon i treprodukter (HWP) på 0,2 millioner tonn CO₂ i 2017, mot 1 million tonn CO₂ i 1990.

Netto opptaket fra skog og annen arealbruk og totale utslipp fra andre sektorer er vist i Figur 2-2.



Figur 2-2. Utslipp og opptak av klimagasser i mill. tonn CO₂-ekvivalenter. Kilder: Statistisk Sentralbyrå, Miljødirektoratet og Norsk institutt for bioøkonomi

2.3 Virkemidler i klimapolitikken

Virkemidler kan ha ulike formål: Fra å regulere aktørers atferd til et rent fiskalt formål. Når vi snakker om klimavirkemidler, så har disse primært til hensikt å redusere klimagassutslipp gjennom å påvirke aktørenes atferd. Det er imidlertid slik at også virkemidler som ikke har reduksjon av klimagassutslipp som sitt primære formål, vil kunne påvirke klimagassutslippene – også i betydelig grad. Som pekt på i mandatet, er for eksempel utslipp – og til dels opptak – av klimagasser nært knyttet til økonomisk aktivitet, og en rekke virkemidler som påvirker den økonomiske aktiviteten vil derfor også kunne ha effekt på klimagassutslippene.

Vi kan sortere virkemidler i ulike kategorier ut fra egenskaper ved virkemidlene. Vi kan skille mellom økonomiske virkemidler, direkte reguleringer og andre virkemidler. I kategorien økonomiske virkemidler finner vi for eksempel avgifter, subsidier og omsettbare kvoter. I kategorien direkte reguleringer finner vi blant annet forbud og påbud, mens i kategorien andre virkemidler finner vi blant annet offentlige anskaffelser, informasjon og frivillige avtaler. I tillegg kan vi skille mellom hvorvidt virkemidlet er

rettet direkte mot utslippskilden den ønsker å påvirke, eller om virkemidlet er rettet indirekte mot utslippet.

Klimapolitikken kan vurderes ut fra ulike kriterier, som effektiv ressursallokering, kostnadseffektivitet, styringseffektivitet, fordelingshensyn og institusjonell/politisk gjennomførbarhet. Effektiv ressursallokering handler om å fordele samfunnets knappe ressurser slik at de gir den høyeste avkastningen sett fra samfunnets side. Når ressursallokeringen ikke er effektiv har vi en form for markedssvikt. Et virkemiddel er kostnadseffektivt når det reduserer utslipp (eller når et gitt klimamål) til lavest mulig kostnad for samfunnet. Styringseffektivitet dreier seg om i hvilken grad virkemidlet sikrer at et gitt mål nås. Fordelingsvirkninger dreier seg om hvilke grupper i samfunnet som tjener eller taper på politikken. Institusjonell eller politisk gjennomførbarhet dreier seg om hvorvidt det er institusjonelle hindringer for et virkemiddel, og om virkemidlet har politisk støtte. Ved virkemiddelvurderinger kan det være ønskelig å vurdere hvordan et virkemiddel scorer på ett eller flere av de ovennevnte kriteriene.

I de neste avsnittene beskriver vi de ulike kategoriene av virkemidler nærmere og gir noen eksempler på virkemidler i Norge.

2.3.1. Økonomiske virkemidler

2.3.1.1. Om økonomiske virkemidler

Økonomiske virkemidler kan brukes til direkte å påvirke markedspriser og dermed gi aktørene et økonomisk insentiv til å endre atferd, eller være subsidier som korrigerer for markedssvikt. Eksempler på økonomiske virkemidler er avgifter, omsettbare utslippskvoter og subsidier. Økonomiske virkemidler kan være mer eller mindre rettet mot å redusere utslipp. I mange tilfeller vil økonomiske virkemidler være mer kostnadseffektive enn andre virkemidler fordi de overlater til markedet å bestemme tilpasningen. Markedstilpasningen gjør at det kan være krevende å vurdere hvor store utslippsreduksjoner avgifter og subsidier vil gi. Effektene på kort og lang sikt vil også være ulik. Avgifter og subsidier kan imidlertid justeres i de årlige budsjettene, slik at man kan justere virkemiddelbruken ved behov.

Avgifter kan være mer eller mindre direkte rettet mot å redusere utslipp. En avgift kan for eksempel settes på selve utslippet, den kan settes på sluttproduktet eller den kan settes på en eller flere av innsatsfaktorene. En avgift på selve utslippet vil ha en direkte effekt på utslippene, mens en avgift på sluttproduktet eller innsatsfaktorene vil indirekte påvirke utslipp. Når forholdet mellom sluttprodukt/innsatsfaktor og utslipp er proporsjonalt vil også avgift på disse virke direkte, slik som for eksempel CO₂-avgiften på mineralolje.

Et velfungerende kvotemarked for utslipp forutsetter at kvoteplikten er lagt direkte på utslipp eller en innsatsfaktor som er proporsjonal med utslipp. I likhet med en CO₂-avgift vil kvotemarked da påvirke utslippene direkte. Med et marked for utslippskvoter bestemmer man hvor store de samlede utslippene maksimalt skal være, fordeler kvotene etter gitte kriterier og regler og lar så bedrifter og andre aktører handle kvoter med hverandre. I kvotemarkedet vil det oppstå en kvotepris. Hvis en bedrift kan kutte utslipp til en lavere kostnad enn kvoteprisen, vil bedriften redusere utslippene selv. Hvis bedriftens kostnad ved å kutte utslipp er høyere enn kvoteprisen, vil bedriften kjøpe en kvote i stedet for å redusere egne utslipp. Da vil andre bedrifter redusere utslipp i stedet. Dette gjør at utslipp reduseres der det koster minst, altså på en kostnadseffektiv måte, i likhet med hva som er tilfellet for en CO₂-avgift. Med et kvotesystem vil man i utgangspunktet sikre en gitt utslippsreduksjon, mens prisen på kvotene (kostnaden ved virkemiddelbruken) vil være usikker.

Subsidier kan ha ulike formål, og de kan i ulik grad være rettet direkte mot utslippet. Subsidier kan korrigere for markedssvikt ved at de bidrar til økt produksjon av

aktiviteter med positive eksternaliteter, som for eksempel forskning og utvikling (FoU) og innovasjon. Subsidier kan også rettes mot alternativer til forurensende aktivitet. Bruk av en subsidie når avgift (eller kvoteplikt) er et kostnadseffektivt alternativ, gir en merkostnad fordi konsumet vris mot den subsidierte varen, ikke bare fra varer med klimautslipp, men også fra andre varer/aktiviteter, og fører til at det konsumeres og produseres for mye av varen. I tillegg må subsidier finansieres gjennom skatter og avgifter på andre skattegrunnlag med tilhørende skattefinansieringskostnader. Subsidier kan videre være rettet mot forurensende aktivitet (begrunnet i andre formål som for eksempel distriktpolitikk, næringspolitikk mv.), som for eksempel produksjon eller konsum av fossil energi eller rødt kjøtt. I sistnevnte tilfelle kan det å redusere eller fjerne en subsidie bidra til å redusere utslipp, og det kan også være effektivitetsfremmende, ved at vridende skatter kan reduseres når statens inntektsbehov reduseres. Avgiftsfritak regnes også som subsidier.

Grønn skattekommissjon (NOU 2015:15, 2015) viser til at i et uregulert marked er det som regel ulike former for markedssvikt i de ulike fasene av innovasjonsskjeden. Dette fører til at private aktører i for liten grad vil drive FoU på egen hånd, slik at den teknologiske utviklingen, kunnskapsutviklingen og innovasjonstakten ikke er tilstrekkelig i et samfunnsøkonomisk perspektiv. For at den privatøkonomiske gevinsten av å forske, foredle og spre ny teknologi skal sammenfalle med den samfunnsøkonomiske gevinsten må myndighetene gripe inn i markedet (korrigere for den positive eksternaliteten). Dette gjelder i utgangspunktet for all teknologisk utvikling. Grønn Skattekommissjon peker videre på at det foreligger ytterligere argumenter for å stimulere til forskning og innovasjon på miljøteknologier, for eksempel muligheter for større kunnskapseksternaliteter ved at det historisk sett har blitt forsket for lite, og manglende forventninger om framtidig klimapolitikk som kan bidra til lavere spredning av miljøteknologi enn det som er optimalt. Å gi økonomisk støtte til FoU og innovasjon er én måte å støtte teknologiutvikling på. I tillegg fins det andre virkemidler man kan benytte, som teknologistandarder, patenter m.m. Se for eksempel kapittel 10 i NOU 2015: 15 "Sett pris på miljøet" for en omtale av innovasjonsvirkemidler.

2.3.1.2. Økonomiske virkemidler i Norge

Over 80 prosent av norske utslipp er dekket av økonomiske virkemidler som kvoteplikt og/eller CO₂-avgift. Rundt halvparten av norske utslipp er dekket av EUs kvotesystem, mens nærmere 70 prosent av ikke-kvotepliktige utslipp er ilagt avgift. Det meste av utslippene i petroleumssektoren og innenriks luftfart har både kvoteplikt og er ilagt CO₂-avgift.

CO₂-avgiften på mineralske produkter og CO₂-avgiften på utslipp fra petroleumsvirksomheten på kontinentalsokkelen ble innført i 1991. CO₂-avgiften på mineralske produkter omfatter mineralolje, bensin, naturgass og LPG. I 2019 tilsvarer den generelle satsen 508 kroner per tonn CO₂-ekvivalenter. CO₂-avgiften på kontinentalsokkelen omfatter lettolje, tungolje og naturgass, og mesteparten av utslippene er også kvotepliktige (EU ETS). I 2003 ble det innført avgift på HFK (hydrofluorkarbon) og PFK (perfluorkarbon).

Norge har deltatt i **EUs bedriftskvotestystem** siden 2008. Utslipp fra kraftproduksjon, mesteparten av utslippene fra industrisektoren, petroleumssektoren og luftfart innad i EØS er i dag omfattet av systemet. Om lag halvparten av Norges utslipp er kvotepliktige. Kvoteprisen steg betydelig i løpet av 2018, blant annet som følge av innstramming i EUs kvotesystem, og har i 2019 svingt mellom 18 og 27 euro.

Norge er knyttet til det europeiske kraftmarkedet. Kvoteprisen på utslipp fra fossil kraftproduksjon i EU veltes i stor grad over i kraftprisen og vil på den måten gi et påslag også i norske kraftpriser. Slik innebærer EUs bedriftskvotestystem at norsk fornybar kraftproduksjon og energieffektivisering i norsk kraftforbruk blir mer lønnsomt enn det ellers ville vært også i Norge.

Fra 2001 har elbiler vært fritatt for merverdiavgift. Fritaket er per i dag godkjent av ESA ut 2020. Elbiler har siden 1991 også vært fritatt for engangsavgift. Avgiften, som betales ved kjøp av ny bil, beregnes ut fra utslipp av CO₂, NO_x og bilens vekt. Disse avgiftsfritakene er å anse som **subsidi**. Det finnes også andre subsidier for nullutslippsbiler, som fritak eller redusert sats for bomavgift (fra 1997) og parkeringsavgift. I tillegg har det blitt gitt subsidier til utbygging av ladenett over hele landet. Subsidier til elbil har vært virksomme lenge. Samlet er subsidiene til elbiler betydelige. Subsidier som gis til ulike næringsaktiviteter har andre formål enn klima, men kan indirekte bidra til å øke norske utslipp av klimagasser.

Enova SF ble opprettet i 2001 for å bidra til omlegging av energibruk og energiproduksjon, med finansiering fra energifondet. Stortinget slo i 2016 fast at Enova skal være et sentralt virkemiddel i utviklingen av lavutslippssamfunnet og framtidens energisystem. Daværende eier, Olje- og energidepartementet, fikk inn en sterk satsing på reduksjon av klimagassutslipp og støtte til teknologiutvikling i avtalen om forvaltning av Energifondet fra 2017 til og med 2020. Enova kan blant annet gi støtte til prosjekter innen energi- og klimateknologi fra pilotfasen til kommersialisering. I 2018 delte de ut 2,1 milliarder NOK i støtte til 987 nye energi- og klimatiltak i norske virksomheter og 14 487 energitiltak i norske hjem.

Klimasats, som forvaltes av Miljødirektoratet, gir tilskudd til kommuner som ønsker å gjennomføre klimatiltak. Ordningen kom på statsbudsjettet første gang i 2016, med budsjett på 100 millioner kroner. I 2019 er budsjettet i overkant av 200 millioner kroner.

Norges forskningsråd står sentralt i koordineringen av norsk klimaforskning. Hovedvekten av den klimarelaterte forskningen er lagt inn under KLIMAFORSK og ENERGIX. Annen klimarelatert forskning foregår også i en rekke andre programmer og satsninger, som for eksempel polarforskningsprogrammet (POLARPROG), programmet for biobaserte næringer (BIONÆR) og i forskningssentrene for miljøvennlig energi (FME). KLIMAFORSK er Forskningsrådets store, tiårige program for klimaforskning. Programmet løper ut 2023. KLIMAFORSK skal gi verdensledende forskning til beste for dagens samfunn og framtidige generasjoner. ENERGIX-programmet støtter forskning på fornybar energi, effektiv energibruk, energisystem og energipolitikk. ENERGIX etterfølger RENERGI-programmet. CLIMIT er avgrenset til forskning og utvikling av problemstillinger rundt CO₂-håndtering (fangst og lagring av CO₂). PLATON er Norges største samfunnsfaglige klimaforskningsprosjekt og skal hjelpe politikere og næringsliv i arbeidet med å gjøre landet til et lavutslippssamfunn. Prosjektet starter opp i 2019, og ledes av CICERO. Det skal bygge en åpent tilgjengelig kunnskapsplattform om klimapolitikk og hvordan den påvirker økonomi, atferd og utslipp.

Innovasjon Norge har en rekke programmer knyttet til klimarettet næringsutvikling, og Landbruksdirektoratet forvalter ordninger for skog- og jordbruk.

Nysnø Klimainvesteringer AS er et nytt investeringsselskap med formål å bidra til reduserte klimagassutslipp. Selskapet skal foreta investeringer i unoterte selskaper og/eller fond rettet mot unoterte selskaper, i hovedsak rettet mot ny teknologi i overgangen fra teknologiutvikling til kommersialisering. I Revidert nasjonalbudsjett for 2019 fikk selskapet en investeringsramme på 500 millioner kroner.

Elsertifikatorordningen er en felles norsk-svensk støtteordning for fornybar kraftproduksjon. Ordningen ble innført for å nå et samlet mål om ny fornybar kraftproduksjon i Norge og Sverige på 28,4 TWh i år 2020. Ordningen finansieres gjennom et påslag i kraftprisen til sluttforbrukere. Ordningen kan sees på som en form for øremerking ved at det er en direkte kobling mellom påslaget i kraftprisen og støtten. Den norske regjeringen har meddelt at den ikke vil innføre nye mål for det eksisterende systemet når fristen går ut i 2021.

2.3.2. Direkte reguleringer

2.3.2.1. Om direkte reguleringer

Direkte reguleringer griper direkte inn i aktørenes handlingsvalg. En direkte regulering kan skje i form av for eksempel forbud, påbud, utslippsstandarder, ikke-omsettelige produksjonskvoter, patenter og teknologistandarder. På lik linje med økonomiske virkemidler, kan en direkte regulering rettes mot selve utslippet, mot innsatsfaktorer eller mot sluttproduktet. Direkte reguleringer kan dermed også ha en mer eller mindre direkte effekt på utslippene. Direkte regulering vil normalt ikke gi kostnadseffektive utslippsløsninger på tvers av virksomheter og sektorer. Der det ikke finnes egnet avgiftsgrunnlag, kan direkte regulering være et alternativ.

2.3.2.2. Direkte reguleringer i Norge

Det er over tid innført en rekke reguleringer som påvirker klimagassutslippene i Norge. Under gis noen eksempler på direkte reguleringer. Med unntak av det første eksemplet, så er utslippene i disse eksemplene i tillegg ilagt avgift:

- Forbud mot deponering av organisk avfall ble innført i 2009, og reduserer utslipp av metan fra avfallsdeponier.
- Omsetningspåbud biodrivstoff – stiller krav til andelen innblanding av biodrivstoff i bensin og diesel. Prosentandelen er økt i flere omganger.
- Forbud mot bruk av mineralolje til oppvarming av bygninger ble innført i 2017, med virkningstid fra januar 2020. Reguleringen innebærer at det ikke lenger vil være tillatt med oljefyr til oppvarming av boliger, offentlige bygg og næringsbygg (yrkesbygg) fra 2020 (og driftsbygninger i landbruket fra 2025). Se kap. 6.3.2 for nærmere utdyping.
- F-gass-forordning: En EU-regulering som begrenser og kontrollerer bruken av HFK og som er fastsatt i den norske produktforskriften.

I tillegg fins det reguleringer, produktkrav og merkekrav knyttet til energiforbruk, men disse påvirker i liten grad norske utslipp:

- Byggteknisk forskrift (TEK 17): Forskrift om tekniske krav til byggverk trekker opp grensen for det minimum av egenskaper et byggverk må ha for å kunne oppføres lovlig i Norge, inkludert minimumskrav til energieffektivitet og krav til løsninger for energiforsyning.
- Energimerking av boliger og bygg er obligatorisk ved salg og utleie.

- Økodesignkrav og energimerkeordningen: Minimumskrav til energieffektivitet for energirelaterte produkter som skal selges på EUs marked. Produkter skal merkes på en skala fra A (grønn) til G (rødt) i henhold til produktets energieffektivitet.

Forurensningsloven gir ikke anledning til å regulere utslipp av klimagassutslipp direkte, men kan hjemle krav om renseteknologi og systemer for oppfølging og kontroll av utslipp.

Plan- og bygningsloven er et eksempel på en regulering som påvirker utslippene indirekte. Det følger av lovens formål at loven skal fremme bærekraftig utvikling, og at langsiktige løsninger skal vektlegges. Planlegging etter loven vil kunne påvirke utslipp av klimagasser framover fra blant annet transport og stasjonær energibruk, samt arealbruksendringer.

2.3.3. Andre virkemidler

2.3.3.1. Om andre virkemidler

I denne kategorien har vi virkemidler som offentlig tilbud av varer og tjenester, offentlige anskaffelser, frivillige avtaler, informasjon m.m. Disse virkemidlene kan være svært ulike, og det er vanskelig å si noe generelt om effekten av dem. I teorien vil enkelte av disse virkemidlene kunne utformes slik at de samme tiltakene gjennomføres som ved direkte virkemidler som avgifter eller kvoter. I praksis vil for eksempel utfordringer med asymmetrisk informasjon innebære at mange av disse virkemidlene ikke vil være kostnadseffektive.

Dersom manglende informasjon er en barriere for å gjennomføre tiltak kan ulike informasjonsvirkemidler være effektive, men det avhenger av utformingen av disse virkemidlene. I NOU 2015: 15 "Sett pris på miljøet" (Grønn Skattekommissjon) vises det til at prissignalene gjennom avgiftssystemet kan virke noe dårligere under visse forhold, som for eksempel hvis en beslutning krever spesialisert innsikt, hvis en beslutning har lav hyppighet (slik at kostnaden ved å sette seg inn i alternativene er høy), hvis det er mangelfull informasjon og når man har liten kjennskap til egne preferanser.

For å overkomme slike barrierer kan informasjon, som et supplement til økonomiske virkemidler, bidra til at prissignalene kommer fram og at nye teknologier spres i markedene.

2.3.3.2. Andre virkemidler i Norge

Frivillige avtaler er brukt som virkemiddel for å kutte utslipp ved enkelte anledninger. Før kvotesystemet ble innført var det eksempelvis frivillige avtaler mellom industrien og myndighetene for å redusere klimagassutslippene. En frivillig avtale ble også inngått mellom myndighetene og elektrobransjen for å redusere utslipp av klimagassen SF₆. Jordbrukets organisasjoner og regjeringen har i juni 2019 inngått en intensjonsavtale om kutt i utslipp og økning av opptak fra jordbrukssektoren fram mot 2030.

Lov om offentlige anskaffelser sier i § 5 at statlige, fylkeskommunale og kommunale myndigheter og offentligrettslige organer skal innrette sin anskaffelsespraksis slik at den bidrar til å redusere skadelig miljøpåvirkning, og fremme klimavennlige løsninger der dette er relevant. Regjeringen la fram en Stortingsmelding om offentlige anskaffelser i april i 2019 (Meld.St.22 (2018-2019)) der de foreslår å utarbeide en handlingsplan for å øke andelen klima- og miljøvennlige offentlige anskaffelser og grønn innovasjon.

2.3.4. Dobbel virkemiddelbruk

2.3.4.1. Om dobbel virkemiddelbruk

Med dobbel virkemiddelbruk mener vi at flere virkemidler er rettet mot samme markedssvikt. Et eksempel på dobbel virkemiddelbruk er når flere virkemidler er rettet mot å redusere det samme utslippet. Når flere virkemidler er rettet mot samme markedssvikt, kan det være utfordrende å anslå effekten av det enkelte virkemidlet, og det vil innebære et effektivitetstap. Bruk av flere virkemidler innebærer ikke dobbel virkemiddelbruk dersom virkemidlene retter seg mot ulike former for markedssvikt. I slike tilfeller vil bruken av flere virkemidler kunne bidra til økt effektivitet. Eksempler på sistnevnte kan være å gi støtte til den samme teknologien i ulike faser av innovasjonskjeden, eller til ulike typer aktører.

2.3.4.2. Dobbel virkemiddelbruk i Norge

I Norge har vi flere eksempler på dobbel virkemiddelbruk. Når det gjelder virkemidler med klimaformål, har vi for eksempel en rekke virkemidler rettet mot fossile drivstoff som alle har til hensikt å redusere utslipp. Innen vegtransporten har vi, i tillegg til CO₂-avgiften, blant annet CO₂-differensierte kjøpsavgifter,

omsetningspåbud for biodrivstoff samt en rekke avgiftsmessige fordeler for el- og hydrogenbiler. For sjøtransport er det fritak for CO₂-avgift på naturgass og LPG for gods- og passasjertransport i innenriks sjøfart, samt for offshorefartøy. Deler av innenriks luftfart og petroleumsvirksomheten har CO₂-avgifter i tillegg til kvoteplikt.

2.3.5. Doble gevinster

Med doble gevinster menes at, i et ikke-optimalt utformet skattesystem, vil innføring av en miljøavgift gi staten inntekter som medfører at andre (vridende) skatter og avgifter kan reduseres. Dermed kan man, i tillegg til en miljøgevinst, oppnå en effektivitetsgevinst som følge av reduksjonen i vridende skatter og avgifter. Grønn skattekommissjon (NOU 2015:15, 2015) viser til at det i faglitteraturen har vært betydelige diskusjoner om hvorvidt et grønt skatteskiift kan gi doble gevinster, og at muligheten for å realisere doble gevinster avhenger av i hvilken grad skattesystemet er optimalt utformet.

2.3.6. Øremerking

Øremerking innebærer at inntekter fra en skatt eller avgift settes av til et bestemt utgiftsformål. Øremerking er i utgangspunktet ikke samfunnsøkonomisk optimalt da det kan gi for mye eller for lite investeringer sammenlignet med behovet. Øremerkede inntekter vil kunne endre seg over tid uavhengig av behovet på utgiftssiden, noe som kan være uheldig for miljøformålet. Øremerking binder også opp offentlige midler slik at det er mindre som kan brukes til andre formål.

I litteraturen om atferdsøkonomi er øremerking av miljøavgifter til miljøformål blitt trukket fram som et virkemiddel som kan skape økt aksept for bruk av miljøavgifter. Kallbekken og Sælen (2011) peker på flere eksempler hvor det har vist seg vanskelig å innføre en Pigou-avgift⁷ i mange land, og viser til at øremerking kan tenkes å øke oppslutning om avgiften (Kallbekken & Sælen, 2011). Selv om øremerking av avgifter ikke er samfunnsøkonomisk optimalt kan det være tilfeller der det vil være mer effektivt enn mange andre virkemidler, eller enn en situasjon uten virkemidler. Se NOU 2015: 15 "Sett pris på miljøet" for en nærmere omtale av øremerking.

⁷ En korrekt utformet miljøavgift kalles en Pigou-avgift. Pigou-avgiften er lik marginal skadekostnad og gir den samfunnsøkonomisk sett beste, dvs. den optimale, løsningen.

3. Gjennomgang av metoder og norske eksempler

Dette kapitlet går gjennom noen hovedgrupper av metoder som kan brukes i analyser av klimapolitikk. Under omtalen av de ulike metodene følger noen norske eksempler. Formålet med kapitlet er å systematisere metodene og forsøke å peke på noen utfordringer ved de ulike analyseformene. Listen over metoder og utfordringer er ikke uttømmende. Kapitlet er ment å gi et rammeverk for diskusjonen i de etterfølgende kapitlene om tiltaksanalyser, virkemiddelanalyser og klimaeffekten av statsbudsjettet.

3.1. Klassifisering av metoder

Til analyser av komplekse sammenhenger er det behov for å bruke metoder som kan systematisere og forenkle virkeligheten. På klimaområdet, som på andre områder, finnes det et stort utvalg av metoder og sett av forutsetninger som benyttes for å analysere ulike sider av politikken. Ulike metoder vil kunne svare på forskjellige spørsmål eller belyse ulike sider av samme spørsmål. IPCC peker på at det kan være behov for å bruke flere metoder for å forstå effektene, egenskapene, avveiningene og kompleksiteten i politikkkvalgene (Kolstad, et al., 2014).

Analyser av klimapolitikk skiller seg fra analyser av mange andre politikkområder fordi klimaproblemet er globalt og på grunn av behovet for omfattende og snarlige endringer i store og sammenvevde systemer (som energi og transport). Det er behov for tiltak på mange områder, og nye løsninger må fungere som helhet, ikke bare en og en. Nyttan av ett tonn utslippsreduksjon er i utgangspunktet lik den marginale skadekostnaden av ett tonn. Siden Norge, som del av bidragene til verdens og Europas mål, opererer med periodevise utslippsmål eller -budsjetter, vil nytten av utslippsreduksjoner for Norge også være bidraget til å nå disse målene. Bidragene måles i form av antall tonn reduserte CO₂-ekvivalenter i perioden.

Som omtalt i kapittel 1 kan metoder og modeller brukes til ulike formål, for eksempel til å lage framskrivinger av utslipp og opptak av klimagasser, å sette mål og analysere valg og innretning på virkemidler, å utrede alternative tiltak for utslippsreduksjoner og å anslå utslippseffekten av statsbudsjettet. Sentralt i alle analyser står sammenhengen mellom utslippsreduksjoner og kostnader, se Boks 3-1 for en diskusjon av ulike kostnadsbegrep. I litteraturen er marginalkostnadskurver (MAC-kurver) mye brukt til å illustrere hva det vil koste å redusere utslippene i et gitt

omfang eller hvor store utslippsreduksjoner en anslagsvis kan få for en gitt kostnad. Kjennskap til sammenhengen mellom kostnader og utslippsreduksjoner i et land kan brukes som grunnlag for å beslutte hvor høye mål eller hvor store forpliktelser et land skal ta på seg og hvordan de kan nå dem.

I mangfoldet av metoder og modeller har utvalget valgt å dele metodene opp i to hovedgrupper: partielle metoder, som ser på større eller mindre deler av økonomien, og generelle metoder som dekker hele økonomien. Et annet viktig skille for utvalget har vært om atferdsrespons er eksplisitt modellert (endogene) eller ikke og, hvis så, i hvor stor grad. Tabell 3-1 viser en forenklet inndeling av metodene som omtales i denne rapporten. Metodene vil ikke nødvendigvis falle pent på plass i en kolonne, men snarere ligge mellom å dekke mer eller mindre av økonomien og ha mer eller mindre detaljerte atferdsrespons. Med atferd mener vi i denne sammenhengen hvorvidt aktørene som analyseres responderer på endringer i priser, kostnader, budsjetter og inntekter for eksempel som en følge av endret virkemiddelbruk. Vanligvis modelleres dette som at konsumenter og produsenter maksimerer nytte/profitt eller minimerer kostnader. Aktørene vil tilpasse seg endringer slik at nytten eller profitten blir størst mulig eller kostnadene minst mulig utfra preferansene eller produksjonsteknologien til aktøren. I hvilken grad metodene tar utgangspunkt i at aktørene maksimerer nytte/profitt eller minimerer kostnader varierer. I partielle modeller vil nødvendigvis priser som bestemmes utenfor sektoren være eksogene. I mange partielle modeller kan også (deler av) tilbudet eller etterspørselen i sektoren være eksogent gitt. Det utelukker ikke at atferdsrespons kan tas hensyn til, men da må det gjøres utenfor analyseverktøyet (eksogent) basert på informasjon fra andre kilder.

IPCC påpeker at ulike kvalitative metoder kan supplere kvantitative analyser. Slike metoder er det ikke gått inn på

BOKS 3-1 Kostnadsbegreper

Det skilles gjerne mellom privatøkonomiske og samfunnsøkonomiske kostnader og nyttevirksomheter, og mellom marginal-, total- og gjennomsnittskostnader. Hvilket kostnadsbegrep som vil være interessant avhenger av formålet med analysen.

De samfunnsøkonomiske kostnadene består av summen av kostnader for den enkelte, der man eventuelt kan vektlegge ulike typer husholdninger eller aktører ulikt om man vil ha frem fordelingsvurderinger. Utover eventuelle fordelingshensyn, vil et samfunnsøkonomisk kostnadsbegrep fange opp effekter som enkeltaktører ikke tar hensyn til i sine kostnads- og nyttevurderinger, men som påvirker andre i samfunnet. Slike effekter kan oppstå som en følge av ulike typer markedssvikt, av samspill med allerede eksisterende virkemiddelbruk eller av indirekte provenyimplikasjoner. Private aktører kan ha forskjellige diskonteringsfaktorer og vurderingen av tidsforløp kan således avvike fra den samfunnsøkonomiske.

Kostnadene vil være avhengig av hvilke utslippsreducerende teknologier som er tilgjengelige, hvilke virkemidler som benyttes og hvordan aktører tilpasser seg disse virkemidlene.

Kostnadene ved effektiv virkemiddelbruk, altså virkemidlene som reduserer utslipp til lavest mulig kostnad for samfunnet, angir en nedre grense for kostnadene ved å oppnå en utslippsreduksjon. Hvis mindre effektive virkemidler benyttes, blir kostnadene høyere. I en økonomi med flere mål, virkemidler og markeder er det ikke enkelt å avgjøre hva som i praksis er effektiv virkemiddelbruk.

For å kunne si noe om hvor store utslippsreduksjoner virkemidler som avgifter eller subsidier kan gi, må man ha anslag på privatøkonomiske kostnader og hvordan aktørene reagerer. Den privatøkonomiske kostnaden ved redusert bilkjøring vil for eksempel være høyere enn den samfunnsøkonomiske kostnaden hvis redusert bilbruk også har andre positive virkninger som mindre lokal luftforurensning, kjøp og støy (alt annet likt). Hvis klimagassutslippene skal reduseres med et visst omfang gjennom bruk av en avgift, må avgiften minst settes lik den privatøkonomiske marginalkostnaden ved å redusere utslipp i dette omfanget.

Marginalkostnaden angir hvor mye det koster å redusere utslipp med en ekstra enhet.

Tabell 3-1 Metoder

Partielle (dekker mindre til større deler av økonomien)				Generelle (dekker hele økonomien)	
Prosjektanalyser, herunder tiltaksanalyser og kost-/ nytteanalyser	Elastisiteter	Likevektsmodeller med eksogent tilbud eller etterspørsel	Likevektsmodeller med full tilpasning (tilbud og etterspørsel) til prisendringer	Makro-økonometriske modeller	Generelle likevektsmodeller

her, utvalget har i gjennomgangen fokusert på kvantitative analyser.

En partiell analyse ser på én eller et begrenset antall sektorer eller teknologier/reduksjonsmuligheter, for eksempel valget mellom elbil eller fossilbil innenfor transport, eller ulike teknologier innen kraftproduksjon (sol, vind, vann, kull osv.). En partiell analyse kan også inkludere andre endogene tilpasninger enn teknologisk omlegging,

for eksempel redusert produksjonsaktivitet, redusert transportbruk eller redusert innetemperatur. Hvorvidt slike valg bestemmes endogent eller eksogent i analysen er viktig for hvorvidt samspillseffekter kan fanges opp. Partielle beregninger fanger ikke opp samspillseffekter med resten av økonomien.

Prosjektanalysetilnærmingen er et eksempel på en partiell lønnsomhetsanalyse som summerer inntektene/

nytt og kostnadene ved å gjennomføre prosjektet, beregnet som netto nåverdi. Prosjektanalyser tar ofte aktørenes etterspørsel og tilbud som gitt. I virkeligheten vil gjennomføring av prosjektet i mange tilfeller kunne føre til endringer i relative priser. Tiltaksanalysene er basert på en prosjektanalysetilnærming, hvor prosjektene typisk er fysiske tilpasninger og teknologiløsninger for å redusere utslipp eller øke opptak av klimagasser. Analysen kartlegger potensialer og kostnader ved utvidet eller ny bruk av kjente løsninger, og for tiltak fram i tid må det også anslås potensialer og kostnader ved løsninger som ikke fullt ut er utprøvd, eller som bare foreligger "på tegnebordet". En detaljert tilnærming gir mulighet til å identifisere kostnadselementene i mer detalj. Tiltakskostnaden beregnes individuelt fra tiltak til tiltak og analysen inneholder ikke virkemidler, slik at endogene samspillseffekter mellom tiltakene eller med resten av økonomien gjennom virkemiddelbruk og atferdsrespons er vanligvis ikke fanges opp.

Elastisiteter anslår endringer i etterspørsel (eller tilbud) som en følge av prisendringer for eksempel grunnet en avgiftsøkning. De er en enkel måte å representere atferdsrespons på. Elastisiteter kan brukes alene for å beregne effekt på utslipp av en prisendring eller som input i partielle og generelle likevektsmodeller. Når elastisiteter brukes alene, vil metoden være en enkel partiell likevektsanalyse som kun sier noe om endringer i etterspørselen etter en vare eller tjeneste. Det skilles gjerne mellom kortsiktige og langsiktige elastisiteter. Elastisiteter beregnes på bakgrunn av historiske data og er hovedsakelig utviklet for å si noe om effekter av små/marginale prisendringer, ikke store absolutte prishopp.

Partielle likevektsmodeller brukes til studier av samspill mellom etterspørsel og tilbud i et avgrenset marked, der etterspørsel og tilbud balanseres (likevekt). De fanger i varierende grad opp husholdningers og bedrifters atferdsendringer endogent alt ettersom hvilke deler av økonomien som er modellert. I enkle versjoner antas gjerne enten etterspørselssiden eller tilbudssiden som eksogent gitt, men modellen ivaretar at etterspørsel og tilbud må balanseres. Modellene gir grunnlag for å analysere hvordan offentlige virkemidler påvirker atferden til husholdninger og bedrifter, og dermed gir de også grunnlag for beregning av samfunnsøkonomisk kostnad av virkemidler for eksempel for å realisere utslippsmål. Partielle analyser er nærmere omtalt i kapittel 3.2.

De generelle modellene dekker hele økonomien. Det kan skilles mellom makroøkonometriske og generelle likevektsmodeller. Generelle modeller er ment å gi et overblikk over all økonomisk aktivitet og baserer seg som regel på aggregerte data basert på nasjonalregnskapet.

Statistisk sentralbyrås generelle likevektsmodell for Norge, SNOW-NO, er i denne kategorien (Rosnes, Bye, & Fæhn, 2019). De generelle landmodellene dekker hele økonomien i landet og fanger dermed opp økonomiske responser og samspillseffekter. Mulige teknologivalg er ofte mer begrenset i disse modellene. I generelle modeller er sammenhengene mellom økonomiske størrelser gjerne modellert slik at de kan oppsummeres ved elastisiteter. Generelle modeller er nærmere omtalt i kapittel 3.3.

Hybridmodeller kombinerer detaljert teknologimodellering med modellering av hele økonomien. I hybridtilnærmingen trenger ikke nødvendigvis detaljert teknologi å være innarbeidet direkte i en generell modell, men i stedet kan de to tilnærmingene kobles sammen gjennom interaksjon/iterasjon mellom de to modelltypene. Hybridmodeller er nærmere omtalt i kapittel 3.4.

Det er mange andre måter å dele metodene inn på. IPCC skiller for eksempel mellom om modellene og analysene er bygget opp nedenfra (bottom-up) eller ovenfra (top-down). Dette er også et skille som går igjen i mye av litteraturen. Se også Huang et. al. (2016) som i tillegg kaller kombinasjoner av de to for hybridmodeller. Bottom-up tilnærmingen tar ofte utgangspunkt i bestemte teknologier og setter sammen og rangerer mulige utslippsreduksjoner etter kostnader. Tilnærmingen kalles også ofte ingeniørtilnærming siden metoden fokuserer på konkrete tekniske løsninger som kan bidra til utslippsreduksjoner. IPCC setter ofte bottom-up analyser i samme kategori som sektormodeller. Top-down tilnærmingen består gjerne av større systemmodeller basert på aggregerte data. Ifølge IPCC kan top-down modellene enten dekke deler av økonomien eller hele økonomien i et land, en region eller hele verden. Slike modeller fanger opp tilbakevirkningseffekter av endringer i virkemidler, men har som regel mindre detaljer om mulige teknologivalg. Se også Nikas m.fl. (2019) for en oversikt over ulike klimaøkonomimodeller.

Et annet metodisk skille er hvordan analysene bruker data, for eksempel om mulige teknologier og kostnader bygger på ekspertvurderinger eller om parameterne i en modell er estimerte eller kalibrerte. Tilgang på gode data er viktig. De fleste metoder tar utgangspunkt i hvordan sammenhenger mellom størrelser av interesse har vært historisk, eventuelt kombinert med betraktninger om hvordan sammenhengene kan forventes eller antas å utvikle seg framover. Analysens kvalitet avhenger av kvaliteten på tallfestingen. Erfaringsmessig er resultatene svært følsomme for forutsetninger om teknologiutvikling og atferdsrespons. Store utslippsreduksjoner forutsetter ofte store strukturelle endringer i økonomien, som for eksempel overgang til et annet energisystem eller nye transportformer/-atferd.

Dette innebærer brudd med historiske sammenhenger som kan gjøre historiske data mindre relevante, samtidig som det vil være stor usikkerhet knyttet til prognoser for utvikling basert på ekspertvurderinger.

Det er gjort flere evalueringer av styrker og svakheter ved de ulike metodene. Noen av styrkene og svakhetene er spesielle for akkurat en type metode, mens andre gjelder flere eller alle metoder. Evalueringer vil alltid måtte ta utgangspunkt i hva metodene skal brukes til. Et eksempel på en utfordring som vil gjelde alle analyser er at de må bygge på en rekke forutsetninger og nødvendigvis være en forenklet framstilling av virkeligheten. Siden analysene som regel er framoverskuende og dermed dekker mange muligheter/teknologier, er usikkerheten stor. Kesicki og Ekins (2011) peker på at forutsetninger typisk representerer et bestemt verdenssyn, så selv om metoden for å anslå kostnader og reduksjonspotensialer i seg selv er objektiv vil de være basert på et utvalg antakelser trukket fra en større mengde av mulige antakelser. Som nevnt peker IPCC på at det kan være behov for å bruke flere metoder for å forstå effektene, egenskapene, avveiningene og kompleksiteten i politikkvalgene (Kolstad, et al., 2014). Noen utfordringer ved analyseformene er nærmere omtalt i kapittel 3.5.

3.2. Partielle analyser

3.2.1. Prosjektanalyser, herunder tiltaksanalyser

Utvalget har valgt å definere noen typer partielle analyser, herunder tiltaksanalysene, som prosjektanalyser. Mange tiltak for å redusere utslipp av klimagasser kan defineres som et prosjekt i form av en investering, samtidig som enkelte av tiltakene i stor grad er avhengig av atferdsendringer. I prosjektbaserte analyser klarlegges og synliggjøres positive og negative virkninger av enkelttiltak. Analysene er partielle, hvor det hovedsakelig er anslag på direkte effekter som inngår. Analysene kan være samfunnsøkonomiske eller bedriftsøkonomiske. Samspillseffekter med resten av økonomien fanges ikke opp i partielle analyser. Til større prosjekter i offentlig sektor brukes gjerne nytte-kostnadsanalyser, se NOU 2012: 16 "Samfunnsøkonomiske analyser".

En bedriftsøkonomisk prosjektanalyse utføres ved å:

1. Vurdere og beregne nødvendig investeringsbeløp (i en maskin etc.)

2. Identifisere prosjektets framtidige kontantstrømmer
3. Kalkulere/identifisere en passende diskonteringsrente
4. Diskontere framtidige kontantstrømmer til nåverdi
5. Finne netto nåverdi ved å summere de diskonterte framtidige kontantstrømmene og sammenholde dem med investeringsbeløpet

Samfunnsøkonomiske analyser skal synliggjøre virkningene av alternative tiltak før beslutninger tas. Analysen krever en problembeskrivelse og et mål, et nullalternativ og vurdering av ulike tiltak for å løse problemet. Alle kostnads- og nyttevirkinger skal så langt det lar seg gjøre tallfestes, herunder ringvirkninger. Samfunnsøkonomisk lønnsomhet anslås på bakgrunn av netto nåverdiregninger. Usikkerhet analyseres og fordelingsvirkninger beskrives. På bakgrunn av en samlet vurdering tas det en beslutning.

I klimaanalyssammenheng brukes prosjektanalyser til å vurdere kostnader, besparelser og reduksjonspotensialer (nytten) av enkelttiltak basert på beste tilgjengelige informasjon. Analysen består av å gi anslag på kostnader inkludert nytteeffekter og reduksjonspotensialer ved valg av en annen teknologi eller løsning, eller ved endringer i produksjonsnivå eller forbruk og sammenlignet med en referanse, for eksempel dagens løsning eller en framskriving. Hvert tiltak analyseres isolert, men kan sammenstilles til én felles analyse. Tilbuds- og etterspørselsendringer anslås ikke som en integrert del av analysen siden atferdsresponsen ikke inngår, men informasjon om slike endringer kan være hentet fra andre analyser. Mange av de tidlige internasjonale analysene av reduksjonspotensialer falt inn under denne kategorien, og var bygd over samme lest, slik som analyser av hvordan å begrense oljeetterspørselen etter OPEC-krisene på 1970-tallet.

De kanskje mest kjente internasjonale analysene på klimaområdet som bruker prosjekttilnærmingen er analysene utarbeidet av McKinsey & Company for en rekke land rundt 2009. Se nærmere beskrivelse av metoden for dette i kapittel 5.

Tiltaksanalyser i Norge

Tiltaksanalysene er en partiell analyse basert på en prosjektanalysetilnærming, hvor fysiske tiltak og teknologiløsninger eller andre typer tilpasninger for å redusere utslipp eller øke opptak av klimagasser analyseres, men uten at aktørenes atferd modelleres endogent.

Tiltaksanalysene bygger på detaljkunnskap om utslippskilder fra arbeidet med utslippsregnskap (jf. kapittel 2). Analysene beskriver handlinger som kan redusere klimagassutslippene i Norge og

forutsetninger for vurderingene. I en tiltaksanalyse beregnes en tiltakskostnad, målt i kroner per tonn reduserte CO₂-ekvivalenter. Analysen gir anslag på samfunnsøkonomiske kostnader ved at nyttevirkinger av for eksempel redusert luftforurensing inngår som fratrukk i kostnadene, og diskonteringsraten er satt lik som i veilederen for samfunnsøkonomiske analyser. En tiltaksanalyse tar priser som gitt og ser dermed ikke på hvordan aktørene responderer på relative prisendringer. Den fanger ikke nødvendigvis opp alle kostnader og utslippseffekter. For eksempel gir den ikke en vurdering av hvilke virkemidler som kan utløse tiltaket, eller hva som vil være tilstrekkelig virkemiddelbruk for å utløse et gitt tiltak. Valg av virkemidler vil ha ulike effekter på aktørers tilpasninger, som ikke er del av vurderingen i en tiltaksanalyse.

I en tiltaksanalyse tas det utgangspunkt i en konkret utslippskilde, hvor det deretter vurderes hvordan utslippene fra denne kan reduseres. Tiltak kan være å bytte til og benytte en teknologi med lavere utslipp (fra fossilbil til elbil), gjøre effektiviseringstiltak (for eksempel energieffektiviserings- og energigjenvinningstiltak i industrien), eller bytte av energibærere (for eksempel overgang fra diesel til biodiesel) for å oppnå samme tjeneste fra teknologien som før. Tiltak kan også være knyttet til å legge om atferd, som for eksempel å spise mindre rødt kjøtt, eller kjøre mindre privatbil. Vanligvis legges det også da til grunn at samme produksjon/konsum oppnås ved at den utslippsgenererende aktiviteten erstattes av noe som gir samme "tjeneste", som å spise mer grønnsaker eller reise kollektivt.

Enkelte tiltak som er utredet kan bestå av en sammenstilling av flere mindre tiltak. Dette gjøres for å forenkle analysen eller som en følge av mangelfull informasjon om alle segmenter i et marked. Det innebærer at utslippsreduksjoner og kostnader ved tiltaket framstilles som et gjennomsnitt av flere tiltak. For eksempel vil overgang fra fossilbil til elbil i analysen "Nye personbiler skal være nullutslippskjøretøy i 2025", som er ett av de klimapolitiske målene Miljødirektoratet har utredet utslippsreduksjonspotensialene ved, bestå av at mange

personer kjøper elbiler innenfor ulike segmenter av personbiltransporten i flere år framover. Detaljeringsgraden av en tiltaksanalyse vil måtte vurderes opp mot hva den enkelte analysen skal brukes til og ressursbruken. Dette gjelder ikke bare tiltaksanalyser. Alle analyseformer vil være forenklinger der kostnader ved ulike teknologier vil være gjennomsnitt og ikke avspeile alle avskygninger av mulige valg der ute i den virkelige verden.

Miljødirektoratets tiltaksanalyser av enkelttiltak kan sammenstilles i kostnadseffektivitetsanalyser, som innebærer å rangere tiltak etter samfunnsøkonomiske kostnader per enhet utslippsreduksjon, målt i kroner per tonn CO₂-ekvivalenter reduserte utslipp, jf. MAC-kurver.⁸ Se kapittel 5.3.2.1 for en nærmere omtale av kostnadseffektivitetsanalyser i forhold til andre alternativer.⁹

Kapittel 5 inneholder en nærmere omtale av hvordan kostnadene ved et tiltak er utarbeidet samt eksempler på tiltaksanalyser som Miljødirektoratet har utredet de senere årene. Andre etater utfører også analyser, herunder nytte-kostnadsanalyser, som ikke primært omhandler klimatiltak, men hvor utslippseffekten av for eksempel investeringer i jernbane eller veibygging har blitt estimert som en del av analysen.

3.2.2. Elastisiteter

Priselastisiteter er et uttrykk for hvor mange prosent etterspørselen etter eller tilbudet av en vare eller tjeneste endrer seg når prisen på denne varen eller tjenesten endrer seg med én prosent. Elastisiteter angir vanligvis en partiell, direkte effekt uten hensyn til samspillseffekter. Priselastisiteter er ikke størrelser som kan utledes fra økonomisk teori, men er variabler som må estimeres ved hjelp av empiriske (økonometriske) metoder.

I de tilfeller hvor myndighetene kan påvirke prisen på varer eller tjenester, kan priselastisiteter brukes direkte til å beregne virkningene av myndighetshandlingen

⁸ Se Boks 5-2 for omtale av marginalkostnadskurven utledet fra tiltaksanalysene i Klimakur 2020.

⁹ I henhold til Rundskriv R-109/14 (Finansdepartementet, 2014) skiller det mellom tre hovedtyper samfunnsøkonomiske analyser: Nytte-kostnadsanalyse, kostnadseffektivitetsanalyse og kostnadsvirkningsanalyse. NOU 2012: 16 gir en utdypning av de ulike analyseformene. Forskjellen på analyseformene er i hvor stor grad en verdsetter og kvantifiserer nyttesiden av et tiltak. Miljødirektoratets tiltaksanalyser er i utgangspunktet kostnadseffektivitetsanalyser, som innebærer å rangere tiltak etter kostnader for å finne de tiltakene som kan realisere et ønsket mål til lavest kostnad. NOU 2012: 16 spesifiserer at dersom de ulike tiltakene som skal sammenlignes, har like nytteeffekter eller nytteeffekter som kan måles ved en felles skala, er det ikke nødvendig å verdsette nytten i kroner for å rangere tiltakenes samfunnsøkonomiske lønnsomhet. Rangeringen vil uansett bare avhenge av tiltakenes kostnader. En kostnadseffektivitetsanalyse innebærer å rangere tiltak etter kostnader, og finne det tiltaket som vil realisere et ønsket mål til en lavest kostnad. Se NOU 2012: 16 for nærmere omtale av de ulike analyseformene.

på etterspørselen. Dette er særlig relevant ved avgiftsendringer, hvor myndighetene direkte påvirker priser på varer og tjenester, men priselastisiteter kan i prinsippet brukes til å beregne virkninger av alle myndighetshandlinger som påvirker priser på varer og tjenester.

Substitusjonelastisiteter gir anslag på hvor mye det relative forbruket av to goder endrer seg når det relative prisforholdet mellom disse to godene endres. Partielle og generelle likevektsmodeller der priselastisiteter/substitusjonelastisiteter inngår fanger opp at en prisendring i ett marked gir tilpasninger i andre markeder. Priselastisiteter brukt i partielle analyser fanger bare opp tilpasninger i det markedet som blir direkte berørt av avgiftsendringen.

Direkte/isolerte priselastisiteter brukes først og fremst i partielle analyser av avgiftsendringer i Finansdepartementet, nærmere omtalt under. Der benyttes priselastisiteter til å beregne ettårige provenyvirkninger av avgiftsendringer, altså hvordan endringer i avgiftsregelverket påvirker statens inntekter fra avgiftene. Disse priselastisitetene brukes også i økende grad til å beregne ettårige utslippsvirkninger av avgiftsendringer.

En viktig begrunnelse for endringer i klima- og miljørelaterte avgifter er å påvirke den enkelte person eller bedrifts tilpasning. Slike tilpasninger vil ofte ikke skje umiddelbart, men gradvis over tid, og i noen tilfeller over svært lang tid. For atferdsendringer som skal bidra til oppnåelse av et mål på mellomlang eller lang sikt, er det mer interessant å se på effekter lenger fram i tid. Når atferdsendringene har utspilt seg i økonomien, og tilpasningene er gjennomført, kan langsiktige utslippseffekter avvike en del fra utslippseffektene det første året. Slike langsiktige utslippseffekter anslås kun for enkelte skatte- og avgiftsendringer, blant annet på grunn av stor usikkerhet, men er særlig viktig å få belyst ved større reformer. For vurdering av utslippseffekt av avgiftsendringer er det særlig de langsiktige effektene som er interessante.

Priselastisiteter varierer langs mange dimensjoner, og mellom ulike varer og tjenester – en 10 prosents prisøkning vil ha ulik virkning på etterspørselen etter hhv. melk og bensin. Det er også rimelig å anta at tilpasningen er større på lang sikt enn på kort sikt. En kraftig prisøkning på transport kan for eksempel på lang sikt påvirke

valg av kjøretøy, bosted og arbeidssted. På kort sikt vil imidlertid kjøretøy, arbeidssted og bosted ligge fast. Det er også rimelig å anta at priselastisiteten på bensin ikke nødvendigvis er den samme overalt, men vil kunne variere med tilgjengeligheten til kollektivtransport.

Priselastisiteter estimeres som regel empirisk, basert på historiske data.¹⁰ Estimaten vil variere med valg av datasett og metode. Labandeira et al. (2017) har gjennomført en metaanalyse hvor de gjennomgår den internasjonale økonomiske forskningslitteraturen og identifiserer estimater på priselastisiteter til energivarer (elektrisitet, bensin, diesel, naturgass og fyringsolje). Dette er elastisiteter som er særlig relevante for vurderinger av hvordan avgifter på fossile drivstoff påvirker utslipp av CO₂. De identifiserer 966 estimater på kortsiktige priselastisiteter som varierer mellom -24,0 og 2,9, med et gjennomsnitt på -0,236. Videre identifiserer de 1010 estimater på langsiktige priselastisiteter som varierer mellom -22,0 og 4,2, med et gjennomsnitt på -0,596. Figur 3-1 viser fordelingen av hhv. kortsiktige og langsiktige etterspørselastisiteter som Labandeira et al. (2017) finner, men hvor de 2,5 prosent høyeste og de 2,5 prosent laveste estimatene er fjernet.

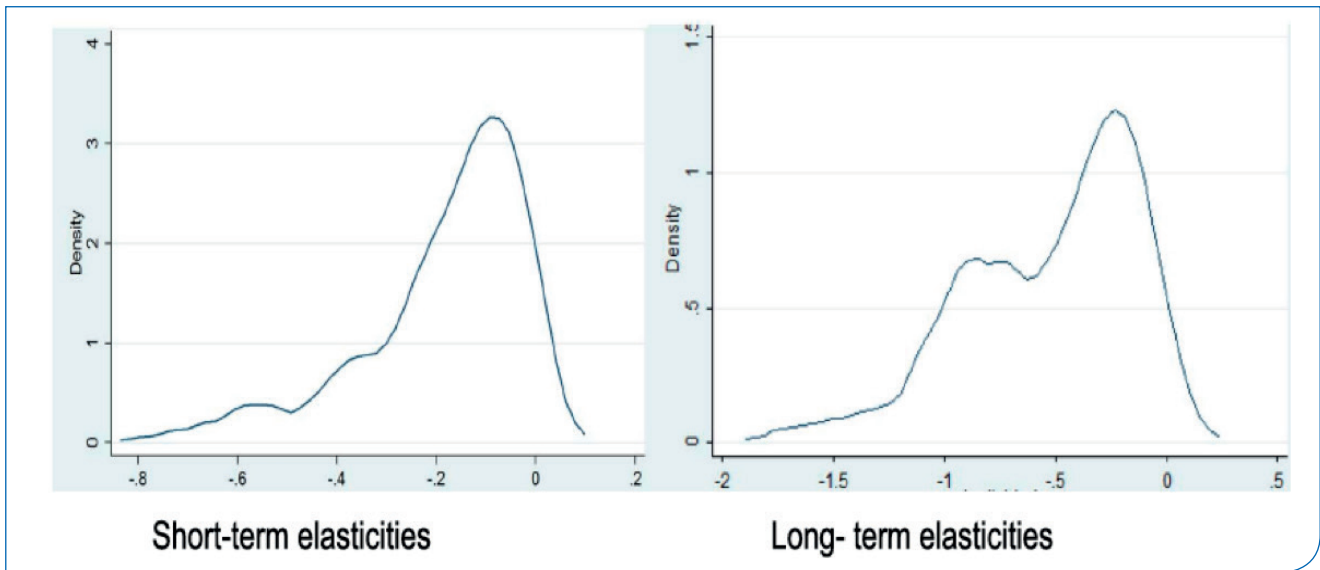
Det er to sentrale lærdommer å trekke fra disse figurene. For det første er det stor variasjon i estimatene. Dette indikerer at en bør være forsiktig med å legge for stor vekt på ett enkelt estimat eller en enkelt studie ved valg av elastisitet. For det andre bekreftes antakelsen om at de langsiktige priselastisitetene er høyere (i absoluttverdi) enn de kortsiktige priselastisitetene.

Siden elastisitetene som regel er basert på historiske data vil de være lite egnet til å anslå virkninger av store teknologiske endringer eller store endringer i absolutte eller relative priser. Priselastisiteter varierer også fra sted til sted og mellom aktører. For å forenkle analysen eller som en følge av mangelfull informasjon vil ofte en elastisitet være beregnet som et gjennomsnitt over ulike aktører. Hvor detaljert oppsplitting som bør gjøres på ulike grupper vil måtte vurderes opp mot hva den enkelte analysen skal brukes til og ressursbruken.

Norske eksempler

Etterspørselsvirkningene av avgiftsendringer er kjernen i vurderinger av hvilke miljøvirkninger avgiftsendringer har, og er også viktig i Finansdepartementets provenyberegninger. Størrelsen på den beregnede

¹⁰Det finnes imidlertid mange eksempler på elastisiteter som anslås på teknologisk grunnlag, som er ekspertbaserte og ikke nødvendigvis basert på historiske data.



Figur 3-1. Fordeling av kortsiktige vs. langsiktige elastisiteter. Kilde: Labandeira, Labeaga, & López-Otero, 2017

etterspørselseffekten vil avhenge av hvilken priselastisitet som benyttes. Finansdepartementet bruker direkte/ isolerte priselastisiteter (og ikke større modeller) i sine provenyberegninger.

Priselastisitetene som benyttes i provenyberegninger fastsettes av Finansdepartementet. Enkelte priselastisiteter beregnes årlig av Statistisk sentralbyrå med utgangspunkt i økonomiske modeller (gjelder blant annet typiske grensehandelsutsatte varer som alkohol, tobakk og alkoholfrie drikkevarer hvor elastisitetene beregnes i KONSUM-G). De øvrige elastisitetene, herunder elastisitetene for energivarer, blir ikke oppdatert på regelmessig basis, men er skjønsmessig fastsatt basert på empiriske undersøkelser gjennomført i Norge og andre land. Tabellen nedenfor viser de priselastisiteter Finansdepartementet benytter ved provenyberegninger

knyttet til avgifter på energivarer. Disse brukes også til å gi anslag på utslippseffekten av avgiftsendringer.

De priselastisitetene Finansdepartementet benytter er kortsiktige priselastisiteter, og skal reflektere tilpasningene første året etter avgiftsendringen. Se kapittel 6.3.1 for eksempler på hvordan elastisitetene er brukt for å gi anslag på utslippseffekter av avgiftsendringer. For å kunne gi anslag på utslippsvirkninger på lang sikt må langsiktige elastisiteter benyttes.

3.2.3. Partielle likevektsmodeller

Partielle likevektsmodeller er som regel detaljerte modeller av bestemte markeder eller en sektor, for eksempel

Tabell 3-2 Priselastisiteter benyttet i provenyberegningene Kilde: Finansdepartementet (2017)

Avgiftstype	Direkte priselastisitet
Veibruksavgift og CO ₂ -avgift på bensin	-0,35
Veibruksavgift og CO ₂ -avgift på autodiesel	-0,20
Grunnavgift/CO ₂ -avgift på mineralolje uten veibruksavgift	-0,35
CO ₂ -avgift på naturgass og LPG	-0,35
Svovelsavgift	-0,35
Avgift på elektrisk kraft	-0,20

energimarkedet, transportsektoren eller jordbruket, mens priser i resten av økonomien er konstante eller uendrede. Delvis likevekt beregnes for eksempel enten ved å minimere systemkostnader eller ved å maksimere konsument- og produsentoverskudd. Alternativt kan en del modeller oppfylle et gitt utslippsmål. Mange partielle likevektsmodeller er imidlertid statiske, dvs. at tilpasninger og kostnader beregnes for ett år. Siden det er mange ulike modeller i denne kategorien er det vanskelig å beskrive denne typen modeller på en enkel, enhetlig og oversiktlig måte.

Generelt kan man si at siden partielle likevektsmodeller representerer deler av økonomien vil mange markeder være eksogent modellert på tilbuds- og/eller etterspørselssiden. Det betyr at en del atferd verken direkte eller indirekte påvirkes av eventuelle endringer i priser. Mange av de partielle modellene har et rikt tilfang av mulige teknologier. Optimeringsmodeller for transportsystemer eller energisystemer inngår typisk i denne kategorien. Priser som gjenspeiler kostnader ved ulike teknologier innenfor den delen av økonomien en ser på vil inngå, men ikke nødvendigvis bestemmes i modellen. Eksempler på slike partielle optimeringsmodeller er MARKAL og TIMES¹¹. Oftest antas etterspørselen etter energitjenester å være gitt i energimodellene, mens måten tjenestene produseres/tilbys på bestemmes i modellen. Når både etterspørsels- og tilbudssiden er endogent modellert, er det vanlig å betegne modellen som en partiell likevektsmodell eller energimarkedsmodell. Et eksempel på en slik modell er LIBEMOD¹².

Transportmodeller er vanligvis estimert på data fra reisevaneundersøkelser, som angir befolkningens reiseatferd. Modellene forsøker å fange opp mange ulike årsaks-/virkningssammenhenger knyttet til reiseaktivitet. De benyttes både til beregning av effekten på transportomfang og transportmiddelfordeling av et enkelt virkemiddel eller pakker av virkemidler, og til mer generelle beregninger av forventet framtidig trafikkutvikling.

Optimeringsmodellene er ofte intertemporale og åpner derfor for interaksjon/påvirkning mellom tidsperioder. Dette gjør slike modeller nyttige for å analysere potensialet for nye teknologier. At modellene er teknologirike gjør at de tar hensyn til at det er mange mulige måter å redusere energikonsumet (og utslipp) på.

Eksempler på norske partielle modeller

Partielle energimodeller

Energimodeller er i mange land viktige i analyser av klimapolitikk siden de fleste land har energisystemer som baserer seg på fossil energi. I Norge er det mindre vanlig å bruke energimodeller til klimaanalyser siden energisystemet på fastlandet i all hovedsak er basert på fornybar energi. Det finnes ulike typer energimodeller, der TIMES er en mye brukt modell i mange land. IEA baserer også mange av sine analyser på slike modeller.

TIMES (The Integrated MARKAL-EFOM System) er en teknologirik energisystemmodell som har vært utviklet i regi av IEA. Den er i bruk i 70 land og anvendes i analyser på globalt, regionalt, nasjonalt og lokalt nivå. Ifølge IEA¹³ optimerer TIMES-modellen det mest kostnadseffektive energisystemet ved bruk av både tekniske og økonomiske variabler og gjennom satte modellbegrensninger. TIMES modellerer hele energisystemet og dynamikken mellom energibærere, teknologier og priser. Behovet for energi i sluttbrukersektorene husholdninger, næringsbygg, landbruk, bygg og anlegg, industri og transport, dekkes opp ved valg av teknologier og energivarer. Oppdelingen i sektorer vil være avhengig av hva man ønsker å studere og tilgangen på data. Hele verdikjeden er inkludert, fra råvarer (vind, vann, sol, bio og andre brensler), til energiproduksjon (strøm, varme), til overføring i strøm og fjernvarmenett, og til bruk av energi hos sluttbrukerne i form av sluttbrukerteknologier som for eksempel panelovner, varmepumper, el-, biokjeler, fossile, elektriske eller hydrogendrevne kjøretøy (innenfor biler, varetransport, kollektivt, luft- og sjøtransport). Siden hele energisektoren er inkludert får modellen også fram begrensninger i ressurstilgang. Dersom det for eksempel blir stor etterspørsel etter bioenergiprodukter fra mange sektorer, vil denne begrensede ressursen bli dyrere i bruk, og en eventuelt øvre begrensning på tilgangen vil bli synlig. Det er også mulig å prissette kostnader fra utslipp av CO₂ eller andre gasser, eller andre miljøkostnader.

Dersom priser på innsatsfaktorene endres på kort sikt, for eksempel som følge av høye strømpriser en vinter, vil modellen respondere ved å substituere sluttbruket mot billigere alternativer. Dersom prisene endres over lengre tid vil modellen respondere med å investere i andre teknologier. Øker CO₂-kostnadene vil teknologivalgene vris mot CO₂-frie alternativer. I takt med utviklingen

¹¹<https://iea-etsap.org/index.php/etsap-tools/model-generators/times>

¹²<https://www.frisch.uio.no/ressurser/LIBEMOD/>

¹³<https://iea-etsap.org/index.php/etsap-tools/model-generators/times>

og behovet til analysemiljøene i de ulike landene har modellen underveis blitt tilpasset til å kunne analysere utfordringene i energi- og kraftmarkedene, og kan derfor analysere en lang rekke problemstillinger knyttet opp mot energisektoren.

I utgangspunktet har modellen "perfect foresight" og har dermed full innsikt i kostnadsutvikling og teknologitilgang over hele analyseperioden. Men den kan også tilpasses på ulike måter for å i større grad simulere mer realistiske beslutningsprosesser hos aktørene. For eksempel kan den kjøres "myopic", som innebærer at investeringsbeslutninger gjøres med kortere investeringshorisont, eller man kan legge inn sektorspesifikke implisitte diskonteringsrater som gjør at modellen reflekterer mer reelle diskonteringer hos ulike sluttbrukere. Man kan dermed gjøre to ulike kjøring. Én som er kostnadsoptimal og som gir det mest optimale energisystemet framover, gitt at en samfunnsplanlegger kan bestemme. Og én som simulerer det man tror blir den faktiske utviklingen. Forskjellene i de to banene kan dermed gi en pekepinn på om, eller hvor, man bør iverksette tiltak for å dreie utviklingen i en mer økonomisk effektiv retning.

Med TIMES studeres optimal utnyttelse av ressurser og teknologier i framtiden og betydningen av økonomisk utvikling på energiproduksjon og energibruk. Modellen kan brukes til å se på hvilke investeringer som må til for å oppnå et reduksjonsmål, og bidra til vurderinger av om en bør gå inn med støtte eller kvoter. Den kan også brukes til å vurdere om tiltak på produksjonssiden eller på forbrukssiden er mest kostnadseffektivt for å bidra til forsyningssikkerhet.

IFE (Institutt for energiteknikk) har utviklet TIMES-Norway. Energisystemet i TIMES-Norway modelleres med grunnlag i energibalansen og måles i fysiske størrelser. Modellen ser på alle deler av økonomien som bruker eller produserer energi; bygg, industri, transport, el- og varmeproduksjon. Energibruken drives av etterspørselen etter energitjenester, som er eksogent gitt. Alle teknologiene er beskrevet ved investerings- og driftskostnader, virkningsgrader, levetider og ved den eksisterende kapasiteten i basisåret (2010). Etterspørselen etter energitjenester til de ulike formålene varierer i de ulike tidsavsnittene i modellen, men tidsprofilene er konstante fra år til år. TIMES-Norway beregner hvilken sammensetning av teknologier som er den optimale for å dekke den gitte energitjenesteetterspørselen. Ulike teknologier har ulik virkningsgrad, noe som innebærer at mengden energi som kreves for samme tjeneste avhenger av valgt teknologi.

LIBEMOD er en numerisk modell for de europeiske energimarkedene som kan benyttes for å studere effekter av økonomiske virkemidler og reguleringer i energi- og klimapolitikken. Den kan også benyttes til å analysere virkninger av mål som utslippstak i kvotepliktig sektor i EU eller nasjonale utslippskrav utenfor kvotepliktig sektor. Disse effektene kan studeres under alternative antakelser om virkemiddelbruk for å nå klimamålene og alternative antakelser om energipolitiske mål som virker sammen med de klimapolitiske målene.

Modellen bygger på økonomisk teori med rasjonelle aktører på tilbuds- og etterspørselssiden og omsetning av varer i kostnadseffektive markeder. Modellen omfatter hele energiverdikjeden fra investeringer, via produksjon og utvinning, til transport og konsum. LIBEMOD omfatter Norge og 29 andre europeiske land, åtte energivarer, inklusive elektrisitet, fossile brensler og bioenergi, samt fire sluttbrukersektorer (i hvert land) som etterspør energivarer.

LIBEMOD har en rik modellering av elektrisitetsmarkedet der elektrisitet kan framstilles i eksisterende eller nybygde verk med ulike teknologier, inklusive fossilbasert kraftproduksjon med eller uten karbonfangst, vannkraft, biokraft, vindkraft og solkraft. For gitte målsettinger og virkemidler, bestemmer modellen kvanta og priser i de europeiske energimarkedene, samt CO₂-utslipp etter land og sektor, for et framtidig år.

Transportmodeller

Generelt om transportmodeller (formål mm.)

Det primære formålet med de norske transportmodellene er å bidra til transportplanlegging. Det finnes flere modeller med ulike formål og ulik grad av kompleksitet. Valg av modell vil avhenge av hvilke spørsmål som ønskes besvart. Resultater fra transportmodellene benyttes også som grunnlag for samfunnsøkonomiske analyser av blant annet tiltak og investeringsprosjekter.

Styrken ved transportmodeller er at de nærmest dekker alle former for transport og ikke bare ser isolert på én transportform. Det gjør at de får fram summen av virkningene regnet over hele transportsektoren. Modellene fanger opp at det er konkurranse mellom transportmidler, reisemål og reiseruter. Gjennom reisefrekvensrelasjonene fanger modellene opp at reising konkurrerer med annen bruk av tid og penger. Hvordan endringer i priser, reisetider og andre kvalitetsfaktorer påvirker atferden langs alle disse konkurranseflatene er utledet gjennom grundig og systematisk empirisk analyse, der data om den norske befolkningens reiseatferd i stor geografisk detalj er forklart ved hjelp av reiseetterspørselsteori (TØI rapport 1321/2014, 2014).

Om transportvirksomhetenes modellsystem

Transportvirksomhetenes modellsystem består av Nasjonal persontransportmodell (NTM6), Regionale persontransportmodeller (RTM) og Nasjonal godstransportmodell (NGM). Modellene brukes både til overordnede analyser, som for eksempel generelle framskrivinger av trafikken og beregning av effekten av store infrastrukturtiltak (for eksempel Motorvegplan, øst-vest-utredning, InterCity jernbane mv.), til mer detaljerte beregninger (for eksempel enkeltprosjekter, KVVU-er, nye kollektivtilbud) og til å se på effekten av større pakker av tiltak (for eksempel Oslonavet og byutredningene som ble gjort for de andre større byene). Transportmodellene brukes blant annet til å lage framskrivinger for person- og godstransport til NTP (Nasjonal transportplan).

Transportmodellene beregner et sannsynlig transportmønster basert på hvor folk bor, hvor arbeidsplassene og andre aktiviteter er lokalisert, og hvordan transporttilbudet og kostnader knyttet til det ser ut. Fra trafikkallene man får ut av modellene kan man deretter beregne klimagassutslipp ved hjelp av eksogent gitte utslippsfaktorer. Dette er måten man har beregnet utslipp på fram til i dag, men nå har Sintef utviklet en ny farts- og energimodul, hvor energibruk (og dermed utslipp) kan beregnes på alle lenker (dvs. delstrekninger) basert på kjøretøyets fart og egenskaper ved lenken (kurvatur, stigning m.m.). Det vil si at utslipp per kjøretøykilometer vil variere fra veilenke til veilenke etter hvor mye energi som kreves for å kjøre på lenken. Dette vil kunne gjøres for ulike typer drivstoff. Denne modulen kjøres etter at den ordinære etterspørselsberegningen er ferdig, og vil kunne gi atskillig sikrere tall for utslipp enn det man har kunnet hittil.

Persontransportmodellene

Modellsystemet for persontransport består av NTM6, som er en modell for innenlands reiser lenger enn 7 mil, og en rekke regionale persontransportmodeller (RTM) som omfatter reiser kortere enn 7 mil. RTM består av 5 regionale modeller, en for hver av Statens vegvesens regioner. Både RTM og NTM6 består av etterspørselsmodeller (hvh. TraMod_By og TraMod_Lang) og nettverksmodeller. RTM benytter alle grunnkretser som soner, noe som innebærer at modellen har ca. 13 500 soner som turer beregnes til å gå mellom. NTM6 benytter en soneinndeling basert på i overkant av 1500 såkalte delområder, som er aggregater av grunnkretser.

NTM6 og RTM er etterspørselsmodeller, dvs. at man i disse modellene kan studere effekter på etterspørselen av tiltak som medfører endringer i faktorer som påvirker folks reisevalg, som for eksempel reisetid, reisekostnader, kollektivruter og andre forhold knyttet til transporttilbudet. Man kan også studere mer langsiktige effekter som følge

av endringer i for eksempel inntektsvekst, befolknings sammensetning og bosettingsmønster i disse modellene (TØI rapport 1554/2017, 2017). Persontransportmodellene er estimert på data fra reisevaneundersøkelsen (RVU).

Nasjonal godsmodell

Det som omtales som Nasjonal godsmodell (NGM) er egentlig et modellsystem bestående av flere modeller. Dette modellsystemet kan deles inn i en etterspørsels- og en tilbudsside. Etterspørselssiden består av et sett matriser for varestrømmer mellom kommuner i Norge og mellom kommuner i Norge og utlandet, og PINGO, som er en modell for framskriving av varestrømsmatriser for analyse av framtidig etterspørsel etter godstransport i Norge. Tilbudssiden er representert ved godsmodellen, som består av en nettverksmodell og en logistikkmodell (TØI rapport 1555/2017, 2017). De ulike modellene bruker ulike data fra flere kilder. NGM modellerer godstransporten for 5 transportformer, 39 varegrupper, 59 kjøretøytyper og ca. 500 soner. Modellen dekker all godstransport innen Norge og mellom Norge og utlandet.

NGM baserer seg på at bedriftenes logistikkostnader minimeres. Den kan beregne effekten av tiltak på fordelingen av godstransporten på de ulike transportmidlene og terminalene, samt transportkostnadene. Resultatene fra NGM blir blant annet brukt i grunnprognosene til NTP, analyser av terminalstruktur og i samfunnsøkonomiske analyser av infrastrukturtiltak, avgiftsendringer m.m. NGM kan beregne effekter både på kort og lang sikt, og på nasjonalt, regionalt og kommunalt nivå. Den kan analysere effekter både for hele godstransporten og for ulike typer gods og transportmidler (Vista Analyse rapport 2016/52, 2016).

BIG-modellen (versjon 5.2)

BIG er først og fremst et regnskapssystem for kjøretøyparken, som kobler kjøretøybestanden ved utløpet av hvert enkelt år og de ulike strømmene inn og ut av bestanden hvert år. Disse strømmene består av nybilsalg, brukimport, brukteksport, vraking og annen avregistrering. Modellen er basert på tilnærmet fullstendige data om alle førstegangsregistrerte nye personbiler i Norge i perioden 2002-2017/2018. De ulike bilmodellvariantene er beskrevet på svært detaljert nivå (TØI rapport 1689/2019, 2019) (TØI rapport 1518/2016, 2016).

Sammensetningen av nybilsalget bestemmer i hvilken retning kjøretøyparken vil utvikle seg. Det spiller også en rolle hvor raskt bilene vrakes eller eksporteres, men dette mønsteret er nokså stabilt. Avgangsratene er i prinsippet fundert på empiri, men for kjøretøy av nyere teknologi, som elbiler, hybrider og hydrogenbiler, finnes det foreløpig ikke empiriske data som kan brukes til å beregne

overlevelsesheter helt fram til 30 års alder. I disse tilfellene har modellutviklerne, med en viss skjønnsmessig justering, kopiert inn overlevelsesheter for tilsvarende tunge bensin- eller dieselmotorer.

Modellen gir anslag på reelle CO₂-utslipp fra trafikk. Det vil si at det er korrigert for avviket mellom laboratoriemålte typegodkjenningstall og utslippet i virkelig trafikk.

3.3. Generelle modeller

Generelle modeller representerer hele (den formelle) økonomien. Slike modeller er særlig utviklet for å studere politiske virkemidler og inngrep som omfatter mange land/ sektorer/aktører. De egner seg også til å se på inngrep hvor andre enn de direkte involverte blir påvirket via økonomiske samspill (gjennom faktormarkeder, substitusjonseffekter, handel, kryssløpseffekter og prisinsidenser), samspill mellom flere virkemidler, og samspill mellom politiske mål som påvirkes av virkemiddelbruken som studeres.

I makroøkonomiske modeller kan flere markeder endogeniseres enn i partielle modeller. Man kan dermed studere effekter på flere deler av økonomien, og man kan få tak i flere indirekte tilbakevirkninger. For eksempel vil priser på innsatsfaktorer og BNP-utvikling ofte være satt utenfra i partielle modeller. De makroøkonomiske modellene fokuserer på å analysere alternativkostnaden (tap av profitt, endringer i velferd eller marginale merkostnader) ved oppfyllelse av ulike utslippsreduksjonsmål. Modellene brukes som regel til å se på endringer i generelle økonomiske virkemidler som avgifter eller kvoter. Samtidig har slike modeller som regel mindre detaljert spesifisering av ulike teknologier, og baserer seg i de fleste tilfeller på historiske sammenhenger blant annet ved anslag på elastisiteter. Det gjør at modellene sjelden er satt opp til å analysere store gjennomgripende samfunnsomstillinger eller teknologiske endringer.

Mange typer av makroøkonomiske modeller brukes for framskrivinger av energibruk og utslipp og for klimapolitiske analyser. Særlig benyttes generelle likevektsmodeller (Computable General Equilibrium – CGE-modeller) til disse formålene. Den andre hovedtypen av makroøkonomiske modeller, makroøkonometriske modeller, blir sjeldnere benyttet i klimasammenheng.

Det kan skyldes at de har for kort tidshorisont for mange klimapolitiske mål og tiltak. De kan imidlertid gi kunnskap om omstillingskostnader (for eksempel arbeidsledighet), konjunkturreffekter og kortsiktige utslippseffekter. E3ME er den mest velkjente klimarelevante makroøkonometriske, globale modellen.¹⁴

3.3.1. Makroøkonometriske modeller

Å si at en makromodell er "økonometrisk" sier bare noe om hvordan den er kvantifisert, ikke noe om mekanismene den er bygget rundt. Det finnes for eksempel en betydelig litteratur om (økonometrisk) estimering av generelle likevektsmodeller. I norsk praksis mener en med "makroøkonometriske" modeller likevel ofte en forholdsvis spesifikk klasse etterspørselsdrevne modeller, der likningene i modellen er estimert på bakgrunn av historiske makrodata og tilbudet tilpasser seg priser og etterspørsel. Modellene er keynesianske i ånd ved at etterspørsel er det som i hovedsak bestemmer størrelsen på økonomien, men noen av disse modellene inneholder også en nyklassisk representasjon av tilbudssiden av økonomien. I disse modellene fungerer likevektsmekanismen gjennom kvantumjusteringer snarere enn prisjusteringer slik som i CGE-modeller. Disse modellene åpner dermed for midlertidig ulikevekt i markedene for varer, arbeid og i handelsbalansen, representert ved avvik fra full kapasitetsutnyttelse (av samfunnets ressurser), arbeidsledighet eller ubalanser i utenrikshandelen.

Dette er modeller som er utviklet for å forklare og forutsi konjunktursvingninger. Modellens utgangspunkt blir kalibrert til nasjonalregnskapsdata, mens likningene i stor grad er estimert på bakgrunn av tidsserier for historiske makrodata og, i økende grad, også tverrsnittsdata der variasjon mellom aktører utnyttes. Enkle, aggregerte modeller kan i prinsippet estimeres simultant for å oppnå konsistens. Disaggregerte modeller estimeres likning for likning, noe som kan være kilde til inkonsistens, men økt detaljgrad vil kunne få fram hvordan klimapolitiske endringer slår forskjellig ut for aktører, for eksempel mellom næringer, foretakstyper eller inntektsgrupper.

Omstillingskostnader oppstår først og fremst som følge av trege eller stive priser. Det innebærer at modellene tar innover seg at kapasitetsutnyttelsen, arbeidsledigheten og driftsbalansen overfor utlandet kan variere og påvirkes av politikk eller andre eksogene skift.

¹⁴<https://www.camecon.com/how/e3me-model/>

Norske eksempler

SSBs KVARTS-modell (og den tidligere MODAG-modellen) er norske eksempler på relativt disaggregerte makroøkonometriske modeller. Likningene har i hovedsak et tidsserieøkonometrisk fundament. MODAG hadde en ettermodell med utslipp og modellen har blitt brukt til klimaanalyser, sist i Nasjonalbudsjettet 2011. Da ble modellen brukt til å anslå omstillingskostnader ved å redusere utslipp i Norge fram mot 2020. KVARTS har ikke en slik ettermodell og kan ikke benyttes til klimapolitiske analyser. Modellen(e) omtales derfor ikke ytterligere.

3.3.2. Generelle likevektsmodeller (CGE-modeller)

Generelle likevektsmodeller simulerer – som navnet antyder – økonomiers langsiktige likevekter. Dette er ikke prognoser, men trender for utviklingen basert på antakelser om likevekts- og budsjettssammenhenger som må gjelde på lang sikt, men ikke nødvendigvis ved noe enkelt tidspunkt. De kalibreres til data i ett historisk år (basisåret). Kildene for kalibreringen vil avhenge av modellens aggregeringsnivå og særlige egenskaper, men som for makroøkonometriske modeller er hovedkilden nasjonalregnskapsdata.

Mange likevektsmodeller som benyttes til framskrivninger av energibruk og klimagassutslipp har en enkel dynamikk hvor periodene er bundet sammen ved at kapitalbeholdningene i en periode (typisk år) bygger på kapitalen fra forrige periode korrigert for kapitalslit og investeringer. Aktørenes beslutninger er ikke framoverskuende, men antas å basere seg på tilstanden i forutgående perioder. Framskrivningene vil typisk legge til grunn vedtatt økonomisk politikk samt hva modellbruker forventer om teknologisk utvikling og faktortilgang framover basert på den historiske trendutviklingen og ev. kunnskap om nye trender. Teknologiske forhold og produksjons- og konsummønstre i basisåret vil imidlertid være med å prege framskrivingen av økonomien så vel som kontrafaktiske analyser. Det samme vil atferdselastisitetene, som vanligvis antas å være gyldige mange tiår framover selv om de i hovedsak er estimert på bakgrunn av historiske data. Siden CGE-modeller ikke er ment for kortsiktige prognoser, legges det mer vekt på at de empiriske studiene bak estimatene har et atferdsteoretisk fundament som likner modellen enn at de fanger opp kortsiktige og situasjonsbestemte variasjoner. Det er blant annet vanlig å låne estimater fra allerede foreliggende studier.

Mer komplisert dynamikk kan også legges til grunn, der aktørene optimerer over hele tidshorisonten og har rasjonelle forventninger om prisutviklingen framover. Slike modeller kan brukes til å analysere energi- og klimateknologisk utvikling som resultat av forskning og læring. Slike vekstmodeller kan ta innover seg at investeringer i forskning har klimautslippseffekter på lang sikt og at innovasjonspolitikken kan rettes inn mot klimavennlige løsninger og samspille med annen klimapolitikk. Mange CGE-modeller er også helt uten dynamikk. De kalibreres til data i ett år og brukes i kontrafaktiske analyser av politikk eller trender (for eksempel produktivitetsvekst). Basisåret er vanligvis et historisk år, men kan også representere en framskriving til et valgt framtidig år, for eksempel 2030.

Globale CGE-modeller kan brukes til å studere globale utslippstrender og regional fordeling av disse, og benyttes for studier av blant annet internasjonale klimaavtaler, kvotemarkedssamarbeid og karbonlekkasjer gjennom internasjonal handel. Nasjonale CGE-modeller er et viktig verktøy for nasjonal planlegging og utredning av klimapolitikk og utslippsmål. Sistnevnte behandler den globale konteksten eksogent, men er ofte mer detaljerte når det gjelder beskrivelsen av energiteknologiske substitusjonsmuligheter, husholdningstyper og/eller konsumsystemet.

Globale databaser med kryssløps-, handels- og utslippstall har blitt etablert og har forenklet kalibreringen av flernasjonale likevektsmodeller.

Mange CGE-modeller tar i dag innover seg teknologirikdom og investeringsmuligheter framover for å redusere utslipp, enten ved at de koples til teknologirike partielle modeller eller ved at de etterlikner slike modeller ved å bygge inn teknologidetajler (se hybridtilnærmingen omtalt nedenfor).

En siste, sentral type generell modell, er Integrated Assessment Models (IAMs). Mange av disse bygger på en generell likevektsmodellkjerne, men har som hovedformål å representere tilbakevirkninger på økonomien av klimaendringer som finner sted som følge av de globale utslippene som blir beregnet. Mens de tidlige IAM-modellene var aggregerte og relativt enkle i sine representasjoner av økonomien, brukes i dag ofte store systemer av partielle modeller, makromodeller og klimamodeller i samspill. Mye av IPCCs scenarioarbeid baserer seg på slike modellsystemer.

3.3.3. Felles kjernetrekk ved de norske likevektsmodellene

I Statistisk sentralbyrå er to modellfamilier utviklet og benyttet i klimasammenheng, MSG og SNOW-modellene. De to modellfamiliene er i sin kjerneoppbygging og empiriske grunnlag temmelig like. Kalibreringen av modellene tar utgangspunkt i et basisårs kryssløpsstruktur, eksisterende politikkvirkemidler, grunnleggende likevekts- og økosirksammenhenger samt utslippsregnskap. Siste basisår for SNOW-modellen er 2013, mens siste recalibrering av en MSG-versjon var med 2009-grunnlag. For å få et bilde av hvordan framtidens økonomi og utslipp vil kunne påvirkes av klimapolitikk, må vi sammenligne scenarier der klimavirkemidler settes inn for å nå målsettingene, med en referansebane.¹⁵ Referansebanen kvantifiseres ved hjelp av parametere for vekst i ressurstilgang (arbeidskraft, naturressurser), offentlig aktivitet og teknologi (total faktorproduktivitet og faktorspesifikke effektivitetsendringer), mens driftsbalanse og offentlig virkemiddelbruk vanligvis holdes uendret. Det er også muligheter for å holde enkelte økonomiske aktiviteter uendret, jf. kapittel 4 om framskrivinger.

Konsumentene er representert ved én gjennomsnittlig konsument. Dens nytte i hver periode avhenger av konsumet av fritid og av materielle konsumgoder. Antall goder velges i kalibreringen. Velferden i økonomien er definert ved den neddiskonterte nytten til den representative konsumenten.

De samfunnsøkonomiske (netto)kostnadene ved virkemiddelbruk (eller andre studerte endringer) vil bli reflektert ved velferdstapet til den representative konsumenten. Det viktigste bidraget ved innføring av klimapolitiske virkemidler vil vanligvis være at aktører som må tilpasse seg virkemidlene påføres kostnader. De vil velge et energiforbruk, produksjonsnivå og konsum som oppleves som mindre gunstig. Når en skal beregne de samfunnsøkonomiske kostnadene ved klimapolitiske virkemidler og tiltak, vil ikke bare slike direkte kostnader for enkeltaktører være viktig, men også hvordan kostnadene overveltes til andre deler av økonomien gjennom kryssløpet og påvirker faktormarkedene. Kort fortalt vil virkemidlene skape priskiler i markedene som gjør at økonomiens ressurser vil brukes på en mindre produktiv måte. Også totaltilgangen på ressursene påvirkes gjennom utslag i arbeidstilbud og investeringer.

Dersom krav om provenynøytralitet fører til endringer i andre vridende skatter og subsidier, vil det også gi bidrag til velferdsendringer, enten positive eller negative. Tilsvarende velferdsbidrag kan også komme ved at virkemiddelbruken samspiller med andre eksisterende priskiler. I modellene er det mange eksisterende politikkrestriksjoner og -inngrep som kan gi slike interaksjonseffekter. Priskiler kan også skyldes markedsimperfeksjoner. Modellene inneholder ikke mange slike, de viktigste unntakene er at MSG6- og MSG-TECH-versjonene inkluderer en viss markeds makt samt eksterne produktivitetseffekter når spekteret av goder øker (love of variety). I Induced Technological Change-modellen (ITC) med forskning og utvikling er det også kunnskapseksternaliteter – se omtale nedenfor. Det er viktig å legge merke til at ingen av modellene tar hensyn til de positive eksternalitetene ved utslippskutt gjennom at produktiviteten eller nytteopplevelsen for konsumentene går opp.

Kostnadsbegrepet i modellen har også andre begrensninger. Den viktigste er at det ikke skiller mellom ulike husholdninger og således bare måler totale velferds kostnader, ikke fordelingseffekter mellom for eksempel ulike inntektsgrupper, regioner eller sektorer. En annen viktig begrensning ved kostnadsbegrepet er at ressurser som blir frigjort ett sted i økonomien, for eksempel i utslippsintensive aktiviteter, antas å komme til nytte i andre deler av økonomien i løpet av kort tid. Selv om det er modellert at noe blir borte på veien, ved at det koster å vri ressursbruken, går prosessene urealistisk glatt og raskt. En måte å tolke dette på er at det finnes gode annenhåndsmarkedene for investeringsvarer og kapital, samt at arbeidsledighet og omskoleringsbehov i liten grad oppstår eller koster lite. Disse antakelsene er med på å undervurdere kostnadene ved tilpasningsendringer. Det er rimelig å tenke på velferds konsekvensene fra modellberegningene som de langsiktige samfunnsøkonomiske kostnadene.

Aggregeringsnivået i produksjonen kan velges. På sitt mest detaljerte har modellene inneholdt 40-50 næringer, og i klimarelaterte studier brukes typisk dette detaljeringsnivået for å få fram forskjeller mellom næringer når det gjelder utslipp og substitusjonsmuligheter som påvirker utslippene. Hver næring er modellert ved én representativ bedrift. Norske bedrifter konkurrerer med utenlandske leverandører, både på hjemmemarkedene og utenlands. Prisene de konkurrerer mot er gitt på verdensmarkedene. For de fleste goder er det rom for ulik prisutvikling på norskproduserte og utenlandske

¹⁵Referansebanen trenger ikke å være den samme som for framskrivinger av utslipp omtalt i kapittel 4. Det er opp til modellbruker og formål med analysen.

varer i hjemmemarkedet (Armington-hypotesen). Det er også rom for at hjemmemarkedsprisene utvikler seg annerledes enn eksportprisene, modellert ved at det koster noe for bedriftene å vri seg mellom hjemme- og eksportmarkedene. Det antas likevekt i alle faktor- og varemarkeder.

Modellenes produksjons- og forbruksaktiviteter er tilknyttet koeffisienter for utslipp til luft, slik de følger av utslippsregnskapet til Statistisk sentralbyrå. De utslippsgenererende aktivitetene inkluderer vareinnsats, energiinnsats, konsumaktiviteter, prosesser og avfallsdeponier. Alle de seks Kyoto-gassene som inngår i Kyoto-avtalen er inkludert i modellene: CO₂ (karbondioksid), CH₄ (metan), N₂O (lystgass) og fluorforbindelsene SF₆, KFK og HFK. Utslippene måles i CO₂-ekvivalenter, dvs. deres CO₂-ekvivalente globale oppvarmingspotensial. I tillegg er seks andre lokale/regionale forurensingsgasser modellert: SO₂ (svoveldioksid), NO_x (nitrogenoksider), CO (kulllos), PM (partikler), NMVOC (flyktige organiske forbindelser unntatt metan) og NH₃ (ammoniakk).

Modellene har mulighet for forholdsvis rike beskrivelser av myndighetenes virkemidler. Økonomiske virkemidler inkluderer differensierte og uniforme avgifter på CO₂ og/eller andre klimagasser, internasjonale, nasjonale eller sektorelle kvotesystemer, samt subsidier. Også tekniske standarder, utslippskrav, sertifikatordninger og karbontoll er eksempler på virkemidler som kan analyseres. Mange politikkvirkemidler er i praksis kombinasjoner av virkemidler. Mange virkemidler tilsvarer for eksempel avgifter øremerket til spesiell støtte, slik som gratiskvoter (lumpsum eller produksjonsbasert støtte), personlige utslippskvoter (lumpsum støtte), klimafond (teknologistøtte) og grønne sertifikater (fornybarstøtte). Modellene ligger godt til rette for studier av provenynøytrale reformer, der man tar hensyn til at politikkvirkemidler enten må finansieres eller tar inn skatteinntekter som kan vri allokeringen av ressurser.

Særtrekk ved ulike MSG- og SNOW-versjoner

Som nevnt finnes modellene i ulike versjoner. Det er særlig to trekk som skiller modellversjonene: a) hvilke antakelser som er gjort om tidsdynamikken og lukkingen av modellen og b) særlige tilpasninger som er gjort for bedre å representere klimarelaterte tiltak og virkemidler.

Tidsdynamikk

I de mest brukte versjonene av MSG og SNOW er ikke atferden til aktørene framoverskuende. Tidsperiodene knyttes sammen ved at investeringer i en periode påvirker kapitalbeholdningen i senere perioder. Der maksimerer konsumentene sin nytte i hver periode, men vurderer

ikke konsummulighetene over tid. Netto sparing følger en regel, typisk en fast andel av inneværende periodes inntekt. Bedriftene maksimerer profitten uten å kjenne eller ta hensyn til framtidige kontantstrømmer. Disse modellene blir mye brukt til framskrivinger av økonomien, der økonomien endres gradvis og periodene (årene) bindes sammen gjennom investeringer – se kapittel 4.

Begge modellfamilier har også intertemporalt dynamiske versjoner, der både bedrifter og husholdninger er rasjonelle og framoverskuende, i den forstand at de kan beregne prisutviklingen framover og optimaliserer over alle perioder. I klimasammenheng er slike modeller særlig nyttige for studier av energi- og klimateknologisk utvikling basert på profittddrevet forskning og utvikling (FoU). I den såkalte ITC (Induced Technological Change)-modellen i SSB er det modellert FoU både innenfor energiteknologier og andre (generiske) teknologier (Bye, Fæhn, Heggedal, Jacobsen, & Strøm, 2008). Intertemporale forskerbedrifter investerer i klimarelevant FoU for å utvikle nye teknologiske løsninger som, dersom det føres utslippspolitik framover, vil kunne oppnå intertemporal lønnsomhet. I disse modellene er det kunnskapseksternaliteter mellom bedrifter, produktivitetseksternaliteter i bruken av nye teknologier, men også negative eksternaliteter som følge av at nyetableringer fortrenger allerede produserende bedrifter.

Klimarelaterte tiltak

MSG- og SNOW-modellene er spesielt tilpasset for å studere energi-, økonomi- og utslippsammenhenger. De er derfor relativt detaljerte i beskrivelsen av energiproduksjon og etterspørsel. I elektrisitetsforsyningen skiller MSG mellom vannkraft, gasskraft, transmisjon og distribusjon. I SNOW er det per i dag kun én aggregert kraftforsyningssektor, men det er relativt enkelt å differensiere ved behov dersom empirisk grunnlag og problemstilling tilsier det. I begge modellene handles det kraft i det europeiske markedet, og det er mulig for modellbruker å bestemme den nasjonale kraftproduksjonen eksogent for å reflektere dagens konsesjonsreguleringer.

På etterspørselssiden bruker husholdningene ulike fossile brenslers, fjernvarme og elektrisitet, i tillegg til transportoljer. Egentransport kan erstattes med kjøpte transporttjenester som er mer eller mindre utslippsintensive. Også i bedriftene er det substitusjonsmuligheter som reduserer klimagassutslipp knyttet til energi- og vareinnsats, mens andre utslipp er knyttet til prosessene og kun kan reduseres ved å kutte i produksjonsnivået.

Både SNOW og MSG har versjoner som tar hensyn til nye transportformer som gir større muligheter for substitusjon enn hva historiske trender og priselastisiteter kan gjenspeile. Kvantifiseringen i modellen må da basere seg

på ekspertvurderinger om framtidige teknologimuligheter og kostnadsutvikling. I SNOW er elbiler og biodrivstoff spesifisert (Rosnes, Bye, & Fæhn, 2019). Den politisk gitte innblandingsgraden av biodrivstoff kan legges inn, og elastisiteten mellom kjøp av elbil og fossildrevne biler er kalibrert basert på tiltaksanalyser (Miljødirektoratet, 2015). Også i modellversjonen MSG-TECH står husholdninger, bedrifter og offentlig sektor overfor muligheten for å redusere sine klimagassutslipp gjennom å investere i nye transportformer. Dette er implementert gjennom å erstatte substitusjonsmulighetene i etterspørselen med marginale teknologirensekostnadskurver som er estimert på bakgrunn av tiltaksanalyser fra Klimakur 2020 (2010); se (Fæhn, Isaksen, & Strøm, 2013) og (Fæhn & Isaksen, 2016)¹⁶. De representerer på en abstrahert form en rekke ulike tiltaksmuligheter, herunder biodrivstoffinnblanding og substitusjon til el-, hybrid- og hydrogenbiler og de privatøkonomiske kostnadene ved disse.

Tilsvarende teknologirensemuligheter er lagt inn i MSG-TECH for reduksjon av prosessutslipp i kraftkrevende industri og i olje- og gassutvinning basert på tiltaksanalysene i Klimakur 2020. I SNOW legges det nå inn lignende, men mer oppdatert, informasjon om ikke-kvotepiktige utslipp blant annet basert på Miljødirektoratets tiltaksanalyser. SNOW har også brukt ekspertvurderinger fra den norske TIMES-modellen om framtidige energieffektiviseringstiltak for å kalibrere substitusjonsmulighetene fram mot 2030 mellom energi og kapitalinvesteringer i husholdningene (Bye, Fæhn, & Rosnes, 2018). Ved å innarbeide slik teknologikunnskap i likevektsmodellene får de integrerte hybridegenskaper.

3.4. Hybridmodeller

Partielle modeller vektlegger detaljer om enkeltsektorer og deres teknologiporteføljer, mens generelle modeller utvider perspektivet til flere sektorer og deres samspill. Ved å kombinere partielle og generelle egenskaper kan man oppnå en rik beskrivelse av så vel økonomiske som teknologiske forhold. Slike hybridtilnæringer bygger som regel på allerede eksisterende modeller, som tilpasses hverandre eller kobles sammen på en konsistent måte. Det kan ofte være tungvint og tidkrevende å identifisere og luke ut inkonsistenser mellom modellene. I tillegg kreves det ofte tett samarbeid mellom faggrupper, siden modellene gjerne springer ut fra ulike fagområder og disponeres innenfor ulike institusjoner.

En myk sammenkopling innebærer en løsere kopling, for eksempel mellom en generell likevektsmodell og en energisystemmodell (som MARKAL). Man utnytter modellenes detaljrikdom på hver sine områder. Først beregnes det optimale energisystemet i MARKAL basert på inndata som bestemmer etterspørsel etter energirelaterte tjenester som mobilitet, oppvarming og produksjon fra en utgangskjøring på CGE-modellen. De teknologiske detaljene "oversettes" så til parametere i den generelle likevektsmodellen, slik at endringer i kostnader, energiintensitet og energisammensetning blir representert. CGE-modellen kjøres på nytt og genererer nye nivåer på energitjenesteetterspørsel som så tas inn i teknologimodellen. Dersom nødvendig, gjentas prosedyren til resultatene fra de to modellene er synkronisert.

I harde tilnæringer integreres økonomi- og teknologi-tilnærmingene fullt ut og kjøres simultant. Dette er en mer krevende modellering, men det er bare behov for å gjøre den en gang. Ofte gjøres det forenklinger i deler av representasjonene. Et eksempel på en tilnærming med hard kopling er IEAs MARKAL-MACRO modellsystem, der interaksjoner og tilbakevirkninger skjer simultant mellom den teknologiske, partielle modellen og den generelle likevektsmodellen. I denne modellen er MACRO-delen av modellen relativt enkel og aggregert. Andre eksempler er SSBs MSG-TECH-modell og utviklingen som skjer i SNOW-modellen, der mekanismer som etterlikner teknologitilpasninger fra partielle tilnæringer, bygges inn. Se kapittel 6.5.1.

3.5. Noen utfordringer ved ulike analyseformer

Alle analyseformer har sine styrker og svakheter som det er viktig å være klar over i bruken av metodene. Analysene bygger på en rekke forutsetninger og vil nødvendigvis være en forenklet framstilling av virkeligheten. Den faglige diskusjonen handler om hva som er best valg av forutsetninger og forenklinger og hvordan sammenhengene tallfestes. Dette vil avhenge av hva analysen skal svare på. Under gjennomgår vi noen generelle momenter fra litteraturen. I hvilken grad de gjelder metodene som brukes i Norge omtales i kapittel 4, 5 og 6, der blant annet eksempler på bruk av metodene omtales mer utfyllende.

Siden analysene som regel er framoverskuende og teknologiutviklingen på energi- og klimafeltet er rask

¹⁶<https://www.ssb.no/natur-og-miljo/artikler-og-publikasjoner/samfunnsokonomiske-kostnader-ved-klimamaal-for-2020>.

og skjer internasjonalt, er usikkerheten stor. De fleste analyser tar utgangspunkt i hvordan sammenhenger mellom størrelser av interesse har vært historisk, gjerne kombinert med betraktninger om hvordan sammenhengene kan forventes eller antas å utvikle seg framover. Analysen blir dermed avhengig av kvaliteten på tallfestingen. Gitt utfordringer med å beregne framtidige kostnader, er det viktig å beskrive forutsetninger og usikkerhet i både de totale kostnadsanslagene og i de enkelte elementene. Sammen med analyser som viser hvor sensitive resultatene er for endringer i forutsetningene bak, kan slik åpenhet bidra til at analysene blir bedre forstått.

Andre felles utfordringer for analysene er hva som skal være referansen (nullalternativet som tiltak og virkemidler skal måles mot), herunder det å forstå hva som allerede ligger inne i en eventuell referansebane. Faren for dobbelttelling av utslippsreduksjoner fordi ulike tiltak og virkemidler påvirker de samme utslippene er også blitt pekt på som en mulig utfordring. Om og i så fall hvordan analysene tar hensyn til andre former for samspill mellom tiltak/virkemidler og økonomien for øvrig blir også framholdt som en mulig utfordring, herunder om og hvordan aktørene responderer på prisendringer hensyntas i analysene. Det skilles videre mellom hvordan tid inngår i analysen, dvs. om den er statisk eller dynamisk (og i så fall om den er bakover- eller framoverskuende). Også hvordan tilleggseffekter (både kostnader og gevinster) blir tatt hensyn til blir diskutert.

Omtalen er forsøkt strukturert etter tema og ikke metode, da mange av styrkene og svakhetene er felles for flere eller alle analyseformene.

3.5.1. Referansealternativ og dobbelttelling

Å lage framskrivinger av utslipp og opptak er nyttig i seg selv for å kunne si noe om en mulig utvikling framover (se kapittel 4). Framskrivinger har imidlertid ofte en like viktig funksjon som referanse/nullalternativ for politikkanalyse – noe som analysene av mål, tiltak og virkemidler sammenlignes med.

For å regne på effekter av tiltak og virkemidler er det behov for å ha et null- eller referansealternativ. En framskriving av dagens politikk og virkemidler kan være et slikt alternativ. I analyser på helt kort sikt kan det holde å ta utgangspunkt i dagens situasjon og sammenligne med endringer fra denne. Det er da viktig å være klar over at dagens sektorsammensetning og teknologier i vesentlig grad vil legge føringer på utviklingen framover.

De fleste modeller kan brukes til å lage framskrivinger av utslipp. For nasjonale utslippsframskrivinger er det en fordel å ha generelle modeller som dekker hele økonomien. Samtidig er generelle modeller til slik bruk relativt grove i aggregeringen, og modellberegningene må da suppleres med mer mikrofunderet informasjon. Dette kan skape utfordringer med inkonsistenser mellom kilder og modeller; se kapittel 4 for en nærmere drøfting.

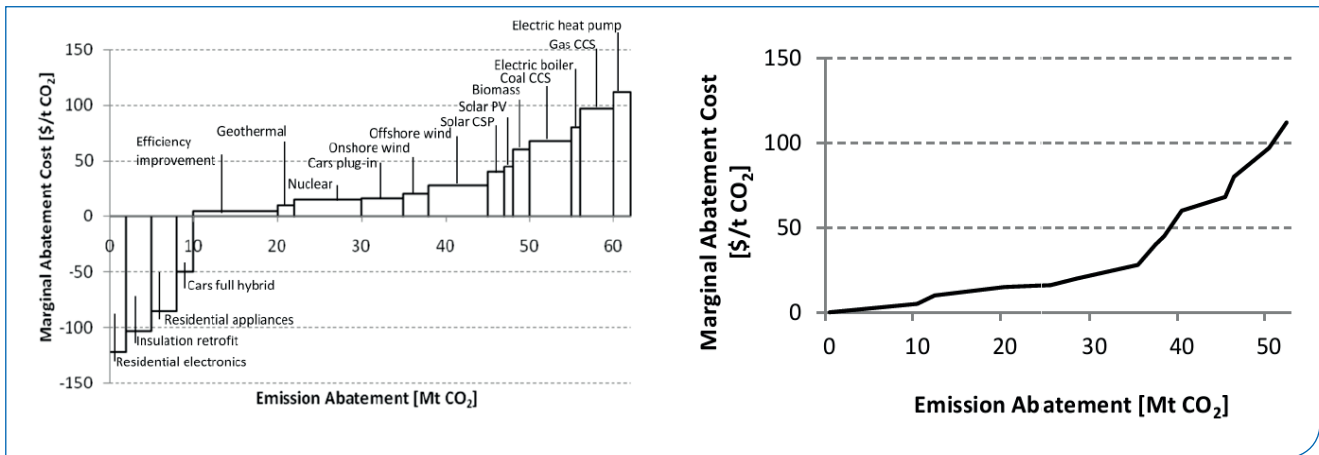
Dersom referansebanen (uendret politikk) er utarbeidet med samme modellverktøy som analysene av alternative forutsetninger (for eksempel innføring av et utslippstak eller høyere CO₂-priser) vil det være konsistens mellom nullalternativet og analysen. Alle endringer vil komme i tillegg til det som følger av en videreføring av dagens politikk og virkemidler. I en slik situasjon vil heller ikke dobbelttelling av utslippsreduksjoner være en utfordring. I hvilken grad modellen er i stand til å analysere pakker eller flere tiltak og virkemidler i sammenheng vil avhenge av hvilke variabler som er spesifisert i modellen.

De partielle analysene anslår bare kostnader og reduksjonspotensialer innen den sektoren de dekker og resultatene fra slike modellberegninger kan ikke nødvendigvis sammenlignes direkte med analyser av andre sektorer. Det gjør det mer utfordrende å sammenstille eller legge sammen resultater fra ulike analyser dersom ønsket er å utvide analysen til å dekke hele økonomien eller pakker av tiltak og virkemidler. Dette trenger imidlertid ikke være et problem ved de partielle analysene dersom hvert tiltak/virkemiddel tar utgangspunkt i samme referansebane. Det er også mulig å unngå dobbelttelling.

3.5.2. Framstilling av resultater/ beregning av kostnader

Selv om de fleste metoder ser på sammenhengen mellom kostnader og utslippsreduksjoner, er det store forskjeller i hvilke effekter metodene fanger opp og hvilken type informasjon de gir om kostnader og utslippseffekter. Figur 3-2 illustrerer hvordan prosjektanalyser, slik som de gjennomført av McKinsey & Company, kan framstille sammenhengen mellom tiltak (kostnader) og reduksjoner av klimagassutslipp (venstre), mens eksempelet til høyre er et typisk resultat fra en modellberegning, uavhengig av om den er partiell eller generell.

Kesicki (2011) peker på at en av fordelene med de prosjektbaserte analysene er at de som regel er lette å forstå. Kostnadene og reduksjonspotensialene kan knyttes direkte til et bestemt tiltak, og utvalget av mulige teknologier er ofte stort, se Figur 3-2 (Kesicki F., 2011).



Figur 3-2. Stilisert eksempel på en grensekostnadskurve (MAC-kurve) basert på prosjektanalysetilnærmingen (venstre) eller modellberegninger (høyre). Kilde: Kesicki F., 2011

Ulempen er at analysen ikke inkluderer kostnader ved virkemidler eller alle tilpasninger i økonomien og samspillseffekter.

Partielle tilnærminger som tiltaksanalyser og sektormodeller er mer teknologirike og svarer således mer konkret på hvilke omstillinger som finner sted i analysen.

Siden likevektsmodeller som regel analyserer generelle virkemidler som for eksempel avgifter, og fokus er på totale utslippseffekter, legges det som regel mindre vekt på å framstille utslippsreduksjonene per sektor eller per teknologi. Det gjør at analyser av sammenhengen mellom utslippsreduksjoner og kostnader med generelle modeller er på et mer abstrakt nivå og ikke gir muligheter for innsikt i hvilke teknologier, produksjonsmåter eller forbruksmønstre som samsvarer med utslippsreduksjonene, og dermed mindre grunnlag for å vurdere resultatene. På grunn av sin aggregerte karakter får ikke generelle modeller eksplisitt fram hvilke teknologier som ligger til grunn for utslippsreduksjonene. Mulighetene for substitusjon mellom innsatsfaktorer, tilhørende kostnader og tekniske karakteristika reflekteres ofte i mindre detalj enn i teknologirike partielle modeller. Det betyr at effektene har mer tolkningsrom – flere tolkninger vil være konsistente med resultatene.

Det er ikke uvanlig i prosjektbaserte analyser at nettokostnadene ved tiltakene som blir vurdert anslås til under null, altså at de har negative samfunnsøkonomiske kostnader, se Figur 3-2 (venstre). Privatøkonomiske kostnader kan likevel være positive. For eksempel kan aktørene stå overfor kostnader knyttet til barrierer/markedsimperfeksjoner eller avgifter og skatter som kommer i tillegg til direkte samfunnsøkonomiske kostnader. Også atferdsmessige avvik fra nyttemaksimering/kostnadsminimering kan medføre at lønnsomme tiltak ikke gjennomføres.

Negative samfunnsøkonomiske kostnader kan også skyldes at faktiske kostnadselementer er blitt utelatt i analysen. I modeller med flere indirekte effekter inkludert, kan negative samfunnsøkonomiske kostnader bli et resultat, selv om privatøkonomiske kostnader er lagt til grunn. Resultatet kan skyldes markedsimperfeksjoner, skatteinteraksjoner, finansieringskostnader e.l. Beregninger av samfunnsøkonomiske kostnader ved utslippsreduksjoner kan veilede om størrelsesorden på kostnadsnivå under en rekke forutsetninger, men vil ikke kunne fortelle hva markedet faktisk vil gjøre.

I partielle og generelle likevektsmodeller vil eksisterende politikk og virkemidler (for eksempel skatter, avgifter og subsidier) og andre priskiler allerede ligge inne i grunnlagsdataene. Det innebærer at eventuelle ikke-prissatte kostnader, markedsimperfeksjoner og virkemiddelsamspill vil bli tatt hensyn til i tilpasningen så langt de er modellert. Vanligvis legger samfunnsøkonomiske beregninger aktørenes egne nyttevurderinger til grunn. Dersom de er rasjonelle, kan det være grunn til å forvente at tiltak med negative privatøkonomiske kostnader blir gjennomført og at de allerede ligger inne i referansebanen, se Figur 3-2 (høyre). Hvis den "rasjonelle" løsningen, dvs. gjennomføre tiltak med negative kostnader, er i strid med aktørenes egne nyttevurderinger, er ikke løsningen nødvendigvis samfunnsøkonomisk lønnsom. Forutsetningen om rasjonelle aktører kan være misvisende, noe som også kan medføre at lønnsomme tiltak ikke gjennomføres.

Velferdsbegrepet er nødvendig for å si noe om samfunnsøkonomiske kostnader. Det er konsistent målt i generelle likevektsmodeller. Økonometriske modeller brukes ikke til å måle samfunnsøkonomiske kostnader, men ser på endringer i makroøkonomiske størrelser som BNP, konsum og arbeidsledighet.

Økonomiske modeller basert på nasjonalregnskap (som generelle likevektsmodeller) representerer vanligvis eksisterende økonomiske virkemidler som skatter, avgifter, subsidier, overføringer. Når slike virkemidler skaper priskiler mellom tilbuds- og etterspørselssiden, vil det bidra til velferdskonsekvenser av klimapolitikk. For eksempel vil økt avgift på avgiftsbelagte aktiviteter bety at en allerede for liten aktivitet i effektivitetsforstand blir enda mindre, og det gir tillegg i samfunnsøkonomisk kostnad. Andre priskiler, som følge av markedsimperfeksjoner, vil også spille med klimapolitikken. Om et marked for eksempel er preget av ufullkommen konkurranse, vil tilbudet allerede være for lavt i effektivitetsforstand, og en avgift vil bidra til lavere aktivitet og dermed til å forsterke de samfunnsøkonomiske kostnadene.

3.5.3. Atferdsrespons

I hvilken grad analysene bygger på atferd som kostnadsminimering eller profittmaksimering, og fanger opp atferdsrespons gjennom endringer i relative priser og tilgang på (ny) teknologi, varierer mellom analyseformene. Prosjektanalysene bygger ikke på antakelser om optimerende aktører, men ser kun på kostnadene ved ulike valg. Prosjektanalysene fanger dermed ikke opp hvordan aktørene vil tilpasse seg endringer i relative priser. Samspillseffekter med resten av økonomien fanges heller ikke opp i slike partielle modeller. Tilbud, etterspørsel og priser bestemmes utenfor analysen. Analysen sier ikke noe om hvorfor eller hvordan valgene oppstår, og kan dermed ha begrensninger som grunnlag for virkemiddelanalyser dersom det er stor heterogenitet i antall aktører som berøres, for eksempel slik som ved generelle endringer i avgifter.

Det er godt dokumentert at økte kostnader, for eksempel som følge av en avgiftsendring, fører til endringer i etterspørselen, som igjen påvirker potensialet for utslippsreduksjoner. I tillegg kan prisendringer føre til såkalte rebound-effekter. Denne effekten går ut på at kostnadsbesparelsen en oppnår ved å ta i bruk mer effektiv teknologi fører til økt bruk av energi eller andre varer eller tjenester. Effektivisering innebærer at man får mer for pengene (for eksempel kan man kjøre lenger på en tank), noe som kan føre til økt bruk av et gode og dermed at den initiale endringen svekkes. De sparte pengene kan alternativt brukes til noe helt annet som i større eller mindre grad også har utslipp. For ikke å overestimere utslippspotensialet av tiltak og virkemidler er det viktig å ta hensyn til rebound-effekter, samt inkludere etterspørselseffekter.

Elastisiteter, partielle likevektsmodeller og generelle modeller fanger i større eller mindre grad opp atferdsendringer/responser.

I partielle likevektsmodeller der etterspørselen etter energi eller andre varer bestemmes eksogent vil valg av mengde være uavhengig av pris. Slike modeller fanger dermed sjelden opp tilbakevirkninger på priser eller eventuelle rebound-effekter. Selv om utvalget av teknologier ofte kan være rikt i partielle analyser, ser metodene ofte bare på muligheten for substitusjon mellom ulike valg gjennom absolutte skift. Det vil si at tilpasningen ikke er jevn (som ved bruk av elastisiteter), men skjer når kostnadene ved valgene når en viss terskel. Zhang et. al. refererer til at dette kan føre til at transaksjonskostnader undervurderes og at analysene også kan være for optimistiske når det gjelder potensialet for teknologisk spredning (Zhang & Folmer, 1998). Kesicki (2011) peker på at mangel på substitusjonselastisiteter kan føre til "penny switching", altså at små endringer i kostnader kan gi store endringer i etterspørsel.

Likevektsmodeller (partielle og generelle) finner alltid (en ny) likevekt og ser dermed bort fra ev. omstillingskostnader. Siden det kan ta tid før (ny) likevekt oppstår brukes modellene helst til analyser av mer langsiktig karakter. Ønsker man å fokusere på tilpasningsperioden og se klimapolitikken i lys av konjunkturforløp i økonomien, vil makroøkonometriske modeller være mer egnet. Datagrunnlaget for økonometriske modeller oppdateres typisk langt mer jevnlig enn langsiktige likevektsmodeller, fordi nye observasjoner fra år til år er meningsfylt input for å si noe om kortsiktige effekter. Styrken til generelle likevektsmodeller over makroøkonometriske modeller er et mer solid mikroteoretisk-økonomisk fundament.

De fleste likevektsmodeller inneholder substitusjonselastisiteter som sier noe om hvordan aktøren tilpasser seg endringer i relative priser. Som regel bygger modellene på optimerende aktører. I generelle likevektsmodeller der offentlig sektor er inkludert kan eventuelle inntekter fra en økt CO₂-avgift resirkuleres. Det er mulig å anslå effekter på sammensetningen av økonomien og på endringer i velferd (eller et annet mål for ressursutnyttelse).

Metoder som bygger på atferdselastisiteter estimert på bakgrunn av historiske data, fanger ikke nødvendigvis opp framtidige mulige nye teknologier eller teknologiskift. I tillegg hentes ofte elastisiteter fra en rekke ulike studier. Uansett valg av elastisiteter, kan de være vanskelig å forsvare, fordi de ikke nødvendigvis bygger på samme definisjoner av variable eller nivå av aggregering. Samtidig er erfaringsgrunnlaget med teknologiske endringer opp gjennom historien rikt. Likevektsmodeller simulerer

trender og likevekter, noe som ikke direkte kan observeres, og de fokuserer på tilstander langt fram i tid, som kan avvike betydelig fra historien. Så lenge man har med relativt stabile, fundamentale sammenhenger å gjøre, er det likevel meningsfylt å estimere atferdsrelasjonene i likevektsmodeller (partielle så vel som generelle) basert på historiske langtidssammenhenger.

Optimeringsmodeller antar at systemer optimeres, men ikke hvordan det i praksis tas beslutninger i alle ledd. Alle modeller som legger til grunn rasjonelle aktører og kostnadseffektiv atferd vil kunne ha mangelfull representasjon av ikke-prissatte markedsimperfeksjoner. Analysene vil blant annet ikke anslå negative kostnader ved utslippsreduksjoner, selv om Gillingham og Stock (2018) peker på at enkelte tiltak/valg kan ha negative og svært lave kostnader, og at å se bort fra disse kan overvurdere kostnadene ved utslippsreduksjoner.

3.5.4. Samspillseffekter

Analyser som bare ser på deler av økonomien, vil ikke fange opp samspillseffekter med resten av økonomien på en god måte. Et eksempel er at når et tiltak er gjennomført/virkemiddel innført, endrer det referansebanen for gjestående mulige utslippsreduksjoner. Et annet eksempel er at ulike tiltak og virkemidler kan påvirke hverandre, enten ved å redusere/øke reduksjonspotensialet eller øke/ redusere kostnadene. Samspillseffekter oppstår ikke bare innad i en sektor, men også på tvers av sektorer. Samme råvare, for eksempel elektrisitet eller biobaserte produkter, kan ikke brukes flere ganger. Dersom etterspørselen øker, vil prisene også øke og tilpasningen vil bli en annen enn den opprinnelige. Internasjonale interaksjoner kan også oppstå. Dersom en region eller land investerer i en utslippsreducerende teknologi, kan dette bidra til å bringe prisen på produktet, og dermed kostnadene, ned. Tilsvarende kan ett lands etterspørsel etter en teknologi begrense andre lands tilgang på samme teknologi og dermed presse opp prisen på utslippsreduksjoner andre steder i verden.

Partielle metoder som kun ser på enkelttiltak eller kun analyserer en sektor vil i liten grad fange opp samspillet mellom sektorer, internasjonale forhold eller andre samfunnsøkonomiske interaksjoner på en god måte. Å ikke ta hensyn til samspillseffekter kan føre til feilaktige anslag på reduksjonspotensialer og/eller kostnader. Dersom tilbuds- eller etterspørselssiden er eksogen fanger heller ikke analysene opp effekter av endringer i relative priser. Analysen må eventuelt resonneres utenfor analyserammeverket. Det finnes imidlertid eksempler

på teknologirike partielle likevektsmodeller som kobles med aggregert modellering av økonomien for øvrig (se omtale av hybridmodeller). Disse kan fange opp aktivitetsendringer og utvider mulighetene for å modellere utslippsreduksjoner. Dersom endringene i hovedsak bare påvirker det markedet eller den sektoren som analyseres er det ikke nødvendigvis så kritikkverdig å se bort fra samspillseffekter.

Samspillseffekter kan også være viktige innenfor en sektor. Et eksempel er virkemidler i transportsektoren. Summering av effekten av enkeltvirkemidler innenfor sektoren kan gi forskjellig resultat fra en analyse av virkemidler samlet.

For å fange opp mest mulig av samspillseffekter i økonomien endogent er en avhengig av generelle modeller. Slike modeller vil kunne fange opp samspillet mellom flere tiltak og virkemidler eller pakker av virkemidler, i tillegg til å fange opp at endringer i relative priser vil kunne endre sammensetningen av økonomien. Dersom modellene er nasjonale vil de imidlertid ikke fange opp eventuelle regionale eller internasjonale interaksjoner, men for et lite land som Norge er det liten grunn til å tro at forholdene i utlandet endres i særlig grad av norsk politikk, og impulser fra utlandet kan behandles som eksogene.

3.5.5. Dynamikk (håndtering av tid)

Tidsaspektet er sentralt for alle klimaanalyser – det settes mål for utslippsreduksjoner over tid, og rask teknologisk utvikling har stor betydning for kostnadene. Hvordan tidsaspektet tas hensyn til i analysene vil variere. Analyser som kun er statiske øyeblikksbilder på et tidspunkt, for eksempel et år, vil ikke fange opp kostnader og reduksjonspotensialer for tidligere år eller hva som skjer etterpå. Kostnadsanslagene gir dermed ikke innsikt i timingen eller hastigheten på investeringer. Tidligere investeringer og dagens politikk påvirker kostnadene ved utslippsreduksjoner og potensialene i tillegg til forventningene om framtidig politikk. Alle metoder eller modeller som ikke minimerer kostnader over tid vil kunne støte på dette problemet.

I den grad metoden ikke er dynamisk direkte bør slik usikkerhet presenteres på annen måte. Et første skritt for å bedre få fram tidsforløp er å presentere akkumulerte utslippsreduksjoner over en bestemt periode i stedet for ett enkelt år (Kesicki & Strachan, 2011). Neste skritt kan være å lage scenarioer eller baner for utslipp, der det framkommer hvordan tiltak/virkemidler (og tilhørende kostnader) implementert i en periode påvirker tilgjengelige tiltak/virkemidler/valg og kostnader i

etterfølgende perioder. Slike baner vil også få fram akkumulerte utslipp over tid. Å presentere ulike tidsforløp for utslippsreduksjoner og kostnader vil gjøre det mulig å vurdere ulike mulige utviklingsbaner opp mot hverandre.

Likevektsmodeller er som regel dynamiske og vil derfor fange opp tilpasninger over tid. Selv om optimeringsmodeller er satt opp til å minimere kostnader eller maksimere nytte, er det sjelden at likevektsmodeller er satt opp til å eksplisitt regne på hvordan totalkostnadene over tid ved for eksempel å nå klimamål kan minimeres. Det vil imidlertid være mulig å regne på kostnader ved ulike scenarioer og sammenligne disse. For å kunne fange opp dynamiske effekter kan det også være relevant at modellene inneholder læringskurver. Det meste av teknologiutviklingen skjer internasjonalt og vil derfor skje utenfor norsk økonomi og norske sektorer. Det vil være viktig å ha kunnskap om slike internasjonale læringseffekter for å gjøre anslag om teknisk framgang i analysene.

3.5.6. Usikkerhet

Selv om det er en fordel at resultatene av en analyse er enkle å forstå og kommunisere, bygger anslagene på kostnader og utslippsreduksjoner som regel på mange forutsetninger som det vil være en fordel at kommer klart fram. Det kan være like viktig å få fram på en systematisk måte hva ulike forutsetninger har å si for anslagene, samt usikkerhet i anslagene, som å anslå forventede kostnader og reduksjonspotensialer. I analyser av klimapolitikk vil faktorer som teknologilæring, energipriser, diskontering og utvikling i etterspørsel være sentrale, spesielt for anslag på kostnader langt fram i tid. Også gjensidig avhengighet og interaksjoner mellom usikkerhetsfaktorer er viktig å identifisere og vurdere. Å legge betydelig vekt på usikkerhet i anslag på kostnader og utslippspotensialer kan gjøre beslutningstakere mer oppmerksom på dem slik at de kan ta hensyn til usikkerheten i sine beslutninger. Det kan være interessant å analysere muligheten for at utslippsreduksjoner som i dag er kostbare kan vise seg å bli økonomisk levedyktige raskere enn lagt til grunn for eksempel i en referansebane.

Det vil være stor usikkerhet ved alle kostnadstall og tilpasninger, og en del av analysen vil bestå i å framstille slik usikkerhet på en systematisk måte. Usikkerheten i ulike variabler vil variere, og det å få fram sannsynligheten for mulige utfall i vurderingene kan bidra til å belyse usikkerhet på en systematisk måte.

En usikkerhetsanalyse vil få fram hvor følsomme eller robuste anslagene på kostnader og utslippseffekter er for

endringer i forutsetninger. Det gjør det mulig å vurdere hvordan usikkerheten kan håndteres. I utgangspunktet bør analysen bygge på forventningsrette estimater, og analyser av usikkerhet bør derfor vurdere variasjon både over og under de forutsetningene som er lagt til grunn. I vurderingen av alternative anslag bør sannsynlighet (for eksempel basert på observasjoner av tidligere variasjoner) for mulige utfall utgjøre en del av analysen.

DFØ-veilederen i samfunnsøkonomisk analyse kan brukes som en generell veileder i hvordan usikkerhet kan analyseres:

1. Beskrive kort alle relevante usikkerhetsfaktorer og gjøre en grov rangering av hvor vesentlige de antas å være for kostnader og utslippseffekter.
2. Regne på hvordan andre forutsetninger slår ut for anslag på kostnader og utslippseffekter (følsomhetsanalyser av de prissatte virkningene). Ikke-prissatte virkninger må vurderes kvalitativt.
3. Vurdere hvordan usikkerheten skal håndteres.

I en følsomhetsanalyse testes ulike usikkerhetsfaktorer én etter én for å se hvordan de slår ut på anslagene for kostnader og utslippsreduksjoner. Dersom beregningene i utgangspunktet er basert på forventningsverdier, kan usikkerhetsanalysen bestå i å vurdere minimums- og maksimumsverdier av ulike variabler. For kritiske variabler kan det mest pessimistiske anslaget og det mest optimistiske anslaget gi et egnet utfallsrom. Begrenset informasjon om usikkerhetsbildet kan tilsi at det benyttes en regelbasert tilnærming. Mer avanserte metoder for å få fram usikkerhet på vil være gjennom scenarioanalyser, der for eksempel virkninger av samme klimapolitikk undersøkes under ulike framtidige rammebetingelser basert på forskjellige framtidfortellinger. Til forskjell fra sensitivitetsanalyser, som typisk varierer én eller noen få parametere, vil scenarioene skille seg fra hverandre i at anslagene på mange parametere og eksogene variabler endres samtidig. Modeller er velegnet til scenario- og sensitivitetsanalyser. Modeller kan også analysere usikkerhet gjennom bruk av probabilistiske eller stokastiske teknikker eller Monte Carlo-simuleringer/analyser. Det vil også være mulig å belyse framtidig usikkerhet ved å undersøke hvordan modellen har truffet historiske perioder, særlig når det gjelder de mer fundamentale parameterne i modellen.

Hvordan usikkerhet bør håndteres vil avhenge av den konkrete problemstillingen og er også en avveining opp mot kapasitet, ressurser og håndterbarhet.

3.6. Bruksområder for analyseformene i virkemiddelutredninger

Så langt i kapitlet har utvalget diskutert ulike analysemetoder og modeller. Forrige kapittel diskuterte virkemidler på klimaområdet. I utformingen av klimapolitikken må disse ses i sammenheng. De ulike tilnærmingene har sine styrker og svakheter, og formålet med analysen vil ha betydning for valg av metode, og hvilke forhold det er viktigst å regne på. Ofte vil det også være behov for å benytte flere ulike metoder for å belyse en problemstilling.

I utformingen av konkrete forslag til mål eller virkemidler kan man fort støte på ulike utfordringer som gjør at det ikke alltid vil være mulig å velge den metoden som er nødvendigvis er den mest egnede. Et eksempel er hvor mye tid man har til å gjøre analysene. Et annet er tilgang på data. Modeller lar seg ikke nødvendigvis enkelt endre, og aggregeringsnivå gjør at de ikke alltid egner seg til analyser av ethvert virkemiddel. De prosjektbaserte analysene begrenser seg ofte til teknologivurderinger og fanger derfor ikke opp alle tilpasninger i økonomien.

Svært forenklet er det mulig å si at prosjektbaserte analyser 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. Økonomiske virkemidler danner en pris på utslipp og skaper dermed insentiver til å redusere utslippene. For å kunne analysere tilpasninger til endringer i priser er det behov for metoder som tar hensyn til slike effekter i beregningene av tiltak og virkemidler. Med et lite antall aktører som eventuelt påvirkes av endret politikk er det imidlertid ikke sikkert at det er nødvendig med en stor likevektsmodell, men at mer prosjektbaserte analyser også kan brukes. For å vurdere effekten av for eksempel en avgiftsendring for en enkelt/noen få aktør(er) vil en prosjektbasert tilnærming eller en partiell modell kunne gi god informasjon.

For å analysere effekten av endringer i økonomiske virkemidler er det viktig å ta hensyn til markedsvridninger som følger av eksisterende subsidier og skatter og eventuelle markedsimperfeksjoner. Økonomiske virkemidler dekker ofte flere sektorer og kan også være fullstendig sektorovergripende. Siden likevektsmodeller tar hensyn til interaksjoner og andre atferdsrespons er de seg til analyser av økonomiske sektorovergripende virkemidler. Den prosjektbaserte tilnærmingen ser på

hvert valg for seg og er dermed ikke like egnet til å ta inn over seg slike effekter. Generelle modeller som dekker hele økonomien vil være i stand til å vurdere effekten av politikken på andre forhold enn bare utslipp, for eksempel sysselsetting, konkurranseevne og økonomiens sammensetning.

Kesicki (2011) diskuterer metoder for virkemiddelanalyser av forskning, utvikling og opptak av teknologi (FoU) og forbud og påbud. Han peker på at teknologirike prosjektbaserte analyser kan bidra til å gi innsikt om de marginale kostnadene ved ulike teknologier og gi en indikasjon på det nødvendige nivået på eventuelle finansielle insentiver (skatterabatter/støtte) eller feed-in-tariffer som må til for opptak av nye teknologier. I tillegg kan prosjektbaserte analyser gi innsikt i potensialet til teknologier og relativ kostnadseffektivitet mellom flere tiltak. Forbud og påbud gir ikke markedet et valg, men legger reguleringen på spesifikke sektorer eller teknologier. Prosjektbaserte analyser kan gi myndighetene informasjon om det maksimale reduksjonspotensialet og kostnadene av direkte regulering gitt at markedsvridninger er løst/taklet. Analysen vil imidlertid ikke fange opp hvordan aktørene tilpasser seg eller mulige rebound-effekter, slik at den faktiske utslippseffekten av tiltaket blir en annen enn den beregnede.

4. Utslippsframskrivninger

4.1. Innledning

Framskrivninger av utslipp og opptak av klimagasser sier noe om en mulig utvikling framover. Å lage framskrivninger kan derfor være et selvstendig formål med en analyse. Framskrivninger har imidlertid også en viktig funksjon som referanse for politikkanalyse – noe som analysene av tiltak og virkemidler sammenlignes med. Dersom utviklingen over tid ikke er viktig for analysen, kan dagens situasjon brukes som referanse. Som regel vil formålet med analysen være å anslå mer langsiktige effekter og da vil en framskriving, for eksempel basert på at virkemidlene ikke endres, være et aktuelt sammenligningsgrunnlag.

Som en del av rapporteringsforpliktelsen under FNs klimakonvensjon utarbeider land (til nå kun industriland) framskrivninger av utslipp og opptak av klimagasser basert på at dagens politikk og virkemidler, både nasjonalt og internasjonalt, videreføres. Framskrivninger gir et bilde av hvordan utslipp og opptak av klimagasser kan utvikle seg gitt disse og andre forutsetninger. De kan blant annet gi informasjon om hvordan partene ligger an i forhold til sine internasjonale forpliktelser. Framskrivninger kan også brukes i arbeidet med fastsettelse av nye mål og forpliktelser, siden det med utgangspunkt i framskrivninger er mulig å gi anslag på kostnadene ved å redusere utslipp og nå eventuelle mål.

Utslipp er nært knyttet til økonomisk aktivitet og framskrivninger av utslipp bør derfor ses i sammenheng med den økonomiske utviklingen forøvrig. Generelle likevektsmodeller som dekker hele økonomien er derfor godt egnet til å framskrive nasjonale utslipp. Samtidig er store modeller gjerne litt grove og modellberegningene suppleres derfor ofte med mer mikrofunderert informasjon. I mange land er energisektoren den mest dominerende kilden til utslipp av klimagasser og framskrivninger av utslipp er derfor ofte basert på partielle analyser med energimarkedsmodeller og energietterspørselsestimeringer.

I Norge er det departementene i samarbeid med aktuelle direktorater som lager de nasjonale framskrivingene

av utslipp til luft.¹⁷ Som omtalt i kapittel 3 brukes det imidlertid flere metoder i analyser av klimapolitikk. Det innebærer at flere analysemiljøer lager framskrivninger, som både sier noe om hvordan de anslår at et område av økonomien vil utvikle seg framover og eventuelle effekter av alternative forutsetninger som for eksempel endringer i politikk (tiltak og virkemidler). Ofte brukes aktuell informasjon som framkommer fra ulike metoder som forutsetninger i andre analyser. For eksempel bygger transportanalysene til NTP på samme aggregerte økonomiske data som utslippsframskrivingene, mens utslippsframskrivingene ser hen til transportmodellenes anslag på vekst i transportarbeidet i sine framskrivninger. Tilsvarende gjelder også for energisektoren. I tillegg brukes informasjon om kostnader ved utslippsreduksjoner, for eksempel fra Miljødirektoratets tiltaksanalyser, i vurderingen av hva det er rimelig å anslå at vil bli gjennomført med dagens politikk.

4.2. Formål med og metoder brukt i framskrivninger av norske utslipp

Utslippsframskrivninger har flere formål. Norge er pålagt å rapportere framskrivninger til internasjonale organisasjoner som FNs klimakonvensjon og Konvensjonen for langtransporterte luftforurensinger (og etter hvert EU). Under disse konvensjonene har Norge påtatt seg forpliktelser om utslippsreduksjoner (gjærne formulert som et utslippsmål/tak). Framskrivninger brukes i arbeidet med fastsettelse av forpliktelsene/mål og er nyttige i vurderingene av hvordan Norge ligger an til å oppfylle sine internasjonale forpliktelser med eksisterende politikk og virkemidler. Framskrivninger kan også brukes som et utgangspunkt for å anslå kostnadene ved å nå ulike mål.¹⁸

Nasjonale framskrivninger av utslipp utarbeides om lag annethvert år og for tiden brukes SSBs generelle likevektsmodell SNOW-NO (som også kan brukes til analyser av klimapolitikk). Norge har lang tradisjon med å bruke slike modeller til framskrivninger av både norsk økonomi og utslipp til luft. Metoden tar hensyn til at utslipp er nært knyttet til økonomisk aktivitet og kobler framskrivninger av norsk økonomi for øvrig med

¹⁷Framskrivninger av utslipp til luft ble sist presentert i Meld. St. 1 (2018-2019) Nasjonalbudsjettet 2019.

¹⁸MSG og SNOW er brukt til analyser av samfunnsøkonomiske kostnader ved utslippsreduksjoner, se kapittel 6.

utslippsutviklingen. Bruken av makromodellen suppleres imidlertid med mer detaljerte beregningsmodeller og metoder, for eksempel for utviklingen i petroleumssektoren, for veitransport, aktiviteten i landbruk, og utslipp fra avfall og fluorgasser.

Makroøkonomiske modeller støtter seg på økonomisk teori, og de økonomiske sammenhengene er som regel tallfestet på grunnlag av observasjoner av den økonomien som studeres. Framskrivinger utarbeides med utgangspunkt i tilgjengelig informasjon på analysetidspunktet og antakelser om utviklingen i sentrale/eksogene forhold som befolkning (herunder tilbud av arbeidskraft), teknologiutvikling, størrelsen på offentlig sektor, timeverksproduktivitet og internasjonale forhold (herunder verdensmarkedspriser for olje, gass og kvoter i EUs kvotesystem). Slike anslag tar ofte utgangspunkt i historiske trender og forsøker å ta innover seg relevant sektor- og teknologiinformasjon om forestående endringer. I tråd med internasjonale retningslinjer legges det i tillegg til grunn at dagens politikk, både nasjonalt og internasjonalt, videreføres uendret.¹⁹ Det innebærer at omfang og satser for CO₂-avgiften og andre avgifter holdes på dagens nivå og at de observerte prisene i EUs kvotesystem for framtidig levering legges til grunn. Satsingen på teknologiutvikling, for eksempel gjennom Enova, videreføres på samme nivå som i utgangssituasjonen. Ved analyser av langsiktige problemstillinger forutsettes det vanligvis også at alle ressurser utnyttes og at det er balanse i utenrikshandelen/regnskapet og i offentlige budsjetter. Framskrivingene angir én mulig utvikling, gitt disse forutsetningene.

Hvordan dagens politikk påvirker utslippene er i utgangspunktet krevende å anslå, og usikkerheten om hvordan politikken virker øker desto lengre utover i tid framskrivingene strekker seg. Det er ikke bare de økonomiske utsiktene og den framtidige utviklingen i befolkningen som er usikre, men også tilgang på lav- og nullutslippsteknologi og kostnadene ved å ta slik teknologi i bruk. De sistnevnte forholdene er av stor betydning for virkningen av klimapolitikken. Både tilgangen på lav- og nullutslippsteknologi og kostnadene ved å ta slik teknologi i bruk bestemmes i hovedsak av utviklingen utenfor Norges grenser. Et beslektet problem er at selve sammensetningen av økonomien framover kan se temmelig annerledes ut i sektor- og varesammensetning enn året som analysen tar utgangspunkt i.

SNOW-NO er en generell likevektsmodell for norsk økonomi, jf. omtale i kapittel 3.3. Datagrunnlaget i

modellen er nasjonalregnskapet og utslippsregnskapet, samt atferdsrelasjoner basert på estimeringer. Modellen gjør det mulig å håndtere og systematisere tilgjengelig informasjon ved at det er relativt få størrelser det er nødvendig å gjøre detaljerte forutsetninger om. Utslippsutviklingen er i samsvar med framskrivinger av norsk økonomi for øvrig. Det gjør at de fanger opp viktige trender som befolkningsutvikling og økonomisk vekst. Siden grunnlaget for modellen er nasjonalregnskapet og utslippsregnskapet gir framskrivingene en helhetlig beskrivelse av tilstand og utvikling i norsk økonomi og utslippene dette resulterer i. Alle ressurser utnyttes. Prisene klareres i markedet og ressursene flyter dit de kaster mest av seg.

Dataene som ligger til grunn for modellen og framskrivingene er relativt aggregerte og det er begrenset hvor detaljert informasjon som kommer ut av analysen. Styrken er at modellen og framskrivingene er koblet tett til norsk økonomi og norske utslipp, en ulempe er at nettopp derfor er det ikke mulig å kunne si noe om alle detaljer. Modellen er imidlertid aggregert og i tillegg relativt lite fleksibel. Det er i utgangspunktet faste forhold mellom mange størrelser. For eksempel vil en prosentvis økning i produksjonen i en sektor gi en like stor prosentvis endring i utslippene. Ved å innarbeide teknologisk framgang/effektivisering mykes denne strenge sammenhengen opp. Substitusjonselastisitetene, som sier hvor mye det relative forbruket av to goder endrer seg når det relative prisforholdet mellom disse to godene endres, er gitt utenfra og som regel beregnet med utgangspunkt i historiske data. Begrensningene ved modellen kan avbøtes ved å kombinere makromodellenes helhetlige, men overordnede beskrivelse, med partielle, men mer detaljerte beskrivelser av forholdene på viktige enkeltområder.

Modellen brukes primært til å utarbeide anslag for utslipp av CO₂ og andre klimagasser fra energibruk og industriprosesser. For å fange opp samspillseffekter innarbeides, så langt det lar seg gjøre, resultatene fra de mer detaljerte beregningsmodellene inn i SNOW gjennom eksogenisering av produksjon (petroleum og landbruk) eller gjennom bruk av effektiviseringsparametere.

Framskrivingene av utslipp fra **olje- og gassproduksjon** er utarbeidet av Oljedirektoratet og bygger på rapportering fra oljeselskapene. Avgrensningen av petroleumsindustrien følger petroleumsskattelovens definisjon. I tillegg er virksomheten ved landanleggene som er knyttet til blant annet videre transport av gass inkludert, slik at

¹⁹Noe tilsvarende uendret standard og dekningsgrad i analyser av bærekraften i offentlig finansiering i de langsiktige makroøkonomiske analysene.

framskrivingene blir i tråd med utslippsregnskapet. Utslipp fra bygge- og installasjonsfase, maritime støttetjenester og helikoptertrafikk inngår i andre næringer.

Med utgangspunkt i Statistisk sentralbyrås modell for å beregne historiske utslipp til luft fra **veitrafikk** har Miljødirektoratet utviklet en framskrivingsmodell. Regnearkmodellen er basert på historiske data fra håndboken for utslippsfaktorer (HBEFA) og anslår utslipp av CO₂, CH₄ og N₂O. Utslippene framskrives ved gjøre forutsetninger om utviklingen i følgende forhold:

- Befolkning. Anslagene er basert på Statistisk sentralbyrås befolkningsframskrivinger.
- Kjørte km per person for ulike kjøretøyklasser. Anslagene tar utgangspunkt i historisk utvikling og bygger ofte på en forlengelse av denne trenden.
- Utslippsfaktorer etter kjøretøyklasse (utslipp per kjørte km for beholdningen av kjøretøy). Anslagene tar utgangspunkt i historisk utvikling og på bakgrunn av vurderinger justeres denne trenden. For lette kjøretøy (personbiler og varebiler) gjøres det i tillegg vurderinger av hvor stor andel av nybilsalget som består av kjøretøy som er elektriske og hybrider.
- Innblanding av biodrivstoff. Anslaget baserer seg på omsetningskrav.
- Faktor som korrigerer for forskjellen mellom totalt salg av drivstoff og bottom-up beregningene av drivstofforbruk. Anslagene tar utgangspunkt i historisk utvikling og bygger ofte på en videreføring av et historisk nivå (år, gjennomsnitt av år, osv.).

For tyngre kjøretøy (busser og lastebiler/trailere) anslås teknologiutviklingen å bli fanget opp i de aggregerte utslippsfaktorene (for hele flåten). For lette kjøretøy gis det anslag på utviklingen i utslippsfaktorer for ulike teknologier (bensin, diesel, plug-in hybrider og nullutslippsbiler). Beholdningen av biler med ulike teknologier er anslått ved bruk av enkle lagermodeller for passasjerbiler og lette varebiler. For eksempel gis det anslag på andelen elbiler av nybilsalget.

På bakgrunn av aktivitetsdata fra NIBIO utarbeider Miljødirektoratet framskrivinger av utslipp fra **jordbruket**. Aktivitetsdata gir anslag på forventet utvikling i dyrebestand, andel kraftfôr, melkeytelse, bruk av mineralgjødsel og antatt utvikling i dyrking av torvmark/myr. Utvikling i antall innbyggere og trender i matforbruket, samt antakelser om landbrukspolitikken nasjonalt, bestemmer aktiviteten. Det er lagt til grunn en viss effektivisering slik at utslipp per produserte enhet

går ned. For beregningene av utslipp (CH₄, N₂O og NH₃) til framskrivinger er det brukt samme metode som for beregning av historiske utslipp.

Utslippsmodellen for framskrivinger av metan fra **avfallsdeponering** bygger på samme metode som utslippsregnskapet. Fra 2009 er det ikke tillatt å deponere våtorganisk avfall. Effekten av forbudet og andre vedtak knyttet til avfallssektoren er innarbeidet i framskrivingen.

For utslipp av **lystgass** og **fluorgasser** fra industri, samt utslipp av fluorgasser for øvrig, supplerer Miljødirektoratet makromodellberegningene med detaljert informasjon på bakgrunn av kjennskap til bransjen.

Se nærmere beskrivelse av metoder i Annex III i Norges 7. nasjonale rapport til FN.²⁰

En utfordring med å bruke store likevektsmodeller til framskrivinger av utslipp er blant annet at den relativt grove aggregeringen av modell og data ikke gir detaljert informasjon om forutsetninger og resultater. At modellen er stor og relativt abstrakt gjør den også lite transparent både når det gjelder modellerte sammenhenger og betydningen av ulike forutsetninger.

Det er også viktig at kalibreringen av framskrivingen tar hensyn til at basisåret langt på vei vil være førende for hvilke aktiviteter som blir dominerende videre framover (i SNOW er dette for tiden 2013). Man skal også nøye vurdere valg av basisår, da kalibreringen av likevektsmodeller vanligvis implisitt legger til grunn at basisåret representerer en økonomi i likevekt. År med store sjokk eller omveltninger i økonomien bør unngås, siden de er dårlig egnet til å representere en slik likevekt. Det er videre et spørsmål hvordan man skal forholde seg til at simuleringer av år som allerede er gått, i større eller mindre grad vil avvike fra statistisk informasjon, siden simuleringene er ment å representere en abstrahert trendutvikling heller enn eksakte konjunktuelle data. Framskrivingene er derfor ikke en prognose, men gir anslag på konsistente trender.

I modellen er det bare én parameter (for hver vare og hver sektor) som fanger opp teknologisk framgang, dvs. både effektivisering, skifte av teknologier osv. Modellen får derfor ikke nødvendigvis fram hva som forutsettes om spesifikke teknologier (det er i så fall en vurdering som ligger bak og som er bakt inn i parameteren for teknologisk framgang).

²⁰http://unfccc.int/files/national_reports/annex_i_natcom/submitted_natcom/application/pdf/529371_norway-nc7-br3-1-nc7_-_br3_-_final.pdf

Som omtalt i kapittel 3 må all analyse av alternativ utvikling i for eksempel utslipp som følge av ny politikk bygge på en referanse/nullalternativ. Siden utslippsframskrivingene forsøker å si noe om hva utviklingen i norske utslipp kan bli ved en videreføring av dagens politikk og virkemidler, er det en målsetting at framskrivingene så langt det lar seg gjøre brukes som referanse/nullalternativ for tiltaksanalyser og andre virkemiddelvurderinger. De kan også brukes som referanse for anslag på klimaeffekten av statsbudsjettet. Så lenge framskrivingene og alternativanalysen er gjort på samme modell vil analysen fange opp alle effekter. Et unntak kan være at modellen ikke fanger opp detaljkunnskap brukt i arbeidet med framskrivinger. Da vil ikke nødvendigvis en modellanalyse av ny politikk fange alle detaljer. Tiltaksanalyser krever imidlertid ofte betydelig mer detaljer enn det som kan leses ut av utslippsframskrivingene. Til bruk i tiltaksanalyser bryter derfor Miljødirektoratet ned framskrivingene på den mest disaggregerte formen av utslippsregnskapet og tolker så godt det lar seg gjøre hva en videreføring av dagens politikk innebærer (av tiltak).

5. Tiltaksanalyser på klimaområdet

Dette kapitlet beskriver metodene som brukes i tiltaksanalyser på klimaområdet i Norge. Med tiltak menes her fysiske tiltak, teknologiløsninger eller andre definerte handlinger som bedrifter, husholdninger, eller statlige og kommunale virksomheter mv. kan gjennomføre for å redusere klimagassutslippene, for eksempel erstatte konvensjonelle kjøretøy med elbiler eller fossilt drivstoff med biodrivstoff. Tiltaksanalysen anvender metoden fra prosjektanalyser for å beregne kostnader og utslippseffekt av et tiltak, gitt at tiltaket gjennomføres i et anslått omfang. Styrker og svakheter ved metoden drøftes underveis i kapitlet. Kapitlet summerer i tillegg opp informasjon om tilsvarende klimatiltaksanalyser i et utvalg andre land.

5.1. Bakgrunn om tiltaksanalyser

Tiltaksanalyser gir anslag på utslippsreduksjoner og kostnader ved mulige fysiske tiltak aktørene i økonomien kan gjennomføre for å redusere utslipp eller øke opptak av klimagasser. Miljødirektoratets tiltaksanalyser er i utgangspunktet *kostnadseffektivitetsanalyser*, hvor kostnader ved tiltaket verdsettes i kroner, mens utslippsreduksjonen inngår som en fysisk størrelse (tonn CO₂-ekvivalenter). Analysene gir detaljert informasjon om de fysiske handlingene og anslag på utslippskonsekvenser målt i CO₂-ekvivalenter og samfunnsøkonomiske kostnader målt i kroner per tonn reduserte CO₂-ekvivalenter. I Norge er det i hovedsak Miljødirektoratet som har gjennomført og vedlikeholdt tiltaksanalyser på klimaområdet. Tiltaksanalysene omfatter både utredninger av enkelttiltak og sammenstillinger av flere tiltak.

Miljødirektoratet har utarbeidet tiltaksanalyser på klimaområdet siden tidlig på 1990-tallet. Den første analysen ble utarbeidet til Norges første klimautredning i 1991. Siden den gang har flere større analyser vært gjennomført. I Boks 5-1 omtales noen av tiltaksanalysene som har vært gjennomført av Miljødirektoratet.

5.2 Bruksområder for tiltaksanalysene

Tiltaksanalysene har som formål å synliggjøre i hvilke sektorer og utslippssegmenter det potensielt er mulig å redusere utslippene, gitt tilgjengelig kunnskap om eksisterende og framtidige utslippsreduserende teknologier. Et viktig grunnlag for identifiseringen er utslippsregnskapet. Framtidige tiltak må defineres fra en

referanse, og utslippsframskrivingene danner grunnlag for å tallfeste denne framtidige referansen.

De analyserte tiltakene kan rangeres etter de beregnede kostnader per enhet utslippsreduksjon, målt i kroner per tonn CO₂-ekvivalenter reduserte utslipp. En tiltaksanalyse gir ikke informasjon eller anbefaling om mulig virkemiddelbruk for å utløse tiltakene, eller rangering av de ulike tiltakene når kostnaden ved eventuell virkemiddelbruk er innregnet (se kapittel 6 for beskrivelse av hvordan tiltaksanalyser er brukt i virkemiddelsammenheng).

Tiltaksanalysene er blant annet brukt til å lage scenarier av hvilke utslippsreduksjoner som kan bidra til å nå klimapolitiske mål, for eksempel hvordan 40 % reduksjon av ikke-kvotepfiktige utslipp i 2030 sammenlignet med 2005 kan nås, jf. Meld St. 41 (2016-2017) *Klimastrategi for 2030 – norsk omstilling i europeisk samarbeid* (Meld. St. 41 (2016–2017), 2017). Tiltaksanalysene er også brukt i rapporteringene etter klimaloven, som underlag i ulike politiske prosesser på klimaområdet og til å sette klimapolitiske mål. Et eksempel på det siste er NTP-målene om elektrifisering av transportsektoren som hadde sitt utspring i *"Klimatiltak og utslippsbaner mot 2030 – Kunnskapsgrunnlag for lavutslippsutvikling"* (Miljødirektoratet, 2015).

Tiltaksanalyser har i tillegg blitt brukt som input for kostnadskurver i numeriske, generelle og partielle modeller. For eksempel er privatøkonomiske kostnader ved tiltak fra Klimakur 2020-arbeidet brukt som grunnlag for å kvantifisere private aktørers marginale rensekostnader ved teknologiomlegginger i veitransport, industri og olje- og gassutvinning i den generelle likevektsmodellen MSG-TECH. Se kapittel 6.5 for nærmere omtale.

BOKS 5-1 Eksempler på tiltaksanalyser utført av Miljødirektoratet

Klimakur2020 - "Tiltak og virkemidler for å nå norske klimamål mot 2020"

I Klimakur2020, som ble publisert i 2010, ble det utredet en rekke tiltak basert på tiltaksanalyser og beskrevet virkemidler som kunne bidra til å nå det nasjonale målet for utslipp av klimagasser i 2020. Klimakur2020 ble gjennomført som et bredt tverrsektorielt samarbeid mellom fem etater: Klima- og forurensningsdirektoratet (nå Miljødirektoratet), Statens vegvesen Vegdirektoratet, Oljedirektoratet, Statistisk sentralbyrå og Norges vassdrags- og energidirektorat. I tillegg bidro en rekke fag- og forskningsmiljøer til utredningene.

I mandatet for arbeidet Klimakur2020 ble det spesifisert et oppdrag om å vurdere mulige tiltak og virkemidler for å oppfylle målet om at norske utslipp av klimagasser skal reduseres med 15 til 17 millioner tonn innen 2020 når skog var inkludert. Det ble lagt til grunn at Norge vil få kreditert opptak av skog med tre millioner tonn. Målet var dermed at utslippene skal reduseres med 12–14 millioner tonn i 2020. Det nasjonale målet var førende for analysene som ble gjennomført.

Klimakur2020 brukte tiltaksanalysene for å vurdere enkelttiltak og enkeltsektorer samt for å sammenstille på tvers av alle sektorer. Totalt ble det utredet 160 ulike tiltak innen transport, olje- og gassproduksjon, industri, bygg- og fjernvarmesektoren, jordbruk og skogbruk, avfall og bruk av fluorerte gasser i produkter. I sektoranalysene er det utredet tiltak med et anslått totalt potensial for utslippsreduksjoner som tilsvarer 22 millioner tonn CO₂. De beregnede tiltakskostnadene varierte fra samfunnsøkonomisk lønnsomme tiltak til nesten 4000 kroner per tonn CO₂. En sammenstilling av de sektorvise tiltakene indikerte at det var mulig å oppnå en utslippsreduksjon på 12 millioner tonn CO₂-ekvivalenter innen 2020 ved å gjennomføre alle tiltak med kostnader opp til omkring 1100 kroner per tonn; se også kapittel 6.5.2.

Klimakur2020 ble brukt i regjeringens arbeid med Meld. St. 21 (2011 – 2012) Norsk klimapolitikk for å synliggjøre potensialet for utslippsreduksjoner og kostnadene ved disse fram mot 2020.²¹

Lavutslippsutredningene fra 2014 og 2015

Miljødirektoratet utredet i 2014 og 2015, etter oppdrag fra Klima- og miljødepartementet, potensialet for reduksjoner i nasjonale klimagassutslipp fram mot 2030 og 2050. Tre rapporter ble levert fra Miljødirektoratet til Klima- og miljødepartementet i 2014 og 2015: "Faglig grunnlag for videreutvikling av den nasjonale og internasjonale klimapolitikken" (Miljødirektoratet, 2014), "Kunnskapsgrunnlag for lavutslippsutvikling" (Miljødirektoratet, 2014) og "Klimatiltak og utslippsbaner mot 2030 – Kunnskapsgrunnlag for lavutslippsutvikling" (Miljødirektoratet, 2015).

I rapporten "Klimatiltak og utslippsbaner mot 2030 – Kunnskapsgrunnlag for lavutslippsutvikling" (Miljødirektoratet, 2015) ble det presentert tre ulike tiltakspakker som illustrerte mulige kombinasjoner av utslippsreducerende tiltak. Resultatet av tiltakspakkene ble presentert som tre ulike utslippsbaner fram mot 2030 for nasjonale utslipp – se Figur 5-1.

Tiltakspakke 1 inneholdt tiltak med antatt tiltakskostnad under 500 kroner per tonn CO₂-ekvivalent og som var vurdert å være i gjennomføringskategori "mindre krevende" å gjennomføre. I tillegg ble det lagt til grunn at politiske mål og tiltak som allerede var vedtatt, men som ennå ikke var inkludert i referansebanen på det tidspunktet, ville bli gjennomført i tiltakspakke 1.

Tiltakspakke 2 inneholdt også tiltak med antatt tiltakskostnad opp til 1500 kroner per tonn CO₂-ekvivalent og som var vurdert som "mindre eller middels krevende" å gjennomføre.

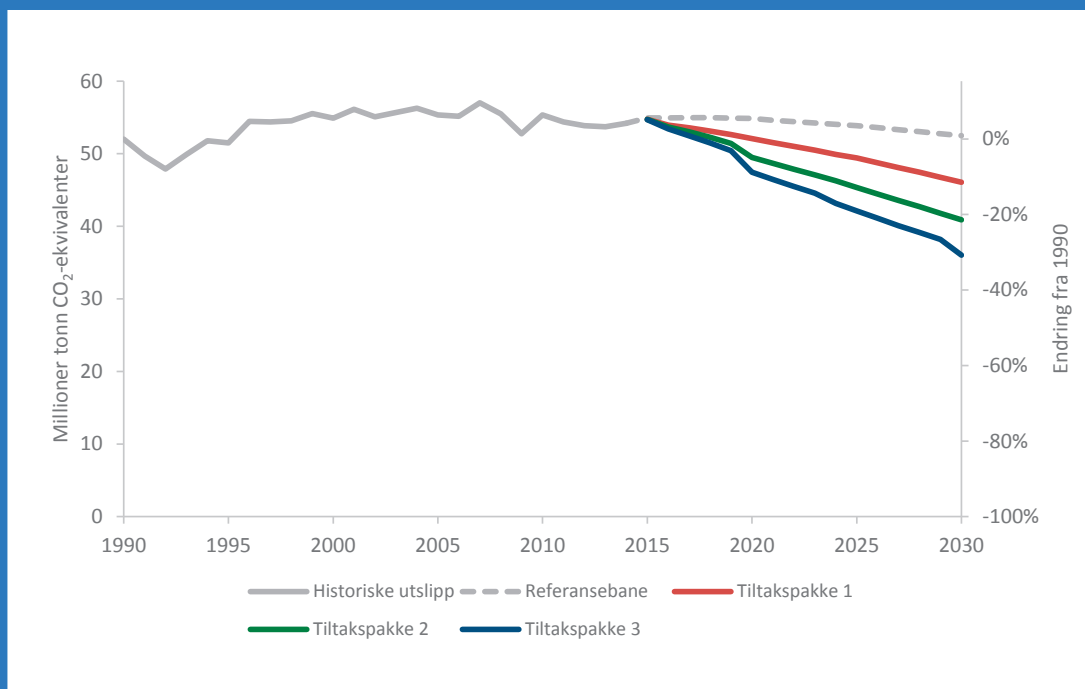
Tiltakspakke 3 inkluderte alle kvantifiserte tiltak - også dem som var antatt å ha en tiltakskostnad på over 1500 kroner per tonn CO₂-ekvivalent og var vurdert som "mer krevende" å gjennomføre.

I sammensetningen av enkelttiltak til tiltakspakker, ble det korrigert for "overlapp" mellom tiltak (for eksempel blir utslippsreduksjonen knyttet til overgang til el- og hydrogenkjøretøy mindre dersom man samtidig innfører tiltak som reduserer antall kjørte personkilometer).

I tillegg ble det gitt egne presentasjoner av utslippsbanene for utslipp som er omfattet av EUs kvotesystem og for utslipp som ikke er omfattet

²¹<https://www.stortinget.no/no/Saker-og-publikasjoner/Vedtak/Vedtak/Sak/?p=52754>

Figur 5-1
Utslippsbaner
mot 2030
 Kilde:
 Miljødirektoratet



av kvotesystemet. Videre laget Miljødirektoratet tiltaksbeskrivelser for hvert av enkelttiltakene som utredningen besto av. Tiltaksbeskrivelsene var ment som et oppslagsverk og gir en kortfattet beskrivelse av tiltaket, potensial for utslippsreduksjon i 2030, samt vurdering av mulig innfasing, tiltakskostnad og gjennomførbarhet.

Eksempel på analyser av enkelttiltak: Tiltakskostnader for elbil – Samfunnsøkonomiske kostnader ved innfasing av elbiler i personbilparken

Miljødirektoratet publiserte i 2016 M-620 "Tiltakskostnader for elbil - Samfunnsøkonomiske kostnader ved innfasing av elbiler i personbilparken" (Miljødirektoratet 2016). Her så Miljødirektoratet nærmere på hvordan produksjonskostnadene og egenskapene til batterielektriske biler (heretter kalt elbiler) hadde utviklet seg de siste årene og vurderte videre utvikling fram mot 2030. Antakelser om utviklingen i kostnader ble kombinert med fire ulike tiltak, som forutsatte at elbiler fases inn i ulike tempoer mot 2030, for å så kunne beregne en tiltakskostnad (kroner per tonn CO₂-ekvivalenter redusert). Formålet med analysen var å belyse kostnader ved innfasing av elbiler som bidrag til å oppfylle Norges klimaforpliktelse mot 2030.

For å finne merkostnaden ved å bytte ut bensin- og dieselmotorer med elbiler ble det valgt ut noen representative biler for sammenligning, basert på

to forskjellige bilklasser (større og mindre biler). For de mindre bilene ble det tatt utgangspunkt i en sammenligning av e-Golf med en vanlig golf. For de større bilene ble det tatt utgangspunkt i en sammenligning av de tre Teslamodellene som var tilgjengelig i markedet på det tidspunktet analysen ble gjennomført, og sammenlignet med gjennomsnittlige større bensin- og dieselmotorer. Innfasingen i de ulike bilklassene var eksogen gitt i analysen. Den metodiske tilnærmingen følger forøvrig metoden beskrevet i kapittel 5.3.1.

Det ble understreket at analysen var utarbeidet for å belyse samfunnsøkonomiske kostnader ved innfasing av elbiler, og at det ikke ble gjort noe forsøk på å avdekke den privatøkonomiske eller bedriftsøkonomiske kostnaden knyttet til elbiler. Et slikt regnestykke ville vært avhengig av, blant annet, hvilke incentivordninger som finnes til enhver tid. Analysen omfattet heller ikke virkemiddelvurderinger og det ble ikke gitt noen anbefalinger til hvordan avgifter og andre insentiver burde innrettes i framtiden. Valg av virkemidler vil i seg selv påvirke de samfunnsøkonomiske kostnadene.

Tiltaksanalyse gjort i forbindelse med forhandlinger om en miljøavtale med CO₂-fond: Modellering av kostnader og potensial for utslippsreduksjoner (M-1047)

Klima- og miljødepartementet ga i 2017 Miljødirektoratet i oppdrag å innhente og presentere informasjon om kostnader ved utslippsreduksjoner i de ulike

segmentene som var relevante for et CO₂-fond for næringstransport. I oppdraget ble Miljødirektoratet bedt om å peke på mulige tiltak med tilhørende potensial for utslippsreduksjoner og kostnader ved utslippsreduksjoner innenfor de ulike transportsegmentene. I henhold til oppdraget skulle beregningene hovedsakelig ta utgangspunkt i bedriftsøkonomiske kostnader, men der det var hensiktsmessig skulle det også innhentes informasjon om samfunnsøkonomiske nytteeffekter og kostnader (helsegevinster, infrastruktur etc).

På bakgrunn av dette oppdraget utarbeidet Miljødirektoratet rapporten M-1047 "Miljøavtale med CO₂-fond: Modellering av kostnader og potensial for utslippsreduksjoner" (Miljødirektoratet, 2018). I rapporten vurderes tiltak i næringstransport i følgende segmenter: Varebiler, lastebiler og busser. Kjøretøyene i analysen var antatt å være generiske "tiltakskjøretøy" som er ment å representere hele transportsegmenter, for eksempel segmentet tyngre varebiler eller segmentet bybusser. Merkostnadene ved "tiltakskjøretøyet" ble sammenlignet med et "referansekjøretøy". Et eksempel på et antatt referansekjøretøy kunne være en varebil med dieselmotor og et gitt sett med karakteristika som vekt, lastekapasitet, innkjøpskostnad og driftskostnader, mens tiltakskjøretøyet var antatt å være en elektrisk varebil med egenskaper som gjør at den i størst mulig grad kan erstatte referansekjøretøyet.

Tilnærmingen bygger på en klassisk tiltaksanalyse, men hvor den privatøkonomiske merkostnaden beregnes i tillegg til den samfunnsøkonomiske merkostnaden for de ulike segmentene. Hensikten er å anslå nivået på økonomisk støtte fram mot 2030 som kunne utløse tiltakene. Den metodiske tilnærmingen for beregning av den samfunnsøkonomiske kostnaden følger den som er beskrevet i kapittel 5.3.1 Metoden for beregning av den privatøkonomiske merkostnaden ble gjort etter beskrivelsen i Boks 5-3. Støttenivået ble satt lik de beregnede privatøkonomiske merkostnadene ved tiltaket, basert på en nåverdiberegning. Samlet årlig støttebehov for de ulike segmentene ble beregnet ved å multiplisere beregnet støttebehov per tiltakskjøretøy med en antatt innfasing (antall elektriske kjøretøy som selges i et gitt år som var eksogent antatt i analysen). Fordi usikkerheten omkring framtidige kjøretøykostnader er stor ble det også gjort scenariokjøringer.

5.3. Metodisk tilnærming

5.3.1 Metode for å beregne utslippsreduksjoner og kostnader ved tiltak

I dette avsnittet beskrives metoden som er benyttet for å utarbeide tiltaksanalyser. Omtalen bygger på et eget notat fra Miljødirektoratet som redegjør for den metodiske tilnærmingen som benyttes i tiltaksanalysene (Miljødirektoratet, 2019), heretter kalt *metodenotatet*. Overordnet bygger metoden på Finansdepartementets rundskriv R-109/2014 (Finansdepartementet, 2014) og veileder i samfunnsøkonomiske analyser fra Direktoratet for økonomistyring (DFØ, 2018). Miljødirektoratet dokumenterer tiltakene i egne faktaark (heretter kalt "tiltaksark"), som beskriver viktige kilder og forutsetninger. I tillegg dokumenteres en del tiltak i egne rapporter som gir mer detaljerte beskrivelser av forutsetninger som er lagt til grunn.²²

5.3.1.1 Referansebane for utslipp av klimagasser

Samlet utslippseffekt av alle tiltak beregnes ut fra en referansebane/nullalternativ. Referansebanen bygger på utslippsframskrivingene som regjeringen legger fram i perspektivmeldingen eller nasjonalbudsjettet. Det at tiltaksanalysene tallfester endring i utslipp med utgangspunkt i referansebanen, sikrer at utslippsreduksjoner ikke dobbelttelles (ikke innregnes både i tiltaket og i referansebanen).

Framskrivningene lages av Finansdepartementet, i samarbeid med andre departementer og underliggende etater. Siste oppdatering av framskrivingene ble gjort til Nasjonalbudsjettet 2019. I tråd med internasjonale retningslinjer gir framskrivingene et anslag for hvordan klimagassutslippene kan utvikle seg dersom politikken som gjelder når framskrivingene lages, blir videreført. Politiske mål og føringer eller virkemidler som ikke er ferdig utredet og iverksatt i form av forskrift, avgiftsvedtak eller avtaler mv., er således ikke innarbeidet i framskrivingene.

Framskrivningene fra Finansdepartementet dekker klimagassene CO₂, CH₄, N₂O, SF₆, PFK og HFK, samt de langtransporterte luftforurensingene NO_x, SO₂, NMVOC og NH₃. Med utgangspunkt i disse framskrivingene, lager

²²Det vises til de enkelte rapportene for mer detaljert beskrivelse av analysene og omtale av de enkelte tiltakene.

Miljødirektoratet også framskrivninger for partikler, svart karbon (BC), organisk karbon (OC) og CO. For å kunne bruke framskrivningene i tiltaksanalyser konverteres utslippsframskrivningen fra økonomiske sektorer til tekniske utslippskilder, slik at de samsvarer med sektorinndelingene i utslippsregnskapet, jf. kapittel 2.1.

Det er normal rutine at tiltakene oppdateres/justeres når ny framskrivning publiseres. Dette bidrar til at tiltaksanalysene er i tråd med enhver tids siste gjeldende framskrivning, og at effekten av tiltakene vil regnes utover det som er inkludert i framskrivningene. Det vises til kapittel 4 for nærmere beskrivelse av framskrivningene.

5.3.1.2. Beregning av utslippsreduksjoner

Utslippsreduksjonene som følge av tiltak beregnes som differansen mellom utslipp i referansebanen og resterende utslipp etter gjennomført tiltak. Det blir anslått hvor mye et tiltak reduserer utslipp hvert år gjennom tiltakets levetid, det vil si den perioden tiltaket er forventet å være "i bruk" eller ha utslippseffekt.

Beregningen av utslippseffekten av et tiltak tar ofte utgangspunkt i to representative alternativer, et referansealternativ (for eksempel et representativt fossilt kjøretøy) og et tiltaksalternativ (for eksempel en representativ elbil). Utslippsreduksjonen beregnes som differansen i utslipp mellom referansealternativet og tiltaksalternativet. I eksempelet om elbiler, vil den årlige utslippsreduksjonen ved tiltaket være lik antatt utslipp fra det fossile kjøretøyet multiplisert med antall nye elbiler det året som følge av tiltaket, siden elkjøretøyet er antatt å ikke gi utslipp av klimagasser. Ønskes samlet utslippseffekt av tiltaket over tiltakets levetid, summeres utslippseffekten for alle enkeltår i tiltakets levetid.

Et slikt elbiltiltak er et eksempel på et såkalt "samletiltak", i den forstand at det inneholder mange mindre tiltak, nemlig en rekke ulike elbilmodeller som kjøpes over mange år av ulike aktører. Tiltaket representerer gjennomsnittlig utslippsreduksjon over de ulike kjøretøysegmentene. Andre tiltak omfatter kun én aktør, og én teknologi for tiltaket som gjennomføres. Et eksempel her er tiltaket økt andel trekull i silisiumkarbidindustrien, som ser på reduksjonspotensialet i én bedrift (silisiumkarbid produseres i dag ved Saint Gobain Lillesand). For slike tiltak som tar utgangspunkt i ett punktutslipp, blir potentialet for utslippsreduksjoner og kostnader ofte utredet basert på informasjon fra den aktuelle bedriften, relevante bransjeforeninger eller andre eksperter på teknologiske muligheter.

I tillegg til beregning av reduksjoner for alle klimagasser omregnet i CO₂-ekvivalenter, beregnes reduksjonspotensial for andre utslippskomponenter som partikler og NO_x, som verdsettes som eksterne virkninger av tiltaket.

At analysene er tett koblet opp mot utslippsregnskapet og utslippsframskrivningene, er en av de fremste styrkene ved tiltaksanalysene. Det legges et stort arbeid i å skille hvilke utslippseffekter som allerede ligger i en referansebane fra det som bør inngå i et gitt tiltak. Som pekt på i kapittel 4, utarbeides utslippsframskrivningene på en langt mer overordnet måte, uten samme detaljeringsnivå etter ulike teknologier som i tiltaksanalysene. Dette er en utfordring, og i tilfeller der det er usikkerhet om hva som er inkludert i referansebanen, vil også utslippseffekten av tiltaket bli mer usikker.

Tiltaksanalysene kan gi til dels detaljert informasjon om definerte utslippsreducerende tiltak innenfor spesifikke sektorer og utslippssegmenter. Analysene kan bidra med kunnskap om eksisterende og framtidige utslippsreducerende løsninger og teknologier til beslutningstakere, stimulere til meningsutveksling med eksterne sektor- og teknologiekspertene samt enkelt oppfattes og formidles.

Analyser som er et statisk øyeblikksbilde på et tidspunkt, vanligvis et år, fanger ikke opp intertemporale forhold. Som omtalt i kapittel 3.3, er en begrensning ved slike analyser at reduksjonspotensialer (og kostnader) for tidligere år, eller hva som skjer etterpå, ikke vil framkomme. En måte å håndtere tidsforløp på er å presentere akkumulerte utslippsreduksjoner over en bestemt periode i stedet for ett enkelt år, slik det er gjort i mange av de norske tiltaksanalysene. Problemstillinger rundt tidshorisonen for analysene diskuteres nærmere i kapittel 5.3.2.

5.3.1.3. Beregning av kostnader og besparelser ved tiltaket

I tiltaksanalysene anslås de samfunnsøkonomiske kostnadene ved tiltaket, det vil si summen av kostnader, besparelser og andre prissatte effekter for samfunnet som helhet. Det er i utgangspunktet ingenting i veien for at dette nettokostnadsbegrepet kan bli negativt, dvs. at samfunnet alt i alt anslås å få nytte utover selve klimautslippsreduksjonen.

Det er merkostnaden og mernytten (besparelsen) ved tiltaket som beregnes i analysene. For eksempel, ved beregning av kostnaden av økt innfasing av elbiler, er merinvesteringskostnaden beregnet som prisdifferansen (før skatter og avgifter) mellom en elbil og en vanlig bensin- eller diesebil. Merkostnader og besparelser estimeres for

hvert år over den fastsatte analyseperioden. Kostnad og nytte som allerede er tatt med i referansebanen inngår ikke i beregningene av effekten av tiltaket.

Følgende merkostnader og merbesparelser blir forsøkt estimert i tiltaksanalyser:

- **Investerings- og anskaffelseskostnader** omfatter merkostnader til fysiske innsatsfaktorer som er nødvendige for å igangsette og gjennomføre et tiltak. Dette er som regel engangskostnader som påløper i en tidlig fase av tiltaket. Eksempler på investeringskostnader er innkjøp av nullutslippskjøretøy eller investeringer i nødvendig renseteknologi for industribedrifter. Forutsetninger om hvordan slike kostnader utvikler seg over tid er viktig for beregningene.
- **Driftskostnader er merkostnader til drift og vedlikehold** som påløper gjennom hele analyseperioden, samt mindre reinvesteringer for å opprettholde ytelse. Dette inkluderer blant annet kostnader eller besparelser knyttet til energibruk, drivstoffbruk, kostnader ved levering/transport, reparasjoner og vedlikehold av utstyr. Energikostnader/-besparelser vil ofte være den dominerende komponenten, og her er forutsetninger som framtidige energipriser viktige for beregningen.
- **Eksterne virkninger, herunder helseeffekter.** Eksterne virkninger er fordeler eller ulemper for andre enn de som produserer eller forbruker et gode eller en tjeneste, og som ikke reflekteres i markedsprisene. Et eksempel på en negativ ekstern virkning er lokal luftforurensning (NO_x og partikler) fra industriproduksjon eller fra bilkjøring. Helseeffekter av klimatilak bør prissettes i analysen der dette er mulig. Her benyttes verdsettelsesfaktorer for NO_x og partikler fra Statens Vegvesens Håndbok V712 (Statens Vegvesen, 2018).

Det kan være kostnader forbundet med tiltaket som det ikke er hensiktsmessig, eller det ikke lar seg gjøre, å kvantifisere. Ikke-prissette private kostnader tas normalt ikke med (for eksempel kostnadene ved å rydde et loft, vente på håndverkere eller søkekostnader/kostnader ved informasjonsinnhenting (implementeringsbarrierer)). Andre eksempler på effekter som ofte ikke verdsettes er effekter på naturmangfold og arealendringer.

Kostnader knyttet til ulemper som brukeren møter, kan også være krevende å verdsette. Eksempler på dette er ulempekostnader som kan oppstå dersom en forbruker ved å gjennomføre tiltaket går over til å bruke et såkalt imperfekt substitutt – et erstatningsprodukt - som ikke

har nøyaktig de samme kvalitetene for konsumenten som det opprinnelige produktet har. Elbiler med kort rekkevidde, sykling og kollektivt istedenfor bil, eller vegetabilsk kost til erstatning for å spise kjøttprodukter, er eksempler på tiltak hvor denne typen ulempekostnader kan oppstå. I enkelte analyser (herunder CO₂-fondsrapporten (Miljødirektoratet 2018)) er det gjort en kvalitativ vurdering av mulige atferdsmessige barrierer som kan vanskeliggjøre gjennomføringen av et tiltak. Også i andre tiltaksanalyser er det beregnet ulempekostnader, der hvor det har vært mulig eller data har vært tilgjengelig.

I de fleste tilfeller er tiltaket beregnet som et gjennomsnitt med ett kostnadsnivå. Kostnadsanslagene blir dermed enkle å lese, men gjenspeiler ikke nødvendigvis det faktum at kostnadene vil kunne variere over tid, samt over teknologier, installasjoner og aktører som inngår i anslaget. Dette vil kunne undervurdere marginalkostnaden ved tiltaket.

Tiltaksanalysene er en systematisering av den informasjon utreder har tilgang til. Informasjon innhentes fra ulike kilder og vil, i en slik framoverskuende analyse, bare delvis være basert på observasjoner og statistikk. Miljødirektoratet opplyser at de har stor grad av samarbeid med sektorene, at utredninger ofte settes ut til konsultantselskaper eller fagmiljøer med sektor- og fagkompetanse, og at innspill ofte hentes inn fra industrien og markedsaktørene innenfor de ulike sektorene for å få best mulig innsikt om teknologier/fysiske løsninger og kostnader ved disse.

Det framoverskuende perspektivet innebærer metodiske utfordringer knyttet til å vurdere kostnadsutviklingen både for tiltaks- og referanseløsningene. Særlig for tiltaksløsningene avhenger kostnadsutviklingen framover ofte av teknologiutvikling og markedsintroduksjon av det som i dag er relativt umodne teknologier, for eksempel batteriteknologien for elbiler. En må også ta stilling til hvilke (deler av) tiltaket som realistisk vil bli gjennomført innenfor gjeldende (og vedtatte) virkemidler og dermed skal inkluderes i referansebanen, og hvilke som ventelig behøver nye virkemidler. I denne sammenhengen er særlig resultater med negative kostnader ved et tiltak en grunn til å gjøre nøye vurderinger av om disse kan tenkes å bli realisert i referansebanen.

Kalkulasjonsrenten som brukes for å neddiskontere alle kostnader til samme økonomiske basisår, er som standard satt til 4 prosent i henhold til Finansdepartementets rundskriv R-109/2014 (Finansdepartementet, 2014). Netto nåverdi av kontantstrømmen over tiltakets levetid, deles deretter på totale utslippsreduksjoner målt i CO₂-ekvivalenter over levetiden:

*Netto nåverdi av samlet samfunnsøkonomisk merkostnad
fra basisår til tiltakets slutt*

*Summen av totale CO₂-ekvivalenter redusert fra basisår til
tiltakets slutt*

Utslippsreduksjonene i nevneren prissettes ikke i Miljødirektoratets analyser, men inngår som fysiske størrelser som ikke neddiskonteres. Utvalget har sett behov for å vurdere denne forutsetningen nærmere; se kapittel 5.3.2 for nærmere diskusjon om diskontering av nevneren i kostnadsbrøken.

5.3.1.4. Virkninger som ikke kan fanges opp av tiltaksanalysen

Ovenfor er det omtalt ulike kostnadskomponenter som av mangel på tallgrunnlag ikke blir kvantifisert i de norske tiltaksanalysene. Mens dette ikke er prinsipielle avgrensninger, vil andre kostnader som ikke er inkludert være utelatt av definisjonsmessige årsaker. Dette gjelder indirekte tilbakevirkninger og virkninger i andre deler av samfunnet/økonomien som følge av tiltaket. For eksempel kan det å ta i bruk mer energieffektiv teknologi, innebære at produksjonskostnaden på marginen blir lavere, at produksjonsvolumet øker og at det dermed brukes mer energi enn om produksjonsvolumet var uendret. Det fanges ikke opp i analyser uten endogene atferdsrespons, slik som de norske tiltaksanalysene. Videre vil noen måtte bære kostnadene som er tatt med i beregningen av tiltaket. Typisk vil det påvirke atferden deres for eksempel gjennom å redusere etterspørselen etter selve de tjenestene som antas uendret i tiltaksanalysene, slik som mobilitet og oppvarming. Dette vil også kunne bidra til å gi kutt i utslippene og dermed redusere kostnadene per redusert utslipp. Utvalget bemerker at slike indirekte virkninger hører med i en samfunnsøkonomisk beregning av kostnader ved utslippsmål.

Virkemidler for å utløse tiltak, og kostnadene og utslippseffektene ved disse, er ikke inkludert i tiltaksanalysene. Dette er én viktig grunn til at tiltaksanalysene ikke kan gi den fulle informasjonen om de samfunnsøkonomiske konsekvensene ved å gjennomføre tiltaket. Ulike virkemidler vil generelt innebære ulike kostnader og indirekte virkninger. Dersom ulike tiltak forutsetter ulike virkemidler, kan dette ha betydning for rangering av tiltakene. Utvalget bemerker her at dette er en begrensning ved bruk av tiltaksanalyser for virkemiddelvurderinger.

5.3.1.5. Sammenstilling av flere tiltak

Etter at utslippseffekter og kostnader av tiltak i ulike sektorer er vurdert, sammenstilles tiltakene ofte inn i en felles analyse. Se Boks 5-2 for eksempler på hvordan Miljødirektoratet har valgt å framstille resultatene fra sine sammenstillinger av tiltaksanalyser.

At enhetlig metode er brukt på tvers av sektorer, tiltak og teknologier, derunder samme referansebane, energiprisantakelser mv., er en fordel når reduksjonspotensialer og kostnader på tvers av sektorer skal sammenstilles og /eller sammenliknes.

I sammenstillingen av tiltaksanalysene, hvor utslippseffekten av ulike tiltak oppsummeres, har utvalget blitt opplyst om at Miljødirektoratet tar hensyn til overlappende tiltak slik at man ikke dobbeltteller utslippsreduksjoner. Dette gjelder for eksempel innenfor transportsektoren hvor tiltak kan være helt eller delvis overlappende med hverandre (det vil for eksempel ikke gi mening å både elektrifisere hele bilparken og samtidig fase inn biodrivstoff i den samme bilparken). Interaksjoner og sammenhenger mellom tiltakene, samt muligheten for å akkumulere resultatene, er derfor til en viss grad håndtert i de norske tiltaksanalysene. Utvalget forstår det imidlertid slik at vurdering av stordriftsfordeler og/eller flaskehalsar når flere tiltak gjennomføres samtidig ikke har blitt håndtert i tiltaksanalysene. For å vurdere slike effekter er det nødvendig med analyser utover tiltaksanalysene.

Som omtalt i kapittel 3.3 er det en metodisk begrensning i partielle analyser, herunder tiltaksanalyser, i muligheten for å vurdere samvirkende effekter i økonomien av at flere tiltak gjennomføres, herunder samspillseffekter mellom markeder og ringvirkninger og tilbakevirkninger gjennom endringer i priser, kostnader, inntekter og budsjetter. Dersom tiltakene samlet sett påvirker prissettingen i markedene eller innebærer at det må gjøres investeringer eller tilpasninger andre steder i økonomien, vil slike samfunnsøkonomiske effekter ikke framkomme i sammenstillingene av tiltaksanalysene.

Utvalget bemerker at samvirkningseffekter i mange samfunnsøkonomiske analyser av klimatilnæringer vil være av betydning og bør fanges opp.

5.3.1.6. Beregning av privatøkonomiske kostnader

I noen av tiltaksanalysene er det også beregnet privat- eller bedriftsøkonomiske kostnader i tillegg til de samfunnsøkonomiske kostnadene. Dette ble blant annet gjort for alle tiltak innen bygg og industri i Klimakur2020, og i CO₂-fondsrapporten (Miljødirektoratet, 2018) beregnet Miljødirektoratet bedriftsøkonomiske kostnader for

elektrifisering av ulike næringstransportsegmenter (se omtale i kapittel 5.2). Denne kostnaden uttrykker kostnadene for den private aktøren som skal gjennomføre

et tiltak, noe som kan være forskjellig fra den samfunnsøkonomiske kostnaden, se Boks 5-3.

BOKS 5-2 Framstilling av resultater i Miljødirektoratets tiltaksanalyser

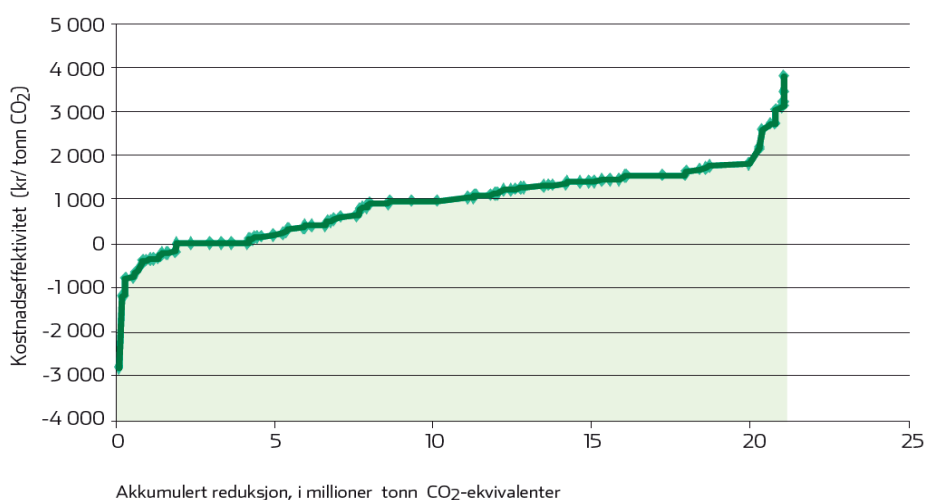
Miljødirektoratet framstilte i Klimakur2020 (Klimakur 2020, 2010) tiltakskostnadene som en marginalkostnadskurve, se figur under. Her ble tiltakene sortert fra de rimeligste til de dyreste tiltakene målt i kr/tonn CO₂-ekvivalenter redusert. I figuren er den akkumulerte utslippsreduksjonen fra tiltakene presentert på x-aksen, mens kostnaden ved tiltakene er presentert på y-aksen.

I Lavutslippsutredningen (Miljødirektoratet, 2015) ble usikkerheten forbundet med mulighetene for rask teknologiutvikling i større grad synliggjort. Miljødirektoratet valgte å legge tiltakene i kostnadskategorier hvor tiltakene grupperes fra mest kostnadseffektive til minst kostnadseffektive. Miljødirektoratet benyttet i lavutslippsutredningen følgende kostnadskategorier:

- Under 500 kr/tonn CO₂-ekvivalent redusert;
- Mellom 500 og 1500 kr/tonn CO₂-ekvivalent redusert, og;
- Over 1500 kr/tonn CO₂-ekvivalent redusert.

Miljødirektoratet har i de senere rapportene presentert alle utredede tiltak i separate tiltaksark. Tiltaksarkene synliggjør hvilke antakelser som ligger til grunn for analysene og med referanse til underlagsrapportene. Tiltaksanalysene omtalt i rapporteringen etter klimaloven i Klima- og miljødepartementets budsjett er lagt ut på én felles nettside, <http://www.miljodirektoratet.no/no/Tema/klima/klimatiltak/>.

Miljødirektoratet har også utviklet en applikasjon kalt "Klimatall". Her dokumenteres både tiltak og sammenstillinger av tiltak. Klimatalls database legger til rette for bruk av datagrunnlaget til andre analyser (for eksempel klimaeffekt på kort sikt og langtransportert luftforurensning) og for jevnlig oppdateringer av eksisterende klimatiltak. Klimatall kan også gjøres tilgjengelig for eksterne brukere.



Figur 5-2
Kostnads-
kurve - ikke
overlappende
tiltak
Kilde:
(Klimakur
2020, 2010)

BOKS 5-3 Beregning av privatøkonomiske/bedriftsøkonomiske og samfunnsøkonomiske kostnader

Beregninger av de privatøkonomiske/bedriftsøkonomiske kostnadene og de samfunnsøkonomiske kostnadene bygger på mye av den samme informasjonen, men skiller seg fra hverandre på følgende måte:

- Den privatøkonomiske kostnaden inkluderer skatter, avgifter og subsidier som er relevante for de aktuelle aktørene, mens disse ikke tas med i beregningen av samfunnsøkonomiske kostnader (sees der kun som rene overføringer mellom ulike aktører).
- I den samfunnsøkonomiske analysen benyttes en kalkulasjonsrente på 4 prosent i henhold til rundskriv om samfunnsøkonomiske analyser fra Finansdepartementet. En privatperson eller en bedrift kan ha et avkastningskrav som avviker fra dette, og som gjerne er høyere. Dette kan skyldes at de private aktørene har høyere alternativavkastning og/eller

finansieringskostnader enn samfunnet generelt har, eller at det eksisterer sektorspesifikk/usystematisk risiko som den private aktøren ikke kan diversifisere seg bort fra. I beregningen av privatøkonomiske kostnader justeres kalkulasjonsrenten slik at den reflekterer det privatøkonomiske/bedriftsøkonomiske avkastningskravet.

- Eksterne nytte- og kostnadsvirkninger (støy, helseeffekter etc.) tas med i den samfunnsøkonomiske analysen, men ikke i beregningen av privatøkonomiske kostnader.
- En privat aktør kan ha et annet tidsperspektiv (ofte kortere) for sin investering enn hva som er normalt å anta i en samfunnsøkonomisk analyse. Dette justeres i beregningen av den privatøkonomiske kostnaden der det er relevant, alternativt kan høyere kalkulasjonsrente hensynta dette.

5.3.2. Problemstillinger knyttet til tidshorisonten for analysene

5.3.2.1. Behandling av utslippsreduksjoner på ulike tidspunkt

Tiltaksanalysene gir et mål for klimaeffekt per krone. I de fleste tiltaksanalyser, også Miljødirektoratets, neddiskonteres tiltakskostnadene, men ikke utslippsreduksjonene målt i tonn CO₂-ekvivalenter.²³ Utslippsreduksjoner vektet heller ikke på annen måte avhengig av hvilke tidspunkt innenfor tiltaksanalysens tidshorisont de kommer.

Tiltaksanalysene gjennomføres som en kostnads-effektivitetsanalyse og ikke som en kost-/nytteanalyse. IPCC viser til at kostnadseffektivitetsanalyser kan være

å foretrekke om det er vanskelig å tallfeste nytteverdien (Kolstad, et al., 2014). Når et land har et fastsatt, tidfestet utslippsmål, vil kostnadseffektivitetsanalyser bidra til å vurdere kostnader ved å nå dette. Ved bruk av utslippsmål er nyttesiden av tiltakenes utslippseffekt allerede tatt hensyn til.

Tiltaksanalysene svarer altså ikke på hva som er nytteverdien av utslippseffektene eller om og hvorfor de er ønskelige. Hvilke tiltak/utslippsreduksjoner som bør gjennomføres, vil i en samfunnsøkonomisk sammenheng prinsipielt avhenge ikke bare av netto tiltakskostnad, men av hvilken nytte utslippsreduksjoner gir gjennom å dempe klimaeffektene av utslippet, dvs. skadestøtten som utslippet innebærer. Norske myndigheter har satt seg utslippsmål som et av deres bidrag til det globale felles målet om å dempe menneskeskapte

²³Klimagasser har veldig ulik oppvarmingseffekt og levetiden i atmosfæren varierer fra noen få år til flere titusener av år. For å regne om til CO₂-ekvivalenter vektet ulike klimagasser med ulike faktorer, såkalte GWP-verdier (Global Warming Potential) i tråd med anbefalinger fra FNs klimapanel (IPCC). GWP angir akkumulert oppvarmingseffekt i forhold til CO₂ over et valgt tidsrom, og landene har under FNs klimakonvensjon (UNFCCC) bestemt å bruke faktorer som representerer oppvarmingspotensialet for en 100-årsperiode. Det forskes på ulike alternativer for å vekte klimagasser. Det er for eksempel foreslått som alternativ å sette en verdi på skaden et tonn av ulike gasser forårsaker på ulike tidspunkt. Siden effekten av ulike gasser er ulike på kort og lang sikt, diskuteres også berettigelsen av å sammenligne ulike gasser med ulike levetider basert på GWP.

klimaendringer og skader. Norske myndigheter forholder seg til fysiske utslippsmål, formalisert i Klimaloven og i internasjonale avtaler. Dette betyr at mer eller mindre eksplisitt verdsetting av utslippsreduksjoner finner sted i internasjonale analyser og legges til grunn i de norske tiltaksanalysene.

Kostnadseffektivitetsanalyser gir anslag på kostnader ved tiltak, som gjør at en kan vurdere hvordan en kan nå en gitt målsetting til lavest mulig kostnad. Dersom man utreder en portefølje av tiltak, vil man kunne velge ut de mest kostnadseffektive for å nå det gitte målet. Målet kan for eksempel være å holde seg under et visst utslippsnivå på et gitt tidspunkt, eller det kan være å holde seg innenfor et karbonbudsjett over tid. Det gjenstår at fulle samfunnsøkonomiske kostnader ved ulike virkemidler for å gjennomføre tiltakene ikke inngår i kostnadseffektiviteten.

I noen andre land velger man å basere tiltaksanalyser på en kvantifisert skadekostnad for globale utslipp av klimagasser. Analysen undersøker hvilke tiltak i eget land som har en lavere kostnad enn den globale, marginale skadekostnaden. En implisitt konsekvens av en slik tilnærming er at hvis alle land bidrar på samme vis, vil global marginal reduksjonskostnad ende opp lik global marginal skadekostnad ved utslipp.

I norsk sammenheng, der utslippsreduksjonen (klimaeffekten) ikke neddiskonteres mens kostnaden diskonteres, vil det å utsette et tiltak ett år gi en redusert tiltakskostnad (alt annet likt) – telleren i kostnadsbrøken diskonteres ett ekstra år, mens nevneren er konstant. Dette innebærer at det isolert sett er en gevinst for samfunnet ved å utsette å gjennomføre tiltak. Det innebærer også at tiltak med årlige utslippsreduksjoner og driftskostnader, for eksempel bruk av biobrensler som alternativ til fossile brensler, vil få lavere kostnad per tonn jo lenger tidshorison analysen har. Slike tiltak kan også ses på som separate tiltak med ett års varighet og én årlig kostnad. Dette vil også gjelde andre typer metodiske tilnærminger av det norske klimapolitiske regimet. Diskontering gir, alt annet likt, at det alltid er lønnsomt å utsette kostnader.

Hvis det er grunn til å vente reduserte tiltakskostnader over tid som følge av eksogen teknologiutvikling, trekker det enda mer i retning av å utsette tiltak. Det kan da være av verdi at tidlige tiltak ikke låser samfunnet inne i

én lavutslippsløsning, men at man beholder fleksibilitet og tilpasningsmuligheter dersom nye teknologier blir konkurransedyktige på senere tidspunkt.

For at det skal være lønnsomt å sette i gang tiltak umiddelbart, må det være en nytte knyttet til at tiltaket gjennomføres tidlig. Nyten i norsk sammenheng vil være bidraget til å nå eksplisitte utslippsmål eller holde seg innenfor utslippsbudsjettet over en periode. I og med at levetid og utslippsprofil for et tiltak anslås, ligger det implisitt til grunn at man ikke kan velge profil på et tiltak helt fritt, noen tiltak vil måtte implementeres gradvis. Investeringer tar tid og varer en viss tid. Nyten av å investere tidlig kan være at tiltaket ikke kommer for sent til å bidra til et fastsatt, framtidig utslippsmål. Nedsiden kan være at investeringskostnadene er irreversible (sunk costs) og binder en til én teknologi, selv dersom nye og billigere oppstår.

Fram mot 2050 må globale nettutslipp reduseres ned mot null om Parisavtalens temperaturmål skal nås. Det innebærer en enorm omstilling av våre samfunn, også det norske, noe som vil ta tid. Tidlige reduksjoner er derfor nødvendige for å rekke den nødvendige omstillingen. I den grad det kan høstes læringseffekter av reduksjoner, vil tidlige tiltak også kunne øke tempoet i utviklingen av lavutslippsteknologi, og dermed gjøre den langsiktige omstillingen enklere og billigere. Selv om valget mellom norske enkelttiltak – og deres utslippsprofiler – ikke kan ventes å gi utslag på det globale klimaet, er kloden tjent med at summen av alle lands tiltak kommer raskt, både for å redusere total kostnadene, hindre klimaendringer og unngå å overstige terskelverdier som kan gi irreversible hendelser i klimasystemet.

Mange land, også Norge, har ulike bindende utslippsmål for ulike tidsperioder. Hvis det er kjent på analysetidspunktet at målet skal strammes inn fra en periode til perioden etter, vil en tiltaksportefølje som er tilstrekkelig for å nå målet i den første perioden ikke nødvendigvis være det i den neste. Ulike beskrankninger for ulike tidspunkt vil føre til ulik verdsetting av utslipp og utslippsreduksjoner over tid. Utslippsreduksjoner på ulike tidspunkt bør vektas etter betydningen av beskrankningene.

For å understøtte Parisavtalens langsiktige temperaturmål setter avtalen opp et kollektiv utslippsmål om å sikte mot

²⁴USA benytter anslag på Social Cost of Carbon i vurdering av offentlige investeringer og ved vurdering av kost/nytte av regulering: https://19january2017snapshot.epa.gov/climatechange/social-cost-carbon_.html

Bundesweltamt i Tyskland gir ut anbefalte anslag på miljøkostnader ved ulike utslipp, inkludert skadekostnad ved utslipp av klimagasser: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-02-11_methodenkonvention-3-0_en_kostensaetze_korr.pdf

at økningen i de globale klimagassutslippene snarest mulig skal snus til en rask reduksjon i samsvar med best tilgjengelig kunnskap, slik at det blir balanse mellom menneskeskapt utslipp og opptak av klimagasser i andre halvdel av dette århundre. Landenes bidrag fastsettes nasjonalt. Landene har meldt inn mer eller mindre spesifikke bidrag på mellomlang sikt. For land og/eller perioder uten bindende, nasjonale utslippsmål, kan et alternativ til å beregne periodevise skyggepriser av nasjonale utslippskranker være å forholde seg til beregninger av skyggepriser på globale karbonbudsjetter eller anslag på samlede utslippsmål. Med andre ord vurderes da tiltakenes utslippseffekt i ulike perioder basert på verdens utslippskranker. Dette vil ikke være aktuelt for Norge for perioden fram til 2050, hvor landet har egne mål/budsjetter (eventuelt sammen med EU).

5.3.2.2. Problemstillinger knyttet til analyseperiode, tiltakenes levetid og reinvesteringer

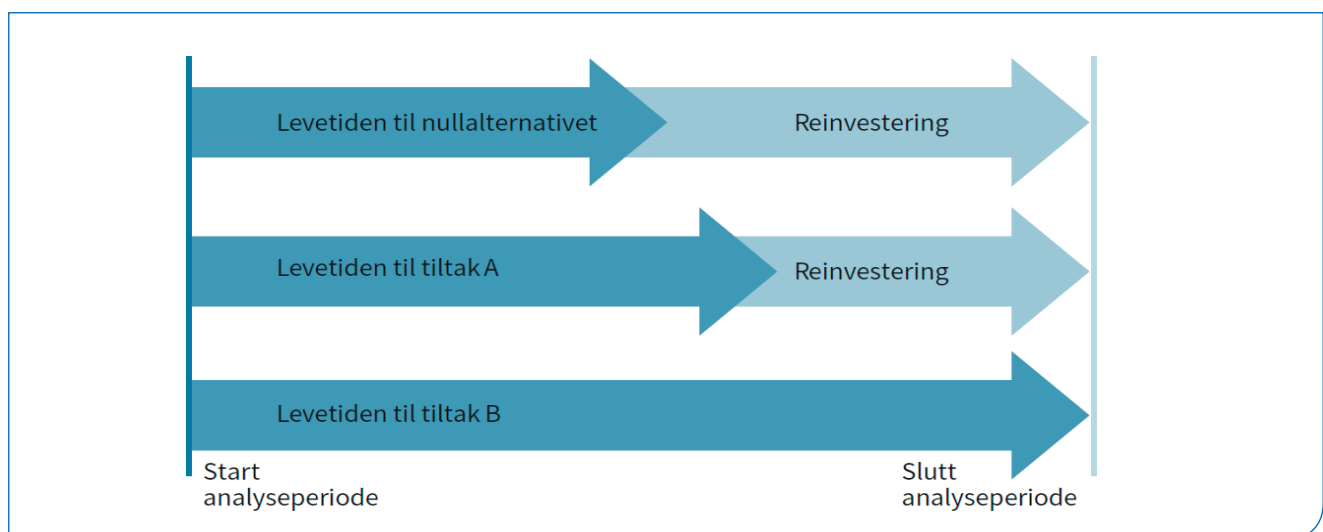
Å sette en hensiktsmessig tidshorisont for analysen er en metodisk utfordring for alle kvantitative analyser, men det kan være en ekstra utfordring for tiltaksanalysene da ulike klimatiltak kan ha svært ulik levetid. Her vil det være viktig å velge en konsistent tilnærming, der alle vesentlige effekter inkluderes i analysen. Miljødirektoratet har tidligere anbefalt følgende kostnadsbrøk i metodenotatet (Miljødirektoratet 2018), som avhenger av analyseperioden som settes:

Netto nåverdi av samlet samfunnsøkonomisk merkostnad beregnet over analyseperioden

Summen av totale CO₂-ekvivalenter redusert over analyseperioden

DFØ-veilederen i samfunnsøkonomisk analyse definerer analyseperioden som den perioden alle nytte- og kostnads-virkninger av et tiltak beregnes for. Videre sier veilederen at utgangspunktet for å fastsette analyseperioden er at den er lang nok til å fange opp alle relevante virkninger av tiltakene, også de som kommer langt fram i tid. Dette følger av rundskriv R-109/2014 fra Finansdepartementet. Det framgår av Finansdepartementets rundskriv at analyseperioden som et hovedprinsipp skal være så nær levetiden til tiltaket som praktisk mulig. Videre sier DFØ-veilederen at "Dersom man skal sammenligne tiltak med ulik levetid som er ment å nå samme samfunns mål, vil det ikke være korrekt å sammenligne netto nåverdi direkte. En mulig tilnærming er å ta utgangspunkt i tiltaket med lengst levetid når man fastsetter analyseperiode. Videre bør man ta hensyn til reinvesteringer for tiltaket med kortere levetid. Tilsvarende gjelder for nullalternativet, som gjerne vil ha kortere levetid enn tiltakene som analyseres. Figur 3.9 [gjengitt i Figur 5-3] illustrerer dette."

I metodenotatet anbefalte Miljødirektoratet å som hovedregel sette analyseperioden til 30 år. Dette ble gjort ut fra en erfaring om at få tiltak vil ha lengre levetid enn 30 år. Miljødirektoratet sa i metodenotatet videre at "I noen analyser kan det være grunner til å velge en annen analyseperiode enn 30 år, men det er viktig å være oppmerksom på at dette kan medføre en mulig feilkilde ved sammenligning med andre tiltak som har 30 års analyseperiode. For slike analyser kan det derfor være hensiktsmessig å vise frem tiltakskostnaden både for den valgte analyseperioden og for en 30 års analyseperiode som anbefales i dette notatet." Dette gir fleksibilitet til å vurdere analyseperiode, og eventuelle reinvesteringer, fra tiltaksanalyse til tiltaksanalyse.



Figur 5-3. Sammenhengen mellom analyseperiode, levetid og reinvestering. Kilde: (DFØ, 2018), figur 3.9

I praksis er det ikke like rett fram å velge analyseperiode eller å vurdere reinvesteringer, eventuelt kostnaden ved reinvesteringen. For det første er DFØ-veilederens anbefalinger ment for tiltak som er gjensidig utelukkende, og hvor en må gjøre et reelt valg mellom to alternativer av måter å oppnå et samfunns mål på. Vi kan tenke oss et eksempel med en veiinvestering, hvor tiltak 1 omfatter å bygge ei bru over en fjord, tiltak 2 omfatter å bygge tunell under fjorden, mens nullalternativet er å vedlikeholde en vei rundt fjorden. Dersom en kan tenke seg, med normal drift, at brua har en kortere levetid enn tunnelen, vil det åpenbart gi mening å sette analyseperioden lik levetiden til tunnelen, og å vurdere kostnaden ved reinvesteringer i brua tilsvarende denne analyseperioden. For klimatiltak er det ikke nødvendigvis slik at disse er gjensidig utelukkende. Det er ikke urimelig å tenke seg at en for eksempel både satser på tiltak for mer elektrifisering av bilparken, samtidig som en i en overgangsfase må vurdere bruk av biodrivstoff inntil markedet for elektriske kjøretøy er modent nok.

For det andre kan mange klimatiltak ha svært ulik levetid. Investering i en elektrisk ferje kan for eksempel ha en levetid på omlag 30 år, mens en elektrisk bil vil ha vesentlig lavere levetid enn dette. Biodrivstoff er et tiltak som i praksis kan bestemmes når det innføres og når det avsluttes – levetiden vil kunne være en tank, ett år eller flere år. Svaret på hva som er riktig tidshorisont på en analyse kan også variere avhengig av analysens formål.

I vurderingen av reinvesteringer kommer også forholdet til referansebanen inn – hvilken teknologiutvikling er antatt i referansebanen. Dette krever detaljert informasjon om hva som er antatt av teknologi- og kostnadsutvikling i referansebanen. Framskrivningene utarbeides ikke på samme måte, eller på samme detaljnivå, som tiltaksanalyser. Dette skaper utfordringer i å vurdere hvor det er relevant å vurdere reinvesteringer i analysen.

Gitt utfordringene med å vurdere kostnadene innenfor én og samme analyseperiode, har Miljødirektoratet i siste oppdaterte versjon av metodenotatet (Miljødirektoratet 2019) anbefalt at kostnadsbrøken baseres på tiltakenes levetid i stedet:

Netto nåverdi av samlet samfunnsøkonomisk merkostnad fra basisår til tiltakets slutt

Summen av totale CO₂-ekvivalenter redusert fra basisår til tiltakets slutt

Når et konkret tidfestet mål skal analyseres beregnes det i tillegg utslippsreduksjoner over målperioden, for eksempel over perioden 2021-2030 når Norges mål for 2030 skal

vurderes. Tiltakskostnaden beregnes imidlertid over tiltakets levetid.

5.3.2.3. Problemstillinger knyttet til innfasing, kostnadsutvikling over tid og framstilling av gjennomsnittsberegninger

Tidspunktet for innfasing av tiltak har mye å si for de totale utslippsreduksjonene av et tiltak, men vil også ha betydning for kostnadene ved tiltaket. Dersom det forutsettes fallende kostnader over tid, vil senere innfasing gi lavere tiltakskostnad.

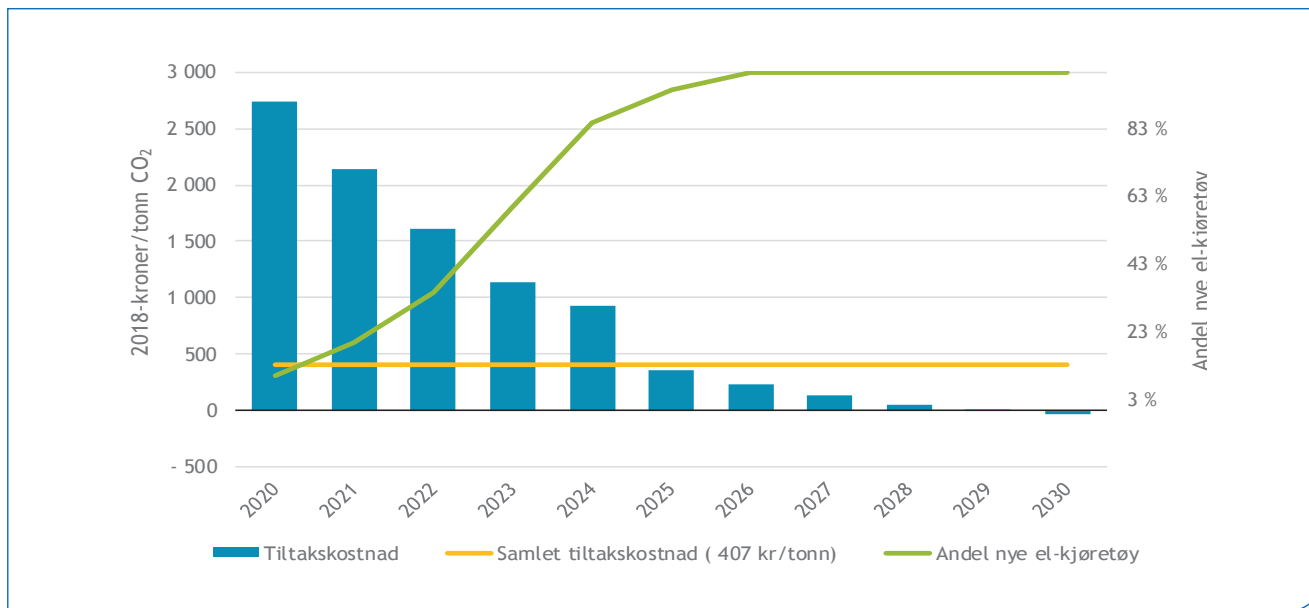
I mange tilfeller vil kostnadene ved et gitt tiltak antas å falle over tid, for eksempel som følge av teknologiutvikling. Tiltaksanalysen oppsummeres imidlertid som regel i én tiltakskostnad – i kroner per tonn CO₂-ekvivalenter. Som beskrevet over representerer dette tallet et gjennomsnitt, og vil ikke gi informasjon om antatt kostnadsutvikling over tid. Et eksempel er vist i Figur 5-4. Figuren viser antatt utvikling i tiltakskostnad over tid, samt tiltakets gjennomsnittlige tiltakskostnad (den gule streken).

Kostnadsbrøken, gitt ved ett gjennomsnittstall, dvs. gjennomsnittet av de neddiskonterte kostnadene og utslippsvirkningen over årene som innregnes i tiltaket, gir ikke informasjon om kostnadsutviklingen over tid. Høye kostnader de første årene vil ikke framkomme ved at tiltakskostnaden presenteres som en gjennomsnittsberegning. Det innebærer at beslutningstakeren kan undervurdere både kostnadene ved tiltaket i de første årene og usikkerheten i de årlige kostnadsanslagene.

I tillegg kommer også problemstillingen rundt antatt innfasing. Ved fallende kostnader over tid, vil anslått innfasing av tiltaket kunne ha betydning for kostnaden ved tiltaket. Ved at hele perioden defineres som ett tiltak med én samlet kostnad, synliggjøres ikke kostnadsreduksjonen ved å velge en senere oppstart.

Videre vil den definerte periodelengden ha betydning for kostnadsbrøken ved at gjennomsnittskostnaden ved (full) innfasing av tiltaket i et gitt år faller jo lengre periode tiltaket regnes over. I tilfeller der tiltaket i praksis er sammensatt av tilnærmede uavhengige tiltak (for eksempel kjøp av el-varebiler i ulike år) og kostnaden er sterkt fallende over tid, kan gjennomsnittskostnaden ha liten informasjonsverdi for beslutningstaker.

For å anslå en forventet innfasingstakt av et tiltak, gjøres det blant annet en vurdering av teknologisk modenhet, status i markedsutvikling og kommersiell produksjon av produkter som inngår i tiltaket, og potensialet for utslippsreduksjoner utover referansebanen. Dette er



Figur 5-4. Utvikling i samfunnsøkonomisk tiltakskostnad per kjøretøy og innfasing i basisscenarioet. Kilde: CO₂-fondsrapporten (Miljødirektoratet, 2018)

krevende og per i dag finnes det ingen systematisk tilnærming til vurderingen av innfasing – på tvers av tiltak. Det kan også eksistere absolutte begrensninger i mulig skalering/innfasing. Det vil ikke nødvendigvis være mulig å gå fra null solgte nullutslippskjøretøy i ett år til 100 % av nybilsalget neste år blant annet på grunn av behovet for å bygge infrastruktur, tregheter i markedet (for eksempel pga. lang leveringstid på produkter) og atferdsmessige barrierer. En gradvis innfasing vil ofte være mer realistisk.

5.3.3. Problemstillinger knyttet til framstilling og håndtering av usikkerhet

I tiltaksanalyser estimeres både kostnader og utslippsreduksjonspotensial, og begge disse estimatene er forbundet med usikkerhet. I tillegg er tiltaksanalysene basert på framskrivninger av utslipp, som er usikre. For enkelte utslippssegmenter er også utslippsregnskapet beheftet med usikkerhet. For eksempel er det stor usikkerhet rundt hvor mye drivstoff anleggsmaskiner forbruker. Dermed blir også utslippsreduksjonspotensialet for tiltak i dette segmentet usikkert.

Sentralt i tiltaksanalyser på klimaområdet står antakelser både om potensialet for utslippsreduksjoner og kostnader ved å ta i bruk lav- og nullutslippsteknologi som i mange tilfeller ikke er tilgjengelig eller svært umoden. Det vil være usikkerhet rundt hvor raskt slik ny teknologi kan bli tatt i bruk. Selv om slike antakelser er godt fundert i den informasjonen som er tilgjengelig når analysene

utarbeides, er usikkerheten framover i tid i mange tilfeller betydelig. For en del tiltak skyldes usikkerheten mangel på tilgjengelig kostnadsinformasjon, at tiltakene omfatter umoden teknologi, eller mer generell usikkerhet rundt framtidig teknologisk og økonomisk utvikling. I tillegg vil den globale klimapolitikken også være av stor betydning for kostnads- og teknologiutviklingen for tiltak i Norge.

Usikkerheten rundt framtidige kostnader vil være usikkerhet som er gjeldende for de fleste kvantitative analyser, mens usikkerhet rundt de internasjonale rammebetingelsene sies å være en særskilt problemstilling for analyser på klimaområdet, jf. blant annet rapport fra Grønn Skattekommisjon (NOU 2015:15, 2015). Flere av disse usikkerhetsfaktorene vil være gjeldende for kvantitative analyser på klimaområdet generelt, og ikke bare for tiltaksanalyser.

5.3.3.1. Framstilling og håndtering av usikkerhet i tiltaksanalysene

Tiltaksanalysene bygger blant annet på antakelser om framtiden. For flere klimatiltak innebærer det antakelser om kostnader og innfasing av teknologi som på analysetidspunktet ikke er tilgjengelig eller svært umoden.

Som omtalt i kapittel 3.5.6 gir DFØ-veilederen i samfunnsøkonomiske analyser konkrete anbefalinger for gjennomføring av usikkerhetsanalyser. I metodenotatet anbefaler Miljødirektoratet at framstilling av usikkerhet følger DFØ-veilederens anbefalinger. Vurdering av eventuelle risikoreducerende aktiviteter vil normalt

ligge utenfor tiltaksanalysene, men er et naturlig krav til tiltak som vurderes gjennomført, jf. formålet med DFØ-veilederen. For tiltak der teknologiutviklingen er forventet å gå relativt raskt, bør kostnad ved bruk av teknologien som er tilgjengelig på analysetidspunktet gjøres tydelig. I tillegg bør det gjøres alternative beregninger knyttet både til kostnadsutvikling og innfasing innenfor det som er hensiktsmessig å gjøre og gitt tid og ressurser til rådighet. Det bør i analysen gjøres en vurdering av om usikkerheten er symmetrisk og innenfor hvilket spenn det er mest sannsynlig at utfallene kan ligge. Selv om DFØ-veilederen skisserer at en tilnærming er å gjøre følsomhetsanalyser med +/- 30 prosent på sentrale faktorer, bør det gjøres en reell vurdering av hva mulig intervall for sentrale antakelser vil være, og det bør så langt det er hensiktsmessig gjøres følsomhetsanalyser basert på dette.

Usikkerheten er spesielt stor dersom tiltaket bygger på svært umoden teknologi eller teknologi som ikke er tilgjengelig i markedet på analysetidspunktet. I slike tilfeller vil en ikke nødvendigvis ha informasjon om dagens kostnader og enda mindre om framtidig kostnadsutvikling. Der slike kostnader ikke finnes i markedet bør det derfor synliggjøres at tiltaket krever en teknologi som ikke er kommersielt tilgjengelig i dag.

På klimaområdet vil det ofte ikke være snakk om gjensidig utelukkende tiltak som skal analyseres, men tiltak som må innføres i parallell. Gjennomgående usikkerhetsfaktorer som er felles for flere typer tiltak bør derfor forsøksvis avdekkes og synliggjøres på best mulig måte. For eksempel er mange av tiltakene og kostnadene ved disse avhengige av teknologi- og kostnadsutviklingen for batterier. Når flere tiltak settes sammen til pakker bør slik systematisk risiko synliggjøres.

5.4 Tiltaksanalyser utført i andre land

Analyser av tiltak gjøres også i flere andre land, og i dette delkapitlet presenteres noen tilnærminger hentet fra Storbritannia, Sverige og Danmark, samt McKinseys utarbeidelse av globale kostnadskurver.

5.4.1. Storbritannia – Committee on Climate Change

Storbritannia har de senere årene utført en rekke analyser, ikke minst i forbindelse med arbeidet til Committee on Climate Change (the CCC), som ble opprettet i 2008.²⁵ Denne komiteen utfører analyser og gir den britiske regjeringen råd om innretting av klimapolitikken. Komiteens siste rapport ble utgitt 2. mai 2019. I rapporten beregnes merkostnader for å nå et mål om netto null utslipp i Storbritannia i 2050. Utslippsreduksjonene som er nødvendige for å nå netto null utslipp i 2050, og merkostnadene ved å gjennomføre disse, sammenlignes med det nåværende lovfestede målet om 80 prosent reduksjon av klimagassutslipp i 2050 (Committee on Climate Change, 2019).

Analysen er i hovedsak gjort som en tiltaksanalyse-tilnærming, hvor de går gjennom hver utslippskilde og gjør detaljvurderinger av relevante utslippsreducerende tiltak. Tiltakene vurderes i forhold til en baseline der utslippene fram til 2050 er framskrevet i en situasjon uten nye klimatilnærming/-virkemidler. Den britiske klimakomiteen argumenterer for at denne "bottom-up"-tilnærmingen er et avgjørende første steg for å forstå hvordan en netto null-utslippsøkonomi kan realiseres, fordi det muliggjør å gå inn i de enkelte utslippskildene og forstå hva som vil være relevante utslippsreduksjonstiltak. De påpeker at en mer top-down-tilnærming, i form av for eksempel energisystemmodeller, også vil gi nyttig informasjon, men at en slik tilnærming vil mangle den detaljerte kunnskapen om utslippskildene.

Utgangspunktet for kostnadsberegningene i rapporten er beregninger av det de kaller "resource costs", som defineres som de tekniske kostnadene ved gjennomføring av utslippsreducerende tiltak, dvs. investeringskostnader og driftskostnader/-besparelser. Kostnadselementene som inngår i "resource costs" ser ut til å tilsvare de viktigste kostnadselementene i Miljødirektoratets norske tiltaksanalyser. Kostnadsberegningene gjøres nærmere rede for i klimakomiteens tekniske rapport (Committee on Climate Change, 2019).

I rapporten understrekes det at "resource costs" ikke gir et tilstrekkelig bilde av virkningene på BNP av utslippsreduksjonene, da overgangen til en lavkarbon-økonomi vil føre til en rekke endringer i økonomisk aktivitet som ikke fanges opp av "resource cost"-estimatene. I

²⁵www.theccc.org.uk

tillegg framheves det at effekten på BNP vil avhenge av hvilke virkemidler som innføres for å nå klimamålene. Komiteen sier likevel at tross begrensningene ved "resource costs", utgjør slike beregninger en nyttig tilnærming for å vurdere skalaen på effekten av avkarbonisering. En "advisory group" som har vurdert klimakomiteens kostnadsberegninger framhever at for å vurdere effektene på BNP av å sette et mål om avkarbonisering av det britiske samfunnet til 2050 bør økonomiske modeller brukes. Denne ekspertgruppen påpeker også at ulike modeller vil gi ulike svar, og at disse forskjellene skyldes at modellene baserer seg på ulike økonomisk teori/ulike forutsetninger. Ekspertgruppen viser i tillegg til at bruk av "resource cost" kan underestimere de totale kostnadene ved utslippsreduksjoner, siden disse i utgangspunktet ikke tar hensyn til omstillingskostnader eller at politikk er krevende å gjennomføre. Samtidig viser ekspertgruppen til at usikkerheten rundt mulig underestimering av denne typen "resource cost" antagelig er mindre enn usikkerheten rundt framtidig prisutvikling på null- og lavutslippsteknologier. Disse forholdene utdypes i vedleggsrapporten fra ekspertgruppen (Committee on Climate Change, 2019).

Generelle føringer for hvordan nytte-kostnadsanalyser og kostnadseffektivitetsanalyser på klimaområdet skal gjennomføres i Storbritannia foreligger i The Green Book (HM Treasury, 2018). I tillegg utdypes flere tema i supplerende veiledere, herunder analyse og verdsetting av klimagassutslipp.

Den supplerende veilederen "Valuation of energy use and greenhouse gas (GHG) emissions" beskriver beregning av **kostnadseffektivitet i klimatiltak** (Department for Business, Energy & Industrial Strategy, 2018). Her uttrykkes kostnadseffektiviteten som en gjennomsnittlig kostnad ved en reduksjon på 1 tonn CO₂-ekvivalent. Metodisk følger denne Department of Energy and Climate Change (DECC 2016). **Kostnadseffektivitetsindikatoren** for klimatiltak i Storbritannia er per 2018:

$$CE_s = - \frac{NPV - PVC_s}{\sum_{t=1}^{t=Y} C_{s,t}}$$

der

CE_s = kostnadseffektivitet i sektor s (£/t CO₂e)

NPV = netto nåverdi (£)

PVC_s = nåverdi av endret utslipp i sektor s (£)

$C_{s,t}$ = ikke-diskontert endring i utslipp i sektor s i år t (tCO₂e)

Y = tidshorisont for tiltaket

Denne brøken er tilsvarende som den kostnadsbrøken som benyttes for tiltaksanalysene i Norge. På grunnlag av analysene rangeres tiltakene etter marginalkostnad uttrykt som £/t CO₂-ekv (sammenstilles til en marginalkostnadskurve).

En sammenligning av sentrale metodiske trekk for analysene med de norske viser:

- Kostnadseffektivitetsindikatoren baseres på en tiltaksanalysetilnærming av den aktuelle sektoren tiltaket skal gjennomføres i og inkluderer innenlands utslipp og reduksjonsmuligheter. Tilsvarende avgrensning gjøres også for tiltaksanalysene i Norge. Tiltaksanalysene i Storbritannia baseres på kunnskap om investeringer i teknologier, men også potensial gjennom endringer i atferd som ikke krever investeringer. Som de norske, tar de ikke med indirekte atferdsendringer. Sektoranalysene baseres, så langt mulig, på nyeste tilgjengelige kunnskap.
- Eksterne effekter inkluderes – for eksempel landskapsvirkninger, helseeffekter, endret reisetid og støy. Dette er tilsvarende som det som gjøres i Norge.
- Referansebanen er sammenligningsgrunnlaget for alle tiltak eller prosjekter. Dette skal være et referanse-scenario der dagens politikk videreføres. Analysen skal beskrive hva som inngår i referansebanen, men det er ikke spesifisert om den inkluderer bare innført eller også vedtatt politikk.
- Tidshorisonten for analysen skal dekke levetiden til prosjektet eller tiltaket. Normalt vil levetiden til et tiltak ligge et sted mellom 10 og 60 år. Dersom det er særlig langvarige prosjekter med nytte- eller kostnadseffekter utover 60 år, anbefales det å gjøre en vurdering av analysens tidshorisont i forkant av at analysen gjennomføres. Dersom hele eller deler av tiltaket likevel kan benyttes utover analyseperioden skal restverdien regnes med.
- Kalkulasjonsrenten er satt til 3,5 prosent. For tiltak som angår tap/besparelse av menneskeliv er den satt til 1,5 prosent. Utslipp av klimagasser inngår i nevneren i kostnadsbrøken, og trekkes derfor fra samlet netto nåverdi i telleren for å unngå dobbelttelling. Utslippene i nevneren diskonteres ikke, tilsvarende som i de norske tiltaksanalysene.
- For å vurdere om tiltaket er kostnadseffektivt å gjennomføre, anbefales det å sammenligne kostnadseffektivitetsindikatoren med en "Weighted Average Cost Comparator", som representerer det

maksimale beløpet det er ønskelig å bruke for å redusere utslippene med ett ekstra tonn. Denne sammenligningsindikatoren vil være forskjellig fra sektorer hvor tonn kan handles over landegrensene (EU-ETS) og sektorer hvor tonn i utgangspunktet ikke kan handles – "Traded Cost Comparator" og "Non-Traded Cost Comparator". I disse sammenligningsindikatorne inngår den diskonterte prisen på utslipp i henholdsvis sektorer hvor det handles med utslipp og sektorer hvor det ikke handles med utslipp. Dette tilsvarer beregninger av marginale rensekostnader for ulike perioder i Norge, som gjøres ved ulike tilnærminger. Når total velferdskostnad skal beregnes, må disse prisene fra i dag og fra tilstrekkelig langt inn i framtiden for å få med alle års bidrag, ganges med utslippsreduksjonene og neddiskonteres.

5.4.2. Sverige

I Sverige har tiltaksanalyser blitt utført for flere sektorer, herunder for transportsektoren. I rapporten "Åtgärder för att minska transportsektorns utsläpp av växthusgaser - ett regeringsuppdrag" (Trafikverket, 2016) beskrives beregning av tiltakskostnader per tonn CO₂-ekvivalenter innenfor transportsektoren. Metoden for beregning av tiltakskostnad tar utgangspunkt i "ASEK 6.1 - Kapitel 2 Samhällsekonomisk teori och metod" (ASEK, 2018) og "ASEK 6.1 - Kapitel 5 Kalkylprinciper och generella kalkylvärden" (ASEK, 2018), som gir generelle føringer for metode og analyseverdier for samfunnsøkonomiske analyser i Sverige. ASEK-arbeidet er knyttet til en myndighetsovergrepene gruppe bestående av Trafikverket, Transportstyrelsen, Sjöfartsverket, Naturvårdsverket, Energimyndigheten, Stockholms Läns Landsting og Trafikanalys, og støttes av et vitenskapelig råd med tverrfaglig ekspertise.

Kostnadseffektivitetsbrøken som benyttes i disse analysene er nåverdien av alle merkostnader ved tiltaket dividert med utslippsendringene over tiltakets levetid. Fordi svenskene monetært verdsetter CO₂-ekvivalenter som eksterne kostnader i investeringsbeslutninger er det viktig å trekke fra denne kostnaden/inntekten i nåverdiberegningen for å unngå dobbelttelling. Dette er tilsvarende som det som gjøres i Norge, da verdien av klimagassutslipp ikke inngår i telleren, mens mengde utslipp i antall tonn CO₂-ekvivalenter inngår i nevneren. I Sverige benyttes følgende kostnadsbrøk:

$$\text{Kostnadseffektivitet} = \frac{-NNV - P(\text{CO}_2)}{\sum_{t=1}^{t=Y} C_t}$$

der

NNV = netto samfunnsøkonomisk nåverdi av investeringen (SEK)

$P(\text{CO}_2)$ = verdi av CO₂ i samfunnsøkonomisk NNV (SEK)

C_t = ikke-diskontert endring i klimagassutslipp i år t (kg CO₂ ekv.)

Y = tidshorisont for tiltaket

Nedenfor gjennomgås enkelte sentrale metodiske tilnærminger og forutsetninger for tiltaksanalysene som gjøres i Sverige:

- Effektene av tiltakene skal sammenliknes med en referansebane (*jämförelsesalternativ*). Det er kun merkostnader og mernytte som skal inngå i kalkylene. Som hovedregel avgrenses effektene til det som skjer innenfor Sveriges grenser. Dette er tilsvarende som tilnærmingen som er benyttet for tiltaksanalyser i Norge. Som i Norge baseres **referansebanen** på en nåtidsbeskrivelse og en prognose for framtidig utvikling. Nåtidsbeskrivelsen og prognosen skal ta utgangspunkt i dagens forhold og allerede besluttet politikk.
- Kalkulasjonsrenten for nåverdiberegningene i telleren er 3,5%. Utslippene i nevneren diskonteres ikke, men inngår som mengde klimagassutslipp (tilsvarende som i tilnærmingen som har blitt benyttet i Norge).
- **Analyseperioden** tar utgangspunkt i den komponenten i analysen som har kortest levetid. Dersom det er komponenter med ulik levetid beregnes en diskontert restverdi for de gjenværende komponentene. Dette er ulikt fra tilnærmingen i Norge, der kostnadsbrøken baseres på tiltakenes levetid, og det dermed ikke er behov for å beregne restverdi.
- Dersom investeringen er på over 200 millioner SEK **skal** analysen inkludere en følsomhetsanalyse for sentrale forutsetninger. ASEK anbefaler likevel å gjennomføre en følsomhetsanalyse også for mindre investeringer.
- Dersom tiltaket skal skattefinansieres, inkluderes en skattefinansieringskostnad.

I rapporten "Åtgärder för att minska transportsektorns utsläpp av växthusgaser - ett regeringsuppdrag" framheves det at effektkjeden for å utløse tiltak går gjennom valg av virkemiddel:

"Effektkedjan består i att man använder ett styrmedel av något slag, ekonomiskt styrmedel eller administrativ reglering eller information/utbildning, som med viss sannolikhet påverkar individer och/eller organisationer så

att de vidtar åtgärder som i sin tur leder till önskvärd effekt. I det här fallet så består önskvärd effekt i att utsläppen av koldioxid (och koldioxidekvivalenter av andra klimatgaser) minskar.”

Videre vises det til at for å beregne den samfunnsøkonomiske kostnaden ved å redusere utslipp, kan man bruke den forventede kostnaden ved å innføre et virkemiddel. Denne kan beregnes ut fra sannsynligheten for at et virkemiddel utløser ett eller flere tiltak. I rapporten er de samfunnsøkonomiske kostnadene beregnet ved å ta utgangspunkt i ulike virkemidler, og deretter beregne utslippsreduksjonene og kostnadene ved tiltakene som med sannsynlighet utløses av disse. Virkemidlene det er tatt utgangspunkt i er infrastrukturinvesteringer, økt beskatning av fossile brennstoff, energieffektivisering, innblanding av biodrivstoff, utbytting av kjøretøy som går på fossilt drivstoff med kjøretøy som går på andre drivstoff, og redusert persontrafikk.

5.4.3. Danmark

I Danmark har Klimarådet, som ble nedsatt i 2014, hatt som formål å etablere en overordnet strategisk ramme for Danmarks klimapolitikk med henblikk på overgangen til et lavutslippssamfunn 2050. I rapporten *“Omstilling frem mot 2030 Byggeklodser til et samfund med lavere drivhusgasudledninger”* (Klimarådet, 2015) fra 2017 la Klimarådet fram sitt forslag til en strategi for omstilling mot 2030 i ikke-kvotepliktig sektor, under hensynet til den langsiktige målsetningen om et lavutslippssamfunn i 2050. Rapporten bruker begrepet *“omstillingselementer”* for å beskrive en klimavennlig endring, for eksempel ny teknologi eller effektivisering. Omstillingselementene betraktes som byggeklosser for reduksjon av klimagassutslipp. Klimarådet undersøkte 20 forskjellige omstillingselementer innenfor forskjellige sektorer (herunder transport, landbruk, oppvarming, industri). Omstillingselementene ligner mye på tiltak, slik de er definert i de norske tiltaksanalysene. I tillegg til den metodiske tilnærmingen som er spesifisert i denne rapporten, gir *“Manual for samfunnsøkonomisk analyse på transportområdet”* (Transportministeriet, 2015) innblikk i generelle føringer for samfunnsøkonomiske analyser.

Nytteeffekten av hvert omstillingselement er gitt ved hvor mye det enkelte omstillingselementet kan redusere utslippene i analyseperioden (her 2021-2030). Potensialet angis ofte for et spesifikt år i framtiden, men utslippsreduksjonene som skjer gjennom analyseperioden er inkludert gjennom en innfasingsprofil som angir hvor raskt potensialet forventes oppnådd. Denne er typisk lineær.

Kostnadene ved de ulike omstillingselementene uttrykkes som skyggepriser, altså kostnaden ved å redusere klimagassutslippene med ett tonn CO₂-ekvivalent i analyseperioden. Skyggeprisen uttrykkes ved nåverdien av merkostnadene ved å innføre tiltaket gitt en viss innfasingsprofil, dividert med potensialet i tonn CO₂-ekvivalenter. Skyggeprisen måles altså i kr/tonn CO₂-ekvivalenter.

Basert på marginalkostnadsbrøken kan de ulike omstillingselementene sammenliknes etter **kostnadseffektivitet**. Skyggeprisene presenteres som kostnadskategorier, hvor det deles inn i fire kategorier:

Skyggepris (kr/tonn CO ₂ -e)	Kostnadskategori
Under 0	Meget billig
0-400	Billig
400-1000	Medium
1000-2000	Dyrt
Over 2000	Meget dyrt

Dette ligner på bruken av kostnadskategorier som Miljødirektoratet har benyttet i sine siste tiltaksanalyser.

Av sentrale metodiske forutsetninger og tilnærming for Danmarks tiltaksanalyser, kan følgende nevnes:

- **Referansebanen – basisfremskrivningen** – er sammenlikningsgrunnlaget for effektene og gir forventet utslippsbane i Danmark dersom det ikke implementeres ny politikk i analyseperioden. I *Manual for samfunnsøkonomisk analyse på transportområdet* beskrives **nullalternativet**, eller basisscenariet, som utviklingen hvis tiltaket ikke blir gjennomført. Dette er tilsvarende som tilnærmingen for referansebanen i Norge.
- **Kalkulasjonsrenten** er satt til 4%. For analyseperioder mellom 36 og 70 år blir den redusert til 3%, og til 2% for perioder over 70 år.
- CO₂-ekvivalentene i **kostnadsbrøken** diskonteres ikke, noe som er tilsvarende som tilnærmingen som har blitt benyttet i Norge.
- Som i Norge, bestemmes prisen for et omstillingselement av de samfunnsøkonomiske kostnadene. Disse angir kostnadene for det danske samfunn samlet sett. Her inngår ikke betalingsstrømmer som for eksempel skatter, avgifter eller tilskudd, som alene

medfører en omfordeling mellom partene. Derimot inngår eksterne effekter (se neste punkt).

- Kostnadene ved å innføre tiltakene skal inkludere eksterne effekter, og disse verdsettes så langt mulig. Dersom det ikke er mulig å verdsette effektene, beskrives virkningene og omfanget kvalitativt. Dette tilsvarer Miljødirektoratets tilnærming. I tillegg brukes en fempunkts karakterskala fra "Store positive" til "Store negative" eksterne effekter med utdypende beskrivelser.
- Kostnader spesifikt knyttet til det valgte virkemiddelet er ikke medregnet i analysen. I rapporten opplyses det at det ikke er tatt stilling til hvilket virkemiddel som skal realisere det konkrete omstillingselementet.
- For å teste robustheten av resultatene, utføres en rekke **følsomhetsanalyser**.

5.4.4. Marginalkostnadskurver (MAC) fra McKinsey & Company – metodisk tilnærming

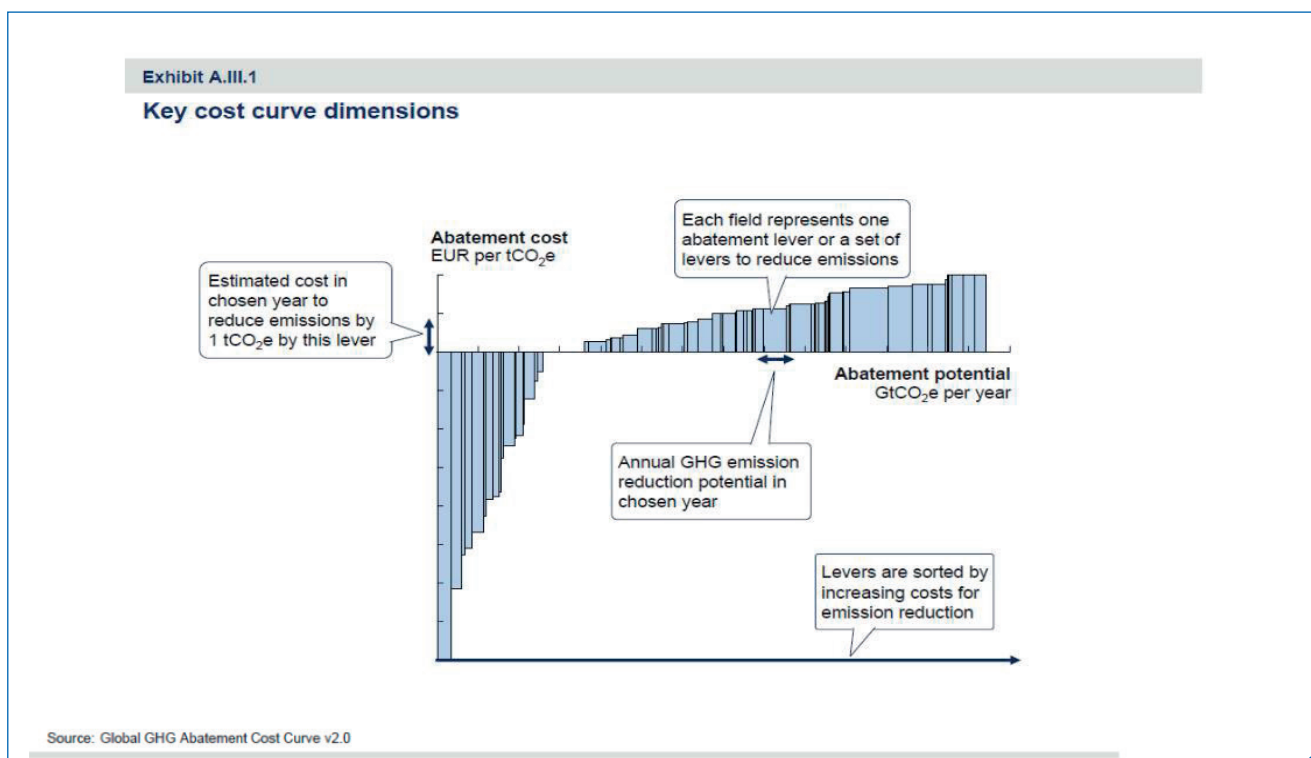
De mest kjente internasjonale prosjektbaserte tiltaksanalysene ble utarbeidet av McKinsey & Company. Marginalkostnadskurver (MAC) har blitt utarbeidet

for en rekke land. Sammenstilling til en global marginalkostnadskurve ble blant annet gjort i 2007 og 2013, og disse er gjengitt blant annet i rapporten fra The Global Commission on the Economy and Climate fra 2014.

I rapporten "Pathways to a low-carbon economy: Version 2 of the global greenhouse gas abatement cost curve" (McKinsey & Company, 2013), appendiks III, gjennomgås den metodiske tilnærmingen McKinsey & Company benytter i utarbeidelsen av marginalkostnadskurvene. Marginalkostnadskurven (MAC-kurven) kombinerer informasjon om teknologiske tiltak, deres potensial for utslippsreduksjoner og kostnader i et gitt år, se Figur 5-5.

Potensialet for utslippsreduksjoner defineres som differansen i volum mellom utslippenes referansebane og utslipp etter at tiltak har blitt gjennomført. Kostnadene defineres som den marginale kostnaden ved en lavutslippsteknologi sammenlignet med referansteknologien, målt i euro per tonn CO₂-ekvivalent reduserte utslipp, se Figur 5-6.

Tiltakskostnaden måles som en årlig annuitet i et gitt målår, og ligner derfor på metoden som ble benyttet i Klimakur2020 (for nærmere omtale av kostnadsbrøken benyttet i Klimakur, se metodenotatet fra Miljødirektoratet (Miljødirektoratet, 2018), vedlegg IV). Marginalkostnadskurven kan sees på som det økonomiske



Figur 5-5. Marginalkostnadskurve fra McKinseys rapport SEQ Figur \s 1 5

Exhibit A.III.2

Abatement cost formula

$$\text{Abatement cost} = \frac{[\text{Full cost of CO}_2\text{e efficient alternative}] - [\text{Full cost of reference solution}]}{[\text{CO}_2\text{e emissions from reference solution}] - [\text{CO}_2\text{e emissions from alternative}]}$$

Figur 5-6. Tiltakskostnadsbrøk jf. McKinsey

potensialet for å redusere årlige klimagassutslipp fra ulike teknologier, og illustrerer på den måten "tilbudet" av utslippsmuligheter uavhengig av et mål (mulig "etterspørsel") etter utslippsreduksjoner.

Av viktige metodiske forutsetninger og tilnærminger ved McKinseys metode for beregning av MAC-kurver, kan nevnes:

- Følgende kostnader inkluderes: Investeringskostnader, driftskostnader som kostnader ved personell og materialkostnader, besparelser i kostnader for eksempel ved bruk av alternativ energi. Kostnadene representerer den rene "prosjektkostnaden" ved å installere og operere lavutslippsteknologier og likner Miljødirektoratets investerings- og driftskostnader.
- Transaksjonskostnader, kostnader ved kommunikasjon/informasjon, subsidier, avgifter, CO₂-kostnader eller øvrig påvirkning på økonomien inkluderes ikke. Kostnader ved implementering av tiltakene (som kostnader ved informasjonskampanjer og treningsprogrammer) anses som transaksjonskostnader, og inkluderes heller ikke i kostnadsberegningen.
- Kostnadene diskonteres med en rente lik den reelle langsiktige renten på statsobligasjoner, tilsvarende 4% per år.

5.4.5. Oppsummering

Gjennomgangen over viser at tiltaksanalysetilnærming også er anvendt i flere andre land og i flere sammenhenger, fra McKinsey som gjorde store globale studier i 2009 og 2013, utredninger både i Sverige og i Danmark, til seneste rapport fra UK Committee on Climate Change i 2019. Det brukes i prinsippet samme tilnærming som i de norske tiltaksanalysene, knyttet til at det er merkostnader i forhold

til en referansebane som beregnes, at både teknologiske tiltak og atferdsmessige tiltak inngår, og at både direkte investeringer og eksterne kostnader inkluderes i kostnadene.

Det er enkelte forskjeller i hvordan analysene behandler levetid/analyseperiode for tiltakene, kalkulasjonsrente eller hvordan kostnadsbrøken er utformet. Kalkulasjonsrenten er i hovedsak på samme nivå som i norske analyser, og ligger på 3,5 – 4%. Analyseperioden vurderes i Storbritannia på samme måte som i Norge; dvs. at den skal dekke levetiden til tiltaket. I Sverige settes levetiden til tiltaket med den korteste levetiden, og en neddiskontert restverdi inkluderes for tiltak med lengre levetid.

Det er ingen av analysene omtalt i dette delkapitlet som neddiskonterer CO₂-ekvivalenter i kostnadsbrøken, og de har dermed tilsvarende tilnærming som i norske tiltaksanalyser, selv om Storbritannia i noen situasjoner bruker sin "weighted average cost comparator" som har et innebygd element av diskontering.

I Sverige beregnes de samfunnsøkonomiske kostnadene ved å ta utgangspunkt i ulike virkemidler, og deretter beregne utslippsreduksjonene og kostnadene ved tiltakene som med sannsynlighet utløses av disse. Dette er annerledes enn tilnærmingen i Norge, hvor kostnadsberegningene tar utgangspunkt i de fysiske tiltakene og ikke inneholder vurderinger av hvilke virkemidler som vil utløse tiltakene.

Analysen fra Storbritannia anerkjenner at metoden har begrensninger, men ser det som et viktig skritt for å identifisere relevante tiltak på et tilstrekkelig detaljert nivå i omstillingen til et nullutslippssamfunn.

6. Metoder brukt i virkemiddelanalyser

Dette kapitlet gir eksempler på metoder brukt til virkemiddelanalyser i norsk forvaltningsøyemed. I kapitlet gjøres det noen vurderinger av tiltaksanalyser inn i virkemiddelanalyser. Øvrig metodebruk blir i hovedsak beskrevet, og ikke vurdert.

6.1. Innledning

Virkemiddelanalyser på klimaområdet studerer effektene av å innføre et nytt virkemiddel, eventuelt av en reform som omfatter flere politikkenninger. Effektene inkluderer oftest endringer i klimagassutslipp, men også andre effekter kan være i fokus, slik som samfunnsøkonomiske kostnader, andre makroøkonomiske størrelser (BNP, investeringer), offentlige budsjetteffekter, konkurransevne, sektorsammensetning eller andre miljøvirkninger.

Virkemiddelanalyser på klimaområdet omfatter mange ulike tilnærminger og gjøres av flere ulike aktører, herunder departementene. Dette kapitlet inneholder en eksempelsamling av hvordan ulike metoder og modeller brukes for å analysere utslippseffekter og kostnader ved eksisterende og mulige nye virkemidler i Norge, som et utgangspunkt for videre arbeid med metodevurdering og -utvikling.

Departementene gjør regelmessige vurderinger av endringer for de virkemidlene de har ansvar for. Årlig vurderes justeringer i avgiftsnivå og innføring/fjerning av nye/eksisterende avgifter, og støtteordninger, reguleringer og andre bevilgninger vurderes i forbindelse med årlig budsjett. I tillegg til det arbeidet som gjøres i departementene eller på oppdrag for departementene, gjennomføres en rekke forsknings- og utredningsprosjekter som også vil kunne inngå i grunnlaget for politikkkutforming.

Virkemiddelanalyser på klimaområdet gjøres for å undersøke utslippseffekten av å bruke spesifiserte virkemidler, for å vurdere hva som er hensiktsmessige virkemidler eller innretninger og dimensjonerings av virkemidler for å oppnå spesifiserte utslippsmål eller gjennomføring av tiltak. Videre kan det være

analyser av ulike effekter av virkemiddelbruken, for eksempel på inntekter og utgifter for det offentlige, samfunnsøkonomiske kostnader, samspillseffekter med andre virkemidler og andre mål.

Ifølge forvaltningsloven skal en sak være så godt opplyst som mulig før et vedtak treffes. Utredningsinstruksen²⁶ gir føringer for hvordan statlige tiltak²⁷ skal utredes for å sikre god kvalitet på beslutningsgrunnlaget for departementene og regjeringen. Det skal i henhold til utredningsinstruksen alltid gjennomføres en utredning, men omfanget av utredningen varierer etter tiltakets størrelse og inngripen. Ved tiltak som forventes å gi vesentlige nytte- eller kostnadsvirkninger skal det gjennomføres en samfunnsøkonomisk analyse i henhold til veileder for samfunnsøkonomisk analyse.

Veilederen til utredningsinstruksen beskriver metoder som kan brukes til å beregne samfunnsøkonomiske effekter i utredninger gjennomført i tråd med utredningsinstruksen, og den beskriver i hovedsak metode for nytte-kostnadsanalyser. Rammeverket er i form av en stegvis og skjematisk gjennomgang som kort oppsummert består av identifikasjon av mål og relevante tiltak, positive og negative virkninger og en totalvurdering av samfunnsøkonomisk lønnsomhet. Flere av metodene for virkemiddelanalyser som er gjennomgått i kapittel 3 er mer omfattende modellverktøy enn veilederen tar for seg; de generelle likevektsmodellene er et eksempel på dette.

Det kan også benyttes en kombinasjon av flere metoder for å analysere effekt av et virkemiddel. Eksempelvis ble det forut for innføring av det nasjonale bedriftskvotesystemet i 2005 gjennomført konsekvensanalyser med flere økonomiske metoder (makroanalyser, tiltaksanalyser, sektoranalyser).

Analyser av virkemidler kan deles opp i ex-ante og ex-post. Ex-post-analyser studerer den observerte effekten av allerede innførte virkemidler ved hjelp av statistiske

²⁶ Utredningsinstruksen, <https://lovdata.no/dokument/INS/forskrift/2016-02-19-184?q=utredningsinstruksen>

²⁷ Merk at med "tiltak" her menes også virkemidler – offentlige beslutninger. Tiltaksdefinisjonen er dermed ikke den samme som den som er lagt til grunn i kapittel 5 i denne rapporten.

Utredningsinstruksens **minimumskrav til utredning** i form av seks spørsmål som skal besvares i alle utredninger:

- Hva er problemet, og hva vil vi oppnå?
- Hvilke tiltak er relevante?
- Hvilke prinsipielle spørsmål reiser tiltakene?
- Hva er de positive og negative virkningene av tiltakene, hvor varige er de, og hvem blir berørt?
- Hvilket tiltak anbefales, og hvorfor?
- Hva er forutsetningene for en vellykket gjennomføring?

metoder eller simuleringsmetoder som forsøker å isolere virkningen av virkemidlet. Ex-ante-analyser analyserer mulige effekter av endringer i virkemiddelbruk eller omgivelsene de skal virke i. Eksempelvis er det krav om både ex-post og ex-ante analyser i rapportering til FN om nasjonal klimapolitikk. I arbeidet med utslippsframskrivninger gjøres det ex-ante-vurderinger av eksisterende virkemidlers framtidige utslippseffekt (se kapittel 4 for hvilke metoder som benyttes for utarbeidelse av framskrivingene).

6.2. Hvilke metoder benyttes til hvilke typer utredninger

Kapittel 3 gjennomgår ulike metoder og konkretiseringer av metoder/modeller brukt i Norge. Utover utredningsinstruksen gis det ingen sentrale føringer for hvilke metoder som skal velges for hvilke typer utredninger. Både hvilke spørsmål man trenger svar på i utredningen, tilgangen på data og tiden man har til rådighet spiller inn når man velger metode. Tabell 6-1 viser eksempler på metoder brukt i norske virkemiddelutredninger og kobler disse til hvilke kompetansemiljøer som er aktive i å utvikle og/eller anvende modellene. Tabellen gir imidlertid ikke en full oversikt over verken virkemiddelutredninger eller kompetansemiljøer. For en grundig gjennomgang av energisystemmodeller har Forskningsrådet utarbeidet et notat (Forskningsrådet, 2017) som gir en mer komplett oversikt over og beskrivelse av modeller som brukes i Norge.

I resten av dette kapitlet gis det eksempler på gjennomførte norske virkemiddelanalyser, som utdyper

tabell 6-1. Gjennomgangen følger strukturen i tabellen og fra kapittel 3, og starter med virkemiddelanalyser ved bruk av partielle metoder og videre til generelle metoder som dekker hele økonomien. Avslutningsvis ser vi på virkemiddelanalyser ved kombinasjon av metoder eller modeller.

6.3. Eksempler på virkemiddelanalyser ved bruk av partielle metoder

6.3.1. Virkemiddelanalyser ved bruk av priselastisiteter

Ved beregning av provenyeffekten ved endringer i særavgifter tar Finansdepartementet hensyn til at endringen vil påvirke aktørenes tilpasning. Økt avgift på fossile drivstoff vil for eksempel redusere etterspørselen etter fossile drivstoff. Den reduserte etterspørselen etter fossile drivstoff vil isolert sett gi et provenytap, men også reduserte utslipp av CO₂. Slike endringer i atferd kan anslås ved å benytte elastisiteter i provenyberegningene, som reflekterer hvilken innvirkning endring i pris har på etterspørsel, og dermed utslipp fra den spesifikke aktiviteten.

De priselastisitetene Finansdepartementet benytter er kortsiktige priselastisiteter for etterspørsel, og skal reflektere tilpasningene første året etter avgiftsendringen, se kapittel 3.2.2. Priselastisiteten for tilbudet antas å være uendelig. I vurderinger av langsiktige virkninger av avgiftsendringer, herunder virkninger på utslipp av klimagasser, vil langsiktige priselastisiteter være relevante. Finansdepartementet har ikke fastsatt langsiktige elastisiteter, og oppgir derfor normalt heller ikke langsiktige utslippsvirkninger av avgiftsendringer.

Finansdepartementet publiserer av og til beregnede utslippsvirkninger av avgiftsendringer. Et eksempel er i Meld. St. 1 (2016-2017) Nasjonalbudsjettet 2017 (avsnitt 3.8.4) hvor det ble anslått at de foreslåtte økningene i veibruksavgiftene, CO₂-avgiften på mineralolje og avgiften på HFK og PFK på kort sikt kunne gi utslippsreduksjoner på til sammen om lag 0,2 millioner CO₂-ekvivalenter. Langsiktige utslippsvirkninger ble ikke tallfestet, men det ble presisert at de langsiktige utslippsreduksjonene kunne bli større enn de kortsiktige.

Finansdepartementet får hvert år et stort antall budsjettspørsmål fra Stortinget hvor det bes om provenyvirkninger av ulike skatte- og avgiftsendringer.

Tabell 6-1 Oversikt over metoder brukt i virkemiddelanalyser i Norge			
Metoder	Type virkemidler	Eksempler	Norske kompetanse-miljøer
<i>Partielle metoder</i>			
Prosjektanalyser-tiltaksanalyser Nytte-kostnads-analyser	Reguleringer; forbud og påbud	Nytte-kostnads-analyser av investeringsprosjekter i samferdselssektoren Konsekvensutredninger av reguleringer Input til teknologirike modeller	Klima- og miljødepartementet Miljødirektoratet Vegdirektoratet
Priselastisiteter	Skatter og avgifter CO ₂ -avgift	Etterspørselastisiteter for drivstoff	Finansdepartementet
Partielle likevektsmodeller eller sektormodeller i transportsektoren	Samferdselsprosjekter Arealplanlegging Nasjonal Transportplan	Nasjonal og regional persontransportmodell (NTM6 og RTM) Nasjonal godstransportmodell (NGM) Modell for kjøretøyparken (BIG)	TØI, Sintef Vegdirektoratet Jernbanedirektoratet Samferdselsdepartementet Div. konsulenter
Partielle modeller for skog- og jordbrukssektoren	Vurdering av tiltak og virkemidler i skog- og jordbrukssektoren	Jordmod NFSM (Nordisk skogsektormodell)	NMBU NIBIO Landbruks- og matdepartementet
Partielle likevektsmodeller for energisektoren	Framskrivninger av energibruk Optimering av innfasing av ulike energiteknologier gitt ulike rammebetingelser, eksempelvis fornybar energi. Effektstudier	TIMES Libemod	NVE/IFE SSB/Frischsenteret
<i>Generelle metoder</i>			
Likevektsmodeller for hele eller deler av økonomien	Karbonpris og avgifter Effekten av avgift på utslipp eller hvilken avgift som vil gi en gitt utslippsreduksjon	SSBs makromodeller MSG-TECH og SNOW	SSB Finansdepartementet

I enkelte tilfeller bes det også om utslippsvirkninger av avgiftsendringer. Boks 6-1 viser et eksempel på et slikt spørsmål og svar.

Det svenske finansdepartementet har fastsatt langsiktige priselastisiteter for etterspørselen for

enkelte energivarer. For bensin og diesel bruker det svenske finansdepartementet priselastisitet på -0,7 for husholdninger og -0,2 for næringsdrivende, mens for andre energivarer benyttes priselastisiteter mellom -0,5 og -1,0, jf. Beräkningskonventioner 2019, side 199 (Finansdepartementet (Sverige), 2018). En nærmere

BOKS 6-1 Spørsmål 51 fra Finanskomiteen/MDGs fraksjon av 10.10.2018 til statsbudsjettet 2019

Spørsmål:

Hva blir provenyeffekten av å øke veibruksavgiften på autodiesel med 5 kroner?

(...)

Hva blir effekten på klimagassutslippene i 2019, 2020 og 2030 av en slik beslutning?

Svar:

Regjeringen har i statsbudsjettet for 2019 foreslått å prisjustere veibruksavgiften på autodiesel til 3,81 kroner per liter. Å øke veibruksavgiften på diesel med 5 kroner per liter utover regjeringens forslag kan på svært usikkert grunnlag anslås å gi et merproveny på 11,3 mrd. kroner påløpt og 10,4 mrd. kroner bokført.

(...)

Avgifter påvirker prisen på det avgiftsbelagte produktet og dermed også etterspørselen. Dersom forbruk av slike produkter fører til utslipp av klimagasser, vil avgiftene også påvirke klimagassutslippene.

Finansdepartementet har anslått virkningene på utslippene av å øke veibruksavgiften på diesel med 5 kroner per liter utover regjeringens forslag. Anslagene er i hovedsak basert på Finansdepartementets standard metode for provenyberegninger av avgiftsendringer, hvor det blant annet benyttes priselastisiteter for å ta hensyn til at økte avgifter gir redusert etterspørsel. Metoden for provenyberegninger er nærmere beskrevet i Finansdepartementets beregningskonvensjoner (Finansdepartementet (Norge), 2017).

En økning i veibruksavgiften på diesel med 5 kroner per liter utover regjeringens forslag kan på kort sikt isolert sett anslås å gi utslippsreduksjoner på i størrelsesorden 500 000 - 800 000 tonn CO₂.

Finansdepartementets metode for beregning av provenyvirkninger av avgiftsendringer er begrenset til virkningen i budsjettåret. Anslagene er svært usikre og gjelder utslipp slik de måles i det norske utslippsregnskapet. For det første er det usikkert hvor prisfølsom etterspørselen etter ulike avgiftsbelagte produkter er. Usikkerheten er større ved store avgiftsendringer enn ved mindre avgiftsendringer. For det andre vil virkningen av avgiftsendringer normalt være større på lang sikt enn på kort sikt. På kort sikt vil f.eks. økte veibruksavgifter gi insentiver til å redusere forbruket av drivstoff gjennom redusert kjøring, men økte veibruksavgifter gir også insentiver til å skifte ut eksisterende kjøretøy med mer drivstoffgjerrige kjøretøy eller nullutslippskjøretøy. Dette vil gi økte utslippsreduksjoner over tid. Teknologisk utvikling kan også føre til at utslippsreduksjonene blir større på lang sikt enn på kort sikt. Ny teknologi, som ikke er konkurransedyktig i dag, kan bli konkurransedyktig i framtiden. Departementet har imidlertid ikke grunnlag for å tallfeste slike effekter.

For å videreutvikle den faglige metodikken for å kunne anslå klimaeffekten av fremlagt budsjett på en god måte, har regjeringen oppnevnt et teknisk beregningsutvalg for klima. Utvalget er blant annet gitt i oppgave å foreslå metoder for beregninger av klimaeffekt av statsbudsjettet, herunder metoder for å anslå virkninger på klimagassutslipp av endringer på statsbudsjettets inntekts- og utgiftsside.

beskrivelse av hvordan det svenske finansdepartementet tar hensyn til atferdsendringer ved endret CO₂-avgift finnes i (Hammar & Sjöström, 2011).

Metastudien til Labandeira et al. (2017) bekrefter at langsiktige priselastisiteter er høyere (i absoluttverdi)

enn de kortsiktige priselastisitetene, jf. Tabell 6-2. De langsiktige priselastisitetene vil ofte være flere ganger høyere enn de kortsiktige priselastisitetene.

Tabell 6-2 Gjennomsnittlige priselastisiteter på energiprodukter i den økonomiske litteraturen

Energivare	Kort sikt	Lang sikt
Elektrisitet	-0,126	-0,365
Naturgass	-0,180	-0,684
Bensin	-0,293	-0,773
Diesel	-0,153	-0,443
Fyringsolje	-0,017	-0,185

Kilde: Labandeira et al. (2017)

Boks 6-2 viser hvordan man, med utgangspunkt i Finansdepartementets metode for provenyberegninger, supplert med et anslag på langsiktige priselastisiteter for etterspørselen, kan beregne kortsiktige og langsiktige virkninger på utslipp av en avgiftsendring. Ved beregning av langsiktige virkninger, må en i tillegg ta hensyn til at avgiftsgrunnlaget kan endre seg over tid, blant annet som følge av teknologisk utvikling og eksisterende virkemidler. Dersom langsiktige virkninger beregnes med utgangspunkt i dagens forbruk av fossile drivstoff, så kan det innebære at de langsiktige virkningene overdrives. Langsiktige beregninger bør derfor baseres på en langsiktig

BOKS 6-2 Regneeksempel – økt avgift på diesel

Anta at vi skal vurdere virkningen av en økning i avgiftene på fossil diesel med 50 øre per liter utover prisjustering. Med en egenvekt på 0,84 kg/liter og en utslippsfaktor på 3,17 kg CO₂/kg diesel, vil 50 øre per liter fossil diesel tilsvare 188 kroner per tonn CO₂.

Anta at referanseprovenyet for drivstoffavgiftene (veibruksavgift og CO₂-avgift) på fossil diesel (Y) er 15 mrd. kroner. Anta videre at de samlede drivstoffavgiftene på fossil diesel i referansesystemet (t) utgjør 5 kroner per liter og at pumpeprisen (p) er 15 kroner per liter. I referansesystemet omsettes det da 3000 mill. liter fossil diesel. CO₂-utslippene fra bruk av fossil diesel er dermed om lag 8 mill. tonn.

Dersom vi legger til grunn en kortsiktig priselastisitet for etterspørselen (ε) på -0,2 og en uendelig priselastisitet for tilbudet, vil en avgiftsøkning (Δτ) på 50 øre, tilsvarende 10 prosent, gi et merproveny (P) på om lag 1 360 mill. kroner. I provenyberegningen tas det hensyn til at det ilegges merverdiavgift (m) på 25 prosent på toppen av drivstoffavgiftene. Det antas imidlertid at de samlede merverdiavgiftsinntektene ikke påvirkes av endringer i drivstoffavgiftene, siden forbrukernes samlede konsumutgifter ikke antas å påvirkes av endringer i særavgiftene.

$$\begin{aligned}
 P &= Y \frac{\Delta\tau}{100} + Y \left(1 + \frac{\Delta\tau}{100}\right) \left[\varepsilon \left(1 + \frac{m}{100}\right) \frac{t}{p} \frac{\Delta\tau}{100}\right] \\
 &= 15000 \frac{10}{100} + 15000 \left(1 + \frac{10}{100}\right) \left[-0,2 \left(1 + \frac{25}{100}\right) \frac{5}{15} \frac{10}{100}\right] \\
 &= 1500 - 137,5 = 1362,5
 \end{aligned}$$

Med et totalproveny på om lag 16 360 mill. kroner og en ny avgiftssats på 5,50 kroner per liter, kan omsetningen av diesel etter avgiftsøkningen anslås til 2 975 mill. liter, altså en nedgang på om lag 25 mill. liter. Gitt forutsetningene i regneeksempellet, kan dermed en økning i avgiftene på fossil diesel med 50 øre per liter, på kort sikt anslås å redusere utslippene med i størrelsesorden 65 000 tonn CO₂.

For langsiktige virkninger kan priselastisiteten for etterspørselen for eksempel settes til -0,6. Plugges denne elastisiteten direkte inn i beregningen over, kan en økning i avgiftene på fossil diesel med 50 øre per liter, på lang sikt, anslås å redusere omsetningen av diesel med om lag 75 mill. liter. Dette vil gi en utslippsreduksjon på i størrelsesorden 200 000 tonn CO₂. I denne beregningen er det ikke tatt hensyn til at utslippsframskrivingene legger til grunn fallende forbruk av diesel. Anslaget på 200 000 tonn CO₂ vil derfor overdrive den reelle utslippsreduksjonen som følge av avgiftsøkningen.

Anta at utslippsframskrivingene legger til grunn at forbruket av fossil diesel vil reduseres med 25 prosent de neste 10 årene. "Referanseprovenyet" 10 år fram må dermed nedskaleres med 25 prosent. Tilsvarende må også alle langsiktige virkninger nedskaleres med 25 prosent. Gitt denne forutsetningen, kan det anslås at en økning i avgiftene på fossil diesel med 50 øre per liter, på 10 års sikt, kan gi en utslippsreduksjon på i størrelsesorden 150 000 tonn CO₂ sammenliknet med referansebanen.

referansebane for avgiftsgrunnlagene som i størst mulig grad er konsistent med utslippsframskrivingene.

6.3.2. Prosjekt-/tiltaksanalysetilnærming i virkemiddelvurderinger

I kapittel 3.2.1, samt kapittel 5, gjennomgås metode for tiltaksanalyser. Tiltaksanalysene er som nevnt først og fremst en metode som brukes for å beskrive hvilke typer tiltak som kan redusere utslipp eller øke opptak av klimagasser og hvilke kostnader det vil kunne ha. Analysene spesifiserer ikke hvilket eller hvilke virkemidler som kan utløse tiltaket. Prosjektanalyser /tiltaksanalyser har blant annet klare begrensninger i å analysere generelle prisvirkemidler som avgifter som dekker mange aktører, jf. omtale i kapittel 3.6. Likevel vil resultater eller informasjon fra tiltaksanalyser kunne brukes på ulike måter i analyser av virkemidler.

6.3.2.1. Prosjektanalyser brukt i utredning av reguleringer

Den mest konkrete bruken av informasjon fra tiltaksanalyser, eller andre prosjektbaserte analyser, er knyttet til utredninger av forbud og påbud. I denne sammenheng brukes tiltaksanalysene til konkrete vurderinger av hva forbudet/påbudet vil kunne utløse av utslippsreduksjoner og kostnader knyttet til dette, med tilhørende drøfting av usikkerhet knyttet til kostnader og utslippsreduksjoner og eksterne effekter. Konsekvenser for enkeltaktører og sektorer for å kunne vurdere og eventuelt kunne kompensere for uønskede fordelings effekter analyseres. Ofte utredes alternative innretninger av reguleringen. Offentlige utredninger, lov- og forskriftsforslag og forslag til tiltak med vesentlige virkninger skal legges ut på offentlig høring. Det gir mulighet for å få tilbakemeldinger om det skulle være feil i forutsetninger og vurderinger, og bidrar dermed til å sikre at flest mulig konsekvenser av innføringen av virkemidlet blir belyst. Et eksempel på en slik virkemiddelutredning basert på tiltaksanalysetilnærmingen er forbud mot bruk av mineralolje til oppvarming av bygninger, se Boks 6-3.

Tilnærmingen er partiell, og forutsetningene for analysene er transparente. Det gjør det mulig å kommunisere og justere forutsetningene i kommunikasjon med berørte parter. Det at analysene er partielle gjør imidlertid at man ikke får belyst samvirkende effekter/makroeffekter. Atferdsrespons og kostnader ved disse belyses ikke i slike analyser.

6.3.2.2. Øvrig anvendelse av informasjon fra tiltaksanalyser til virkemiddelvurderinger

Som en del av tiltaksanalysene framskaffes informasjon som kan ha nytte inn i virkemiddelvurderinger. I forbindelse med tiltaksanalysene utredes i økende grad en del ikke-kostnadsfestede barrierer som ikke inngår i selve tiltaksanalysen (nåverdberegningen), men som kan ha betydning for gjennomføring av tiltaket. I mandatet for Klimakur 2030 bes for eksempel faggruppen som skal gjennomføre utredninger av mulige tiltak og virkemidler for å oppfylle klimamål i 2030 om å gjennomføre en barriereanalyse både av tiltaks-/sektorspesifikke barrierer og av overordnede/generelle barrierer. Se Boks 6-4 for type barrierer. Barrierene vil kunne innebære at de reelle kostnadene ved å gjennomføre tiltaket er høyere enn den beregnede tiltakskostnaden ved tiltaket. Barrierene vil kunne ha betydning for hvilke virkemidler som er best egnet til å utløse reduksjonspotensialet. Som det framgår av boksen vil mange typer barrierer dreie seg om markedsimperfeksjoner. Jo mer vi vet om slike, jo bedre kan virkemiddelporteføljen tilpasses for å motvirke dem. For eksempel vil nåtidsskjevhet, dersom det ikke representerer faktiske preferanser, kunne trekke i retning av å også ha virkemidler som rettes mot investeringstidspunktet. Et annet eksempel er asymmetrisk eller manglende informasjon om mulige nullutslippsløsninger, som kan innebære et større behov for informasjonsvirkemidler eller såkalte "nudging"-virkemidler.

Selve informasjonen som innhentes i tiltaksanalyser kan videre ha nytteverdi inn i modeller som brukes til virkemiddelanalyser. Kostnader fra tiltaksanalyser er eksempelvis brukt som input for kostnadskurver i numeriske, generelle og partielle modeller, som igjen brukes til virkemiddelanalyser. For eksempel ble informasjon om privatøkonomiske kostnader og utslippsreduksjoner fra Klimakur 2020s tiltaksanalyser for veitransport, industri og olje- og gassutvinning brukt til å estimere privatøkonomiske marginale rensekostnadskurver ved teknologiomlegginger i den generelle likevektsmodellen MSG-TECH (se kapittel 3.4. og 6.5.1). Slik vil teknologiske investeringer kunne utløses i modellen som respons på virkemidler. I Klimakur 2020 ble MSG-TECH brukt i studier av ulike avgifter på utslipp av klimagasser. I Fæhn og Isaksen (2016) ble avgifter og subsidier analysert. Tiltakskostnader knyttet til energitiltak brukes også inn i ulike sektormodeller, som TIMES (se kapittel 6.3.4.).

BOKS 6-3 Forbud mot bruk av mineralolje (fossil olje) til oppvarming av bygninger fra 2020

Utgangspunktet for forbudet er at Stortinget i 2012 ba regjeringen innføre et forbud mot fyring med fossil olje. Forbudet innebærer at fyring med mineralolje til oppvarming av bygninger forbyes fra 1. januar 2020. Hensikten med et forbud mot fyring med mineralolje (fossil olje) er å redusere utslipp av klimagasser fra oppvarming av bygninger, samtidig som hensynet til forsyningssikkerheten ivaretas. Mineralolje er olje av mineralsk opprinnelse, også omtalt som fossil olje, herunder fyringsolje og fyringsparafin. Forbudet retter seg mot den som eier eller bruker fyringsanlegg. Det er selve bruken av mineralolje som reguleres. De som benytter mineralolje til bygningsoppvarming i dag må bytte til en annen oppvarmingsløsning innen 2020.

Miljødirektoratet, på oppdrag fra KLD, utredet i 2016 konsekvensene av et forbud mot fyring med mineralolje (Miljødirektoratet, 2016). I prosessen mottok Miljødirektoratet innspill fra Norges Vassdrags- og energidirektorat (NVE), Direktoratet for byggkvalitet (DiBK) og Enova.

Konsekvensutredningen belyser kostnader og nytteeffekter knyttet til innføringen av to varianter av et forbud, dvs. både forbud mot fyring med fossil olje og parafin i boligbygninger og som grunnlast i yrkesbygninger, og et forbud som også omfatter spisslast (dvs. når den primære varmekilden ikke er tilstrekkelig) i yrkesbygninger. I konsekvensutredningen understrekes det at forbudet vil berøre et bredt spekter av anlegg, og at det er krevende å anslå hvilke kostnader og konsekvenser et forbud vil få. Dette skyldes blant annet manglende informasjon om dagens bestand og bruk av oljekjeler og parafinkaminer. Det er også stor variasjon i hvilke alternative oppvarmingsmuligheter aktørene har. Det er likevel gjort estimater for å illustrere mulige effekter av forbudet, men usikkerheten ved estimatene understrekes.

For å illustrere hvilken effekt de ulike variantene av et forbud kan få ble det estimert hvor store direkte utslipp av CO₂ fra fossil olje og parafin som fjernes (forbrenningsutslipp). Estimaten ble beregnet på følgende måte:

- Uten forbud forutsettes en utfasing av olje- og parafinfyring som i et nærmere angitt referansescenario

- Med forbud forutsettes det at alle berørte oljekjeler og parafinkaminer fases ut gradvis i perioden 2016-2020.
- Utslippsreduksjoner er beregnet som differansen mellom referansescenario og forbudsscenarioene

For å estimere kostnadene ble det utarbeidet kostnadmessig representative scenarioer for hvilke oppvarmingsløsninger som kommer til erstatning for oljekjeler og parafinkaminer. Det ble gjennomgående lagt til grunn konservative (dvs. høye) anslag for kostnader der det har vært tvil om hvilke forutsetninger som skulle legges til grunn. Kostnadene ved tiltaket ble beregnet ved hjelp av nåverdimetoden. Analyseperioden var satt til 2016-2035. Kostnadene var beregnet som differansen mellom et referansescenario (situasjon uten forbud) og de ulike forbudsscenarioene. Følgende kostnadskomponenter inngikk i beregningene: Investeringskostnader, faste driftskostnader, energikostnader, fjerning oljekjel, fjerning oljetank. Enhetskostnader knyttet til investering og bruk av ulike oppvarmingsløsninger, samt energipriser, var basert på informasjon fra NVE gitt i rapporten "Kostnader i energisektoren" (NVE, 2015). Kalkulasjonsrenten var satt til 4 %.

Helse- og miljøeffekter var ikke priset inn. I tillegg ble følgende effekter oppgitt å komme i tillegg som ikke-prissatte virkninger, som ble diskutert kvalitativt i konsekvensvurderingen:

- Forbudet forventes å bidra til raskere oppgraving av eldre oljetanker. Dette gir redusert fare for forurensing av grunnen og sparte kostnader knyttet til opprydning etter oljelekkasjer (lavere administrative kostnader).
- Forbudet kan medføre behov for oppgraderinger av kraftnettet, som vil innebære kostnader.

Analysen ble brukt for å synliggjøre konsekvensene av forbudet for Stortinget. Vurderingen i den samfunnsøkonomiske analysen var at basert på prissatte konsekvenser framstår forbudet som samfunnsøkonomisk lønnsomt, men det understrekes at den beregnede samfunnsøkonomiske lønnsomheten er svært følsom for energiprisene som legges til grunn. Videre vil de ikke-prissatte virkningene trekke lønnsomheten i ulik retning. Forbudet ble vedtatt i juni 2017.

6.3.3. Virkemiddelvurderinger i transportmodeller

Transportmodeller kan brukes til å se på effekten av ulike virkemidler. Aktuelle virkemidler kan være vegbygging, endret kollektivtilbud (for eksempel rutetilbud eller kollektivpriser), avgifter, bompenger, fartsgrenser, arealpolitikk (dvs. hvordan bosettingen i grunnkretser vil utvikle seg) m.m. I dette kapitlet gis noen eksempler på virkemiddelvurderinger som er gjort med transportmodellene som benyttes av transportvirksomhetene under Samferdselsdepartementet. Eksempelene er hentet fra TEMPO-prosjektet, dokumentert i TØI-rapport 1321/2014 (Vegen mot klimavennlig transport). Eksempelene er noen år gamle, og både modeller og input er oppdatert siden den tid, men de illustrerer likevel prinsippene for hvordan denne type modeller kan benyttes til analyse av virkemidler innen transportsektoren. For en nærmere beskrivelse av modellene, se kapittel 3.

Transportmodellene tar hensyn til en rekke relevante forhold og er trolig den beste metoden for å få innsikt i utfallet av komplekse transportprosesser med et stort antall aktører. Modellene er svært detaljert beskrevet på geografisk nivå. Det betyr at konkrete forslag til for eksempel bomplasseringer kan studeres. Selv om transportmodellene gir en detaljert beregning av ulike tiltak og virkemidler innenfor transportsektoren, er det viktig å være klar over at det ikke beregnes virkninger innen andre sektorer, som for eksempel at økte kostnader knyttet til bilkjøring kan påvirke forbruk (og utslipp) innenfor andre

sektorer i samfunnet. I noen tilfeller er det, i samarbeid med andre forskningsmiljøer, gjort beregninger hvor man itererer mellom transportmodeller og andre sektormodeller for å få fram at tiltak i transportsektoren også påvirker andre sektorer (og omvendt). Eksempler på dette er skogsektoren og energisektoren. Det er foreløpig ikke gjort forsøk på full integrasjon mellom transportmodeller og andre sektormodeller.

Usikkerheten i beregningene er stor, blant annet fordi modellene ikke tar høyde for alle tilpasninger, som for eksempel overgang til elbil eller endring i bosted, som følge av endringer i tiltak eller virkemidler. I tillegg er det usikkerhet knyttet til forutsetningene i modellene, til inngangsdata og til de dataene fra reisevaneundersøkelsene som modellene er estimert opp mot. Siden ulike modeller benyttes til å analysere korte og lange reiser, transportomfang og valg av kjøretøy, kan det være utfordrende å analysere virkemidler som påvirker atferd på tvers av disse skillelinjene (som for eksempel høyere drivstoffavgifter). Dersom endringene i tiltak eller virkemidler er store vil det ikke finnes empiri som modellene kan verifiseres mot.

I modellene er en rekke faktorer eksogene. Det gjelder for eksempel lokaliseringen av boliger, arbeidsplasser og andre mulige reisemål, samt husholdningenes inntekt og valg av biltype. Ved marginale endringer i de faktorene man studerer kan dette være rimelige antakelser, men radikale endringer vil kunne føre til endringer i de eksogene faktorene, som ikke vil fanges opp av modellene (TØI

BOKS 6-4 Barrierer som gjør det vanskeligere å utløse potensialet for utslippsreduksjoner

FNs Klimapanel definerer barrierer som faktorer som gjør det vanskeligere å oppnå potensialet for utslippsreduksjoner: "A barrier is any obstacle to reaching a potential that can be overcome by a policy, programme, or measure". (IPCC (2001) Third Assessment Report, Report of Working Group III, kapittel 5). Med utgangspunkt i IPCCs tilnærming for å vurdere barrierer, kan det skilles mellom følgende tre hovedkategorier av barrierer:

- Markedsrelaterte og institusjonelle barrierer, ofte referert til som "markedssvikt". Dette omfatter barrierer som mangel på velfungerende markeder, herunder at eksterne kostnader ikke tas hensyn til i markedsdannelsen eller at det er mangelfull eller asymmetrisk informasjon etc. Transaksjons-

kostnader og manglende systemer for eiendomsrettigheter/patentrettigheter er også eksempler på denne typen barrierer.

- Sosiale og kulturelle barrierer, herunder atferdsmessige barrierer. Dette omfatter for eksempel "nåtidskjevhet" (umiddelbar kostnad vektet tyngre i beslutningen enn framtidige besparelser, utover vektingen gitt i avkastningskravet), "tapsaversjon" (forventet nedside, som behov for endret driftsmønster, vektet tyngre enn forventet gevinst) og "status quo-bias" (det vil si tilbøyelighet til å holde seg til kjente løsninger).
- Teknologiske barrierer, som umoden teknologi/mindre grad av teknologiutvikling enn det som er optimalt.

rapport 1321/2014, 2014). Beregningene tar for eksempel ikke hensyn til at økt drivstoffpris (for eksempel grunnet økt CO₂-avgift) vil forsterke incentivet til å kjøpe mer drivstoffeffektive biler. For å få fram hvordan ulike tiltak påvirker valg av transportteknologi, kan man bruke andre modeller, som for eksempel BIG-modellen (se kapittel 3.2.3), til å beregne elbilandeler m.m. Disse andelene kan deretter brukes som input i transportmodellene. På samme måte kan man tenke seg at et infrastrukturprosjekt som for eksempel bedrer transporttilbudet i et område vil føre til økt tilflytting, og dermed til økt etterspørsel etter transport. Dette fanges ikke opp i modellene, men endret bosetting kan legges inn eksogent. Resultatene må tolkes med slike begrensninger for øyet og med fordel sammenholdes med andre kilder til kunnskap om de sammenhengene som studeres.

6.3.3.1. Modellberegninger ved bruk av NTM5 og RTM

For å gi svar på hvordan klimagassutslippene fra persontransporten i Norge vil endre seg som følge av endringer i blant annet drivstoffavgifter og bompenger, ble det i TEMPO-prosjektet gjort analyser for lange reiser over 7 mil ved hjelp av NTM5 (forløper til dagens langdistansemodell NTM6) og for korte reiser under 7 mil ved bruk av RTM-modellen for "intercity-området" på det sentrale Østlandet. Utgangspunktet for beregningene var et basisalternativ som anses representativt for situasjonen per år 2010. Scenarioene som beregnes representerer endringer sammenliknet med dette basisscenarioet. Slik transportmodellene er satt opp, er den reiseatferden som framkommer i det enkelte scenario å tolke som en form for langsiktig likevektsløsning under de gjeldende forutsetninger. Det innebærer at når man i omtalen av

resultatene bruker uttrykk som "transportarbeidet blir mindre" eller "CO₂-utslippet synker", så sammenliknes det med en situasjon der det aktuelle virkemiddelet ikke er blitt benyttet.

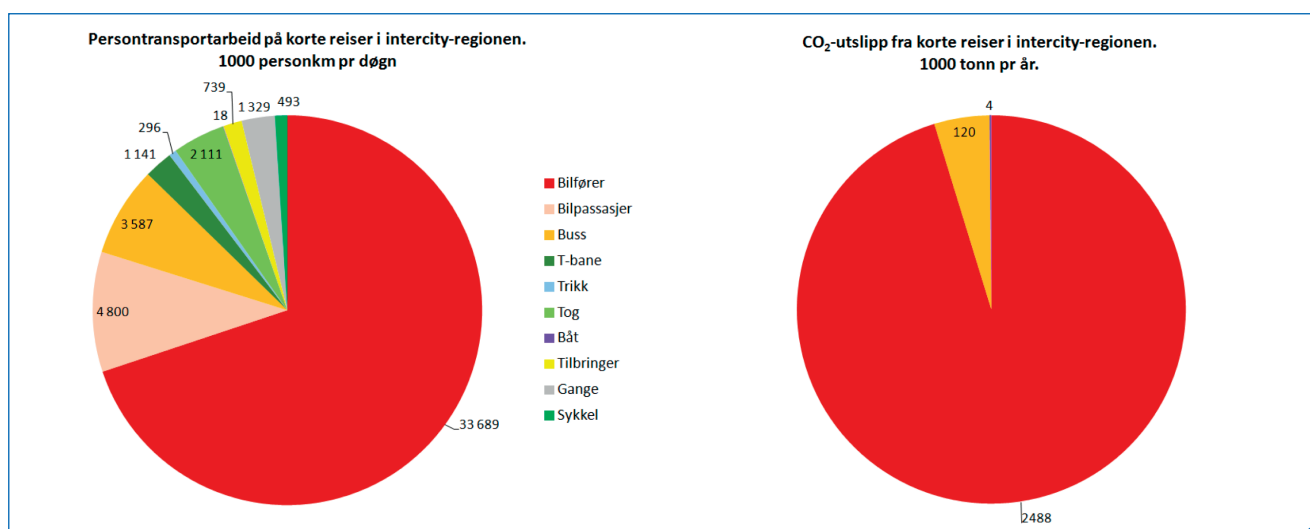
6.3.3.2. Basisscenarioet

Basisalternativet (2010) er beskrevet i Figur 6-1 og Figur 6-2. Personbilen sto for 80 prosent av transportarbeidet på korte reiser i intercity-området og 97 prosent av de tilsvarende CO₂-utslippene. Også på lange reiser var bilen viktigst, med ca halvparten av transportarbeidet. Flyene står for 32 prosent. Ser vi på CO₂-utslippet fra lange reiser (innenlands), står flyet for 54 prosent og bilen for 39 prosent.

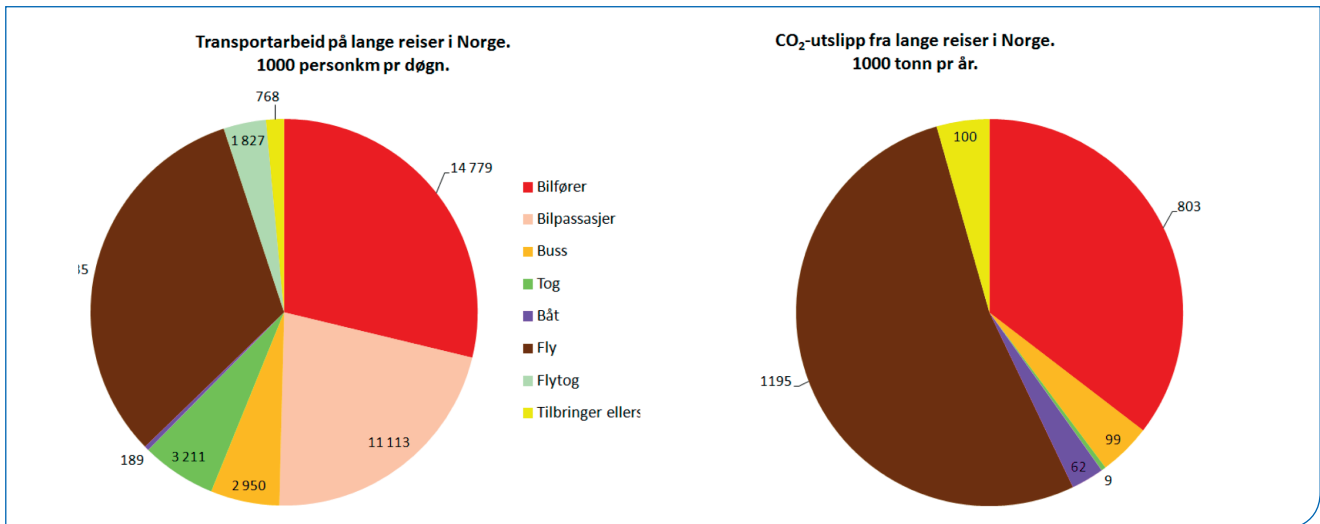
Utslippene er her beregnet basert på modellens trafikk- og transportarbeid, med faste utslippsfaktorer per kilometer. Dagens modeller er forbedret med en energimodell som innebærer at drivstofforbruk (med tilhørende utslipp) beregnes basert på egenskaper både ved kjøretøyene og infrastrukturen, for eksempel vegens hastighet og kurvatur. Dette vil innebære at utslippene vil kunne beregnes betydelig riktigere enn da disse eksempelberegningene ble gjort.

6.3.3.3. Drivstoffavgifter og drivstoffpriser

Drivstoffavgiftene i Norge består av to deler, en veibruksavgift og en CO₂-avgift. En krone påslag på drivstoffprisen vil ha nøyaktig samme atferdsregulerende effekt, uavhengig av om det skyldes en økning i veibruksavgiften, CO₂-avgiften eller råoljeprisen.



Figur 6-1. Basisscenarioet for korte reiser i intercity-regionen rundt Oslo. Persontransportarbeid og CO₂-utslipp fordelt på reisemidler.

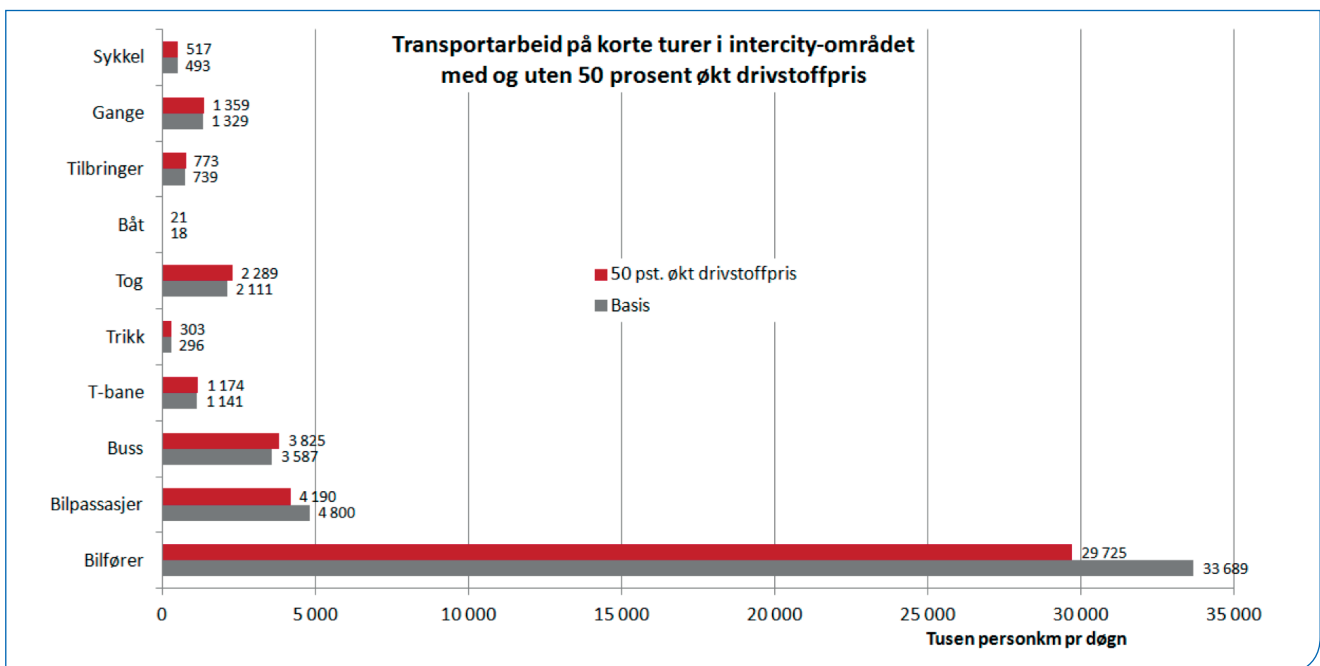


Figur 6-2. Basisscenarioet for lange reiser (over 100 km én vei) i Norge. Persontransportarbeid og CO₂-utslipp fordelt på reisemidler.

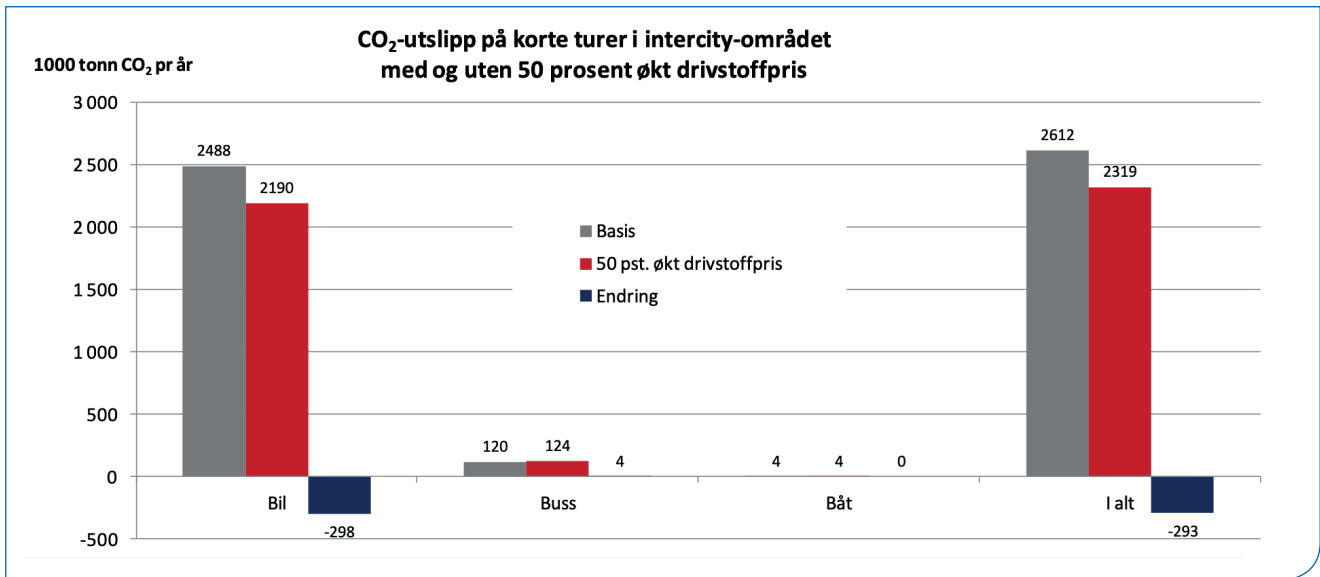
Drivstoffavgiftene påvirker klimagassutslippene gjennom den effekt de har på bensin- og dieselpriene, og dermed på kostnadene ved å kjøre en ekstra mil med bil. Blir det vesentlig dyrere å kjøre, vil noen forbrukere i noen tilfeller avstå fra å reise, velge et nærmere beliggende reisemål eller ty til et annet transportmiddel. Hvor mange forbrukere som reagerer på hver av disse måtene, vil avhenge av lokale forhold, først og fremst av hvorvidt bilbruken oppfattes å ha gode alternativ. En pålitelig analyse vil derfor måtte ta disse forholdene i betraktning, eller være basert på erfaringer og data om tilsvarende hendelser i

det samme området. Fordi transportmodellene er svært detaljert beskrevet geografisk, så vil den enkelte person og husholdnings tilgang til for eksempel kollektivtrafikk være en del av datagrunnlaget.

På litt lengre sikt vil en høyere bensinpris også føre til andre tilpasninger, som at noen husholdninger velger å ikke ha bil, eller velger å nøye seg med bare én bil. De som kjøper bil, vil dessuten i større grad rette sin etterspørsel mot biler med lavt drivstofforbruk eller nullutslippsbiler. Alle disse mekanismene vil bidra til reduserte utslipp



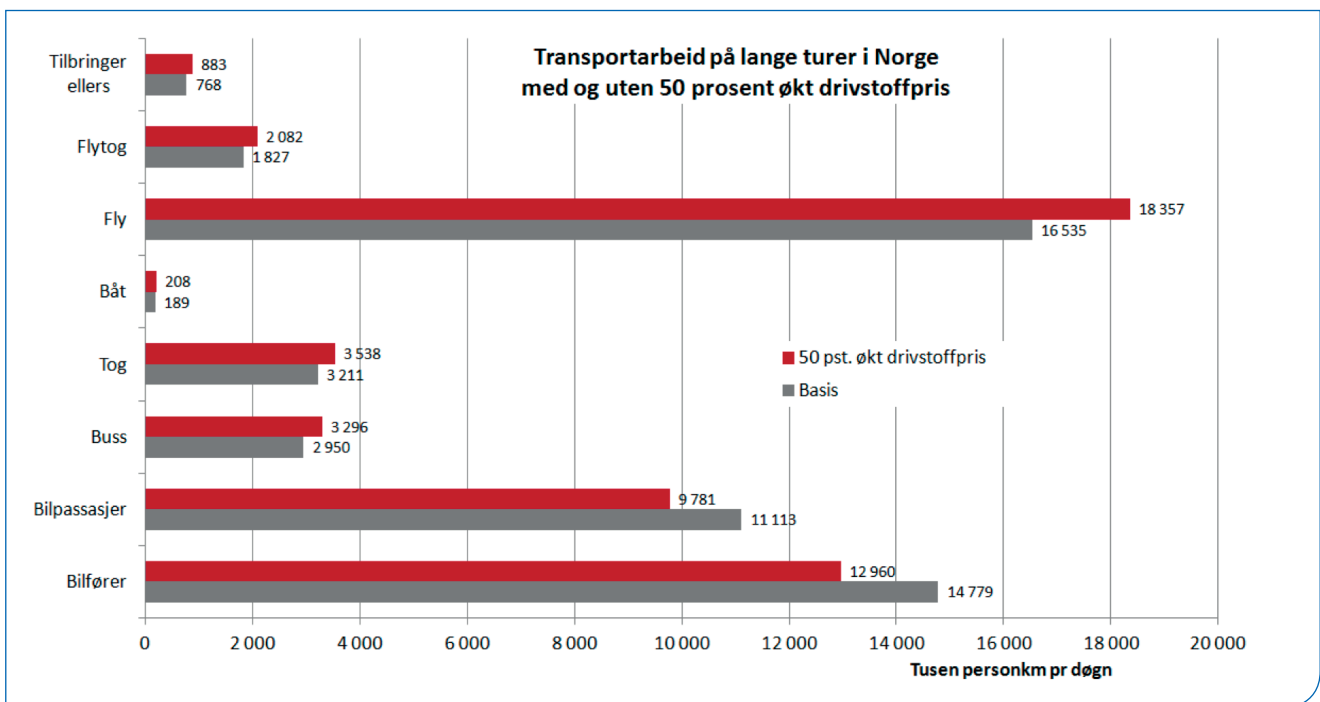
Figur 6-3. Virkningen av 50 prosent høyere pris på drivstoff. Persontransportarbeid på korte reiser i intercity-regionen rundt Oslo, etter reisemiddel.



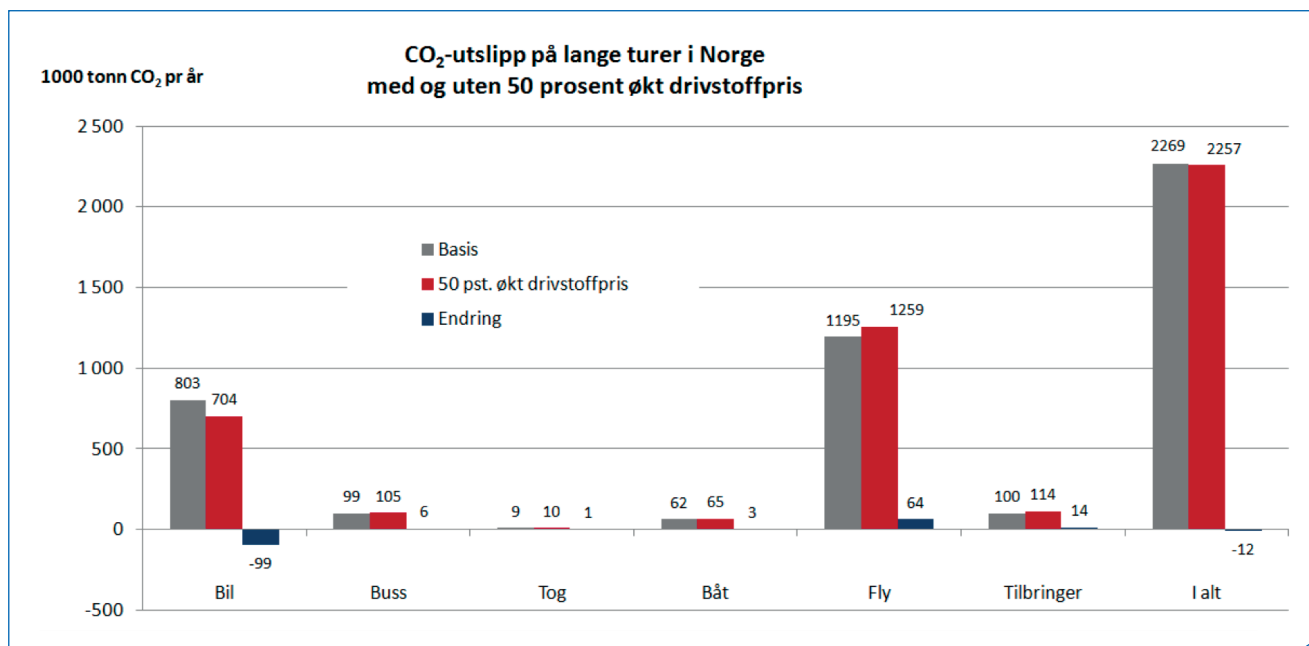
Figur 6-4. Virkningen av 50 prosent høyere pris på drivstoff. CO₂-utslipp på korte reiser i intercity-regionen rundt Oslo, etter reisemiddel.

av CO₂. Dagens transportmodeller i Norge inkluderer ikke valget mellom ulike biltyper. Fordelingen på nullutslippsbiler og andre biler legges i stedet inn eksogent, slik at en får tatt hensyn til at det er ulike kjørekostnader for ulike drivstofftyper. Dette var et mindre aktuelt tema på det tidspunktet Tempo-beregningene ble gjort, fordi antallet nullutslippsbiler den gang var begrenset.

I det følgende presenteres resultatene fra et sett modellberegninger av et tilfelle med et nokså offensivt klimapolitisk tiltak, med 50 prosent høyere drivstoffpris. Dette innebærer at drivstoffavgiften, som per 2014 utgjorde ca. halvparten av drivstoffprisen eks. mva., forutsettes omtrent doblet. Figur 6-3 og Figur 6-4 angir effekten på transportarbeid (personkilometer) og utslipp for korte turer i intercity-området.



Figur 6-5. Virkningen av 50 prosent høyere pris på drivstoff. Persontransport-arbeid på lange reiser i Norge, etter reisemiddel.



Figur 6-6. Virkningen av 50 prosent høyere pris på drivstoff. CO₂-utslipp på lange reiser i Norge, etter reisemiddel.

På korte reiser i intercity-området beregnes trafikkarbeidet med bil (vist ved resultatet for bilfører) å bli redusert med anslagsvis 12 prosent. Det samlede reiseomfanget på korte turer anslås å gå ned med 8 prosent, og skyldes nedgangen i personbiltrafikk. Buss, t-bane, trikk, tog og båt vil få noe økt trafikk, det samme gjelder gang og sykkel.

CO₂-utslippet på korte turer synker ifølge modellberegningen med drøyt 11 prosent. Utslippene fra bilreiser synker snaut 12 prosent, mens økningen i busstrafikk innebærer rundt 3 prosent høyere utslipp.

Figur 6-5 og Figur 6-6 viser beregnede effekter på transportarbeid og utslipp for lange turer i Norge.

Også på lange reiser vil trafikkarbeidet med bil bli redusert med anslagsvis 12 prosent. Men det samlede reiseomfanget synker ifølge modellen ikke med mer enn en halv prosent. Hovedårsaken til dette er at flyene vil absorbere mer enn halvparten av de innstilte bilreisene på lange avstander. Resten overtas av buss, tog og båt. Alle disse vil, i likhet med flyene, få en trafikkvekst på anslagsvis 10-12 prosent.

CO₂-utslippet på lange turer synker ifølge modellberegningen med bare halvannen prosent. Omtrent to tredjedeler av CO₂-utslippsgevinsten på personbilsiden vil bli spist opp av høyere utslipp i luftfart.

Modellberegningen tar ikke hensyn til at økt drivstoffpris vil forsterke incentivet til å kjøpe drivstoffgjerrige biler.

I det lange løp vil dette føre til et litt lavere CO₂-utslipp per bilkilometer enn om drivstoffavgiftene holdes konstant. Beregningene ble gjort med utgangspunkt i den energieffektiviteten som kjennetegnet bilparken på analysetidspunktet. Etter hvert som bilene blir mer drivstoffgjerrige, vil effekten av økt drivstoffavgift bli svakere.

Når trafikkarbeidet med personbil går ned med 12 prosent ved en 50 prosents økning i drivstoffprisen, så svarer det til en (konstant) punktelasticitet på ca. -0,3. Det er nær dobbelt så høy verdi som en har fått ved andre studier av kortsiktige effekter. Men siden den endringen som er simulert er vesentlig større enn det en vanligvis legger til grunn ved beregning av elasticiteter, er det ikke urimelig at utslaget blir større, også relativt sett. Prisfølsomheten må antas å øke med utgangsnivået på prisen.

6.3.3.4. Bompenger og vegprising

Bompenger påvirker klimagassutslippene gjennom den effekt de har på kostnadene ved å kjøre bil på visse strekninger. Blir det vesentlig dyrere å passere, vil noen forbrukere i enkelte tilfeller avstå fra å reise, velge et annet reisemål eller en annen reiserute, eller ty til et annet transportmiddel. Er det snakk om tidsdifferensierte takster, kan man i tillegg tilpasse seg ved å endre tidspunkt for reisen.

Hvor mange forbrukere som reagerer på hver av disse måtene vil avhenge av lokale forhold, først og fremst

av hvorvidt det finnes gode alternativ til bilkjøring forbi innkreivingspunktet. I og med at en transportmodell inneholder detaljert geografisk informasjon, vil den ha god kontroll på hvilke turer som vil bli påvirket av endringer i bomavgiftene.

I Tempo-prosjektet ble det regnet på et stilistisk eksempel hvor alle bompengesatser ble økt med 50 prosent. Det er viktig å merke seg at effekten av en slik takstøkning vil være større jo flere bomstasjoner man har og jo høyere bomtaksten i utgangspunktet er. Virkningen på trafikk og CO₂-utslipp av 50 prosent økte takster vil derfor være større i dag på grunn av betydelig flere bomstasjoner og høyere takster enn på det tidspunkt Tempo-prosjektet ble gjennomført.

På korte reiser i intercity-området beregnet man at trafikkarbeidet med bil ville reduseres med anslagsvis 1,7 prosent (målt i forhold til alle korte bilreiser i hele intercity-området). Det samlede reiseomfanget på korte turer anslås å gå ned med 1,2 prosent, med en helt marginal økning for buss, t-bane, trikk, tog og båt. Det beregnes også en marginal økning i gang- og sykkeltrafikken.

Virkingene er med andre ord beskjedne, sammenliknet med effekten av 50 prosent høyere drivstoffpris. Det har selvsagt sammenheng med at bompengene i utgangspunktet utgjør en mindre del av bilistenes reisekostnader enn drivstoffet, samt at bompengene ikke rammer alle reiser, men bare kreves opp på et mindretall av alle korte reiseruter i intercity-området. Selv om man beregner små endringer totalt for området, kan det

likevel være betydelige effekter på transportmiddelvalg og destinasjonsvalg i det nærmeste området rundt bomstasjonene.

CO₂-utslippet på korte turer synker ifølge modellberegningen med 1,7 prosent, praktisk talt samme reduksjon som gjelder for bilreiser alene. Effekten på CO₂-utslipp pr transportform er vist i Figur 6-7.

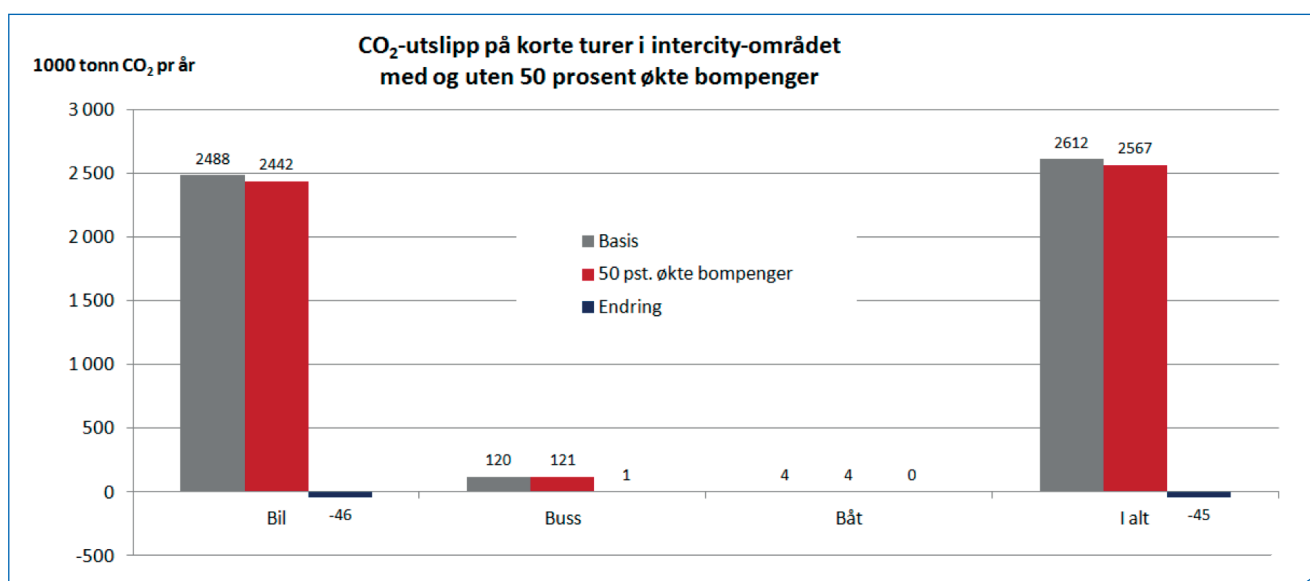
På lange reiser vil det samlede reiseomfanget synke med beskjedne 2 promille, mens trafikkarbeidet med bil vil bli redusert med anslagsvis 6 promille. Mesteparten av denne nedgangen absorberes av kollektive transportmidler. CO₂-utslippet på lange turer kan likeledes forventes redusert med 2 promille ifølge modellberegningen, selv om utslippet fra personbiler går ned med litt over en halv prosent.

6.3.4. Virkemiddelvurderinger med bruk av andre sektormodeller

6.3.4.1. Energimodeller

Det finnes en rekke energimodeller som brukes av energimyndigheter og forskningsmiljøer for å analysere optimering av energisystemer og vurdere effekt av ulike forutsetninger og virkemidler i energisystemet. Modellene TIMES og LIBEMOD er beskrevet i kapittel 3.2.3.

TIMES tilpasses og brukes i Norge i hovedsak av NVE og IFE. De oppdaterer modellen med de energisystemene



Figur 6-7. Virkningen av 50 prosent høyere bompenger. CO₂-utslipp på korte reiser i intercity-regionen rundt Oslo, etter reise-middel.

som modellen skal analysere, slik som hele det norske systemet, eller for mindre deler av energisystemet, for eksempel innenfor noen geografiske områder.

NVE bruker TIMES til utarbeidelse av energibruksframskrivninger, som er et viktig kunnskapsunderlag for andre analyser og beslutninger. Videre bruker de TIMES til en rekke vurderinger av mulige tiltak og virkemidler i energisektoren som har relevans for nødvendige strukturelle endringer i klima- og energipolitikken, for eksempel vurderinger av batteriers påvirkning på kraftsystemet, utfasing av oljefyr, framskriving av varmepumper og framskriving av bruk av solceller.

IFE har blant annet brukt TIMES-modellen i arbeidet med IEA Nordic Energy Technology Perspective, som var en nordisk versjon av International Energy Agency's (IEA) globale Energy Technology Perspectives 2016. Rapporten er en scenario-basert analyse av hvordan de nordiske landene kan oppnå et nær karbon-nøytralt energisystem (Nordic Energy Research, 2016).

Modellen er egnet for sensitivitetsanalyser for å teste ut virkningen av endringer i enkelte viktige parametere. For eksempel kan man studere størrelsen på subsidier som skal til for at en teknologi skal nå et visst volum, de forskjellige virkningene på systemet av skatt vs. subsidier, eller påvirkningen på valg av teknologier avhengig av kostnadsutviklingen på teknologiene. Modellen er også særlig godt egnet til scenariobruk hvor man undersøker forskjellige mulige framtid, for eksempel et 1,5 graders scenario og ulike måter å nå en slik framtid på. Man kan legge inn CO₂-skatt, cap-and-trade systemer eller teknologieffektiviseringskrav. Robusthetstesting vil kunne vise om et politikktiltak virker under ulike varierende forutsetninger. Eksempler på slike forutsetninger kan være endrede strømpriser i naboland, tilgjengelighet på forskjellige ressurser, teknologikostnader og effektiviteter etc. TIMES er også særlig egnet til for eksempel å se på hvilken CO₂-prisbane som faktisk må til for å gå til nullutslippssamfunnet. Andre modeller ser kun på kraftsystemet og får derfor ikke med seg transport- og industrisektoren, hvor mye høyere priser må til for å få til de nødvendige endringene.

LIBEMOD er en numerisk modell for de europeiske energimarkedene som kan benyttes for å studere effekter av økonomiske virkemidler og reguleringer i energi- og klimapolitikken, jf. beskrivelse i kapittel 3.2.3. Studier av virkemidler har først og fremst fokusert på EU som region og har vært myntet på forskningslitteraturen. Det norske kraftmarkedet er imidlertid eksplisitt modellert, og det finnes også en versjon der markedet er delt i flere innenlandske regioner. Potensialet for å analysere

sammenhengen mellom norske og europeiske virkemidler og målsettinger er derfor stort.

LIBEMOD kan også benyttes i samkjøring med andre modeller for å kunne sikre konsistente politikkforutsetninger. I Aune og Fæhn (2016) er LIBEMOD blant annet brukt sammen med MSG-TECH i en studie av hvordan norsk økonomi kan bli påvirket av europeiske virkemidler for 2030 og hvordan det vil avhenge av hvordan fleksibiliteten i virkemiddelbruken vil bli regulert og realisert mellom Norge og øvrige EU-land (Aune & Fæhn, 2016).

LIBEMOD har vært brukt i mange studier av samspill mellom virkemidler som påvirker energimarkedene. I en pågående studie har en analysert effektene i Europa av EUs energi- og klimamålsettinger for 2030; en 40 prosent utslippsreduksjon ift. 1990 (fordelt mellom lavere utslipp både i kvotepliktig sektor og utenfor kvotepliktig sektor), en fornybarandel i sluttkonsumet på 32 prosent og en bedring av energieffektiviteten på 32,5 prosent ift. 2005. Modellen angir at de to siste målene vil lede til en utslippsreduksjon på rundt 50 prosent i 2030, dvs. mer enn EUs krav til utslippsreduksjon. Med en overoppfyllelse av EUs utslippsmål, blir prisene på CO₂-utslipp null. Modellen angir også at uten noen energi- og klimamål, blir utslippet i 2030 rundt 2 prosent høyere enn i 1990. Den relativt beskjedne økningen avspeiler at det etter hvert blir lønnsomt å investere i fornybar elektrisitetsproduksjon.

6.3.4.2. Jordbruk og skogbruk

Jordmod er en partiell likevektsmodell for det norske jordbruket og omfatter de viktigste jordbruksproduktene. Jordmod kan benyttes til å analysere effekter for jordbruket av endringer i jordbrukets rammebetingelser. Modellen bruker en konsistent analyseramme forankret i økonomisk teori. Det betyr blant annet at alle resultater kan forklares ut fra modellens teoretiske forutsetninger og modellens empiriske data. Jordmod kan brukes til å synliggjøre hvordan politikken endringer og endringer i jordbrukets rammebetingelser vil kunne påvirke aktivitetsnivået i sektoren, og dermed også utslippene.

En typisk simulering i modellen foregår ved å endre modellens eksogene rammebetingelser, for eksempel tilskudd eller verdensmarkedspriser. Modellen vil da beregne likevektspriser og -mengder ut fra gitte produktfunksjoner, etterspørselsfunksjoner samt økonomiske og politiske rammevilkår for øvrig. Prisene og mengdene sammenlignes med priser og mengder i en situasjon uten endring i eksogene rammebetingelser (også kalt 'referansebane'). Avviket mellom situasjonen med endring og situasjonen uten endring tolkes som den effekten endringen har for jordbrukssektoren.

Jordmod er brukt i en rekke utredninger. Relevant for klima kan nevnes en studie bestilt av sekretariatet for Grønn skattekomisjon/Finansdepartementet for å gjennomføre en virkemiddelanalyse av tiltak for å redusere klimagassutslipp fra norsk jordbruk. Studien utreder to mulige tiltak: (1) Reduksjon i overføringer knyttet til produksjon av rødt kjøtt i Norge og (2) en avgift på forbruk av norskprodusert rødt kjøtt og importert rødt kjøtt. En kombinasjon av de to tiltakene er også analysert. Modellresultater utført med Jordmod tyder på at både reduserte tilskudd og forbrukeravgift kan føre til reduksjon i utslipp av klimagasser knyttet både til norsk produksjon og til forbruk (Mittenzwei, 2015).

Jordmod er benyttet i en rekke forskningsprosjekter og skal blant annet benyttes i det kommende forskningsprosjektet PLATON for å analysere målkonflikter og synergier i jordbruket ved bruk av klimavirkemidler.

Nordisk skogsektormodell er en partiell likevektsmodell, som omfatter verdikjeden fra råstoff til endelig forbruk av skogråstoff til skogbaserte produkter og bioenergi. Markedslikevekt beregnes årlig for hver region blant annet ut fra etterspørsel og tilbud, produksjonskostnader, kapasitet og transportkostnader. Modellen benyttes blant annet for å estimere priser og produksjonsnivåer for skog- og bioenergisektoren, inkludert investeringsbehov for nye anlegg innen bioenergi, og nivåer på handel med skogsråvare og ferdigprodukter.

6.4. Eksempler på bruk av generelle modeller av hele økonomien i virkemiddelanalyse

Norge var tidlig ute med makroøkonomiske studier av virkemidler i energi- og klimapolitikken. Dette ble muliggjort av at et utslippsregnskap som bla. inneholdt flere typer klimagassutslipp ble opprettet og knyttet til nasjonalregnskapet i Statistisk sentralbyrå allerede på 1980-tallet. I pionerarbeidet SIMEN (1989) ble en tidlig versjon av den makroøkonometriske modellen MODAG brukt for å studere utslipp og avgiftssystemer (SIMEN, 1989). Senere versjoner av MODAG og dens etterfølger KVARTS har ikke holdt fram med å knytte utslipp til økonomiske aktiviteter. Snarere har mer langsiktige generelle likevektsmodeller overtatt som arbeidsverktøy i klimapolitiske studier. Det er særlig de generelle likevektsmodellene (CGE-modellene) MSG og dens etterfølger SNOW som er brukt.

Analyser av utslippsprising

Bye & Fæhn (2009) oppsummerer tidlige generelle modellanalyser av avgifter og kvotepriser i norsk økonomi fra norske forsknings- og utredningsmiljøer. De fleste er utført i SSB. Blant disse kan spesielt nevnes to studier gjort vha. ulike versjoner av MSG-modellen: Bye & Nyborg (2003) og Bruvoll & Larsen (2004).

Førstnevnte sammenligner tre ulike karbonprissings-systemer som oppnår samme utslippskutt: det daværende differensierte CO₂-avgiftssystemet i Norge, et system med uniform CO₂-avgift for alle utslipp og et system med uniform utslippsprising gjennom et kvotehandelssystem med tildelte gratiskvoter. Karbonprisene bidrar i alle systemene negativt til velferden, og disse negative effektene forsterkes av at det allerede finnes inngrep fra myndighetenes side i økonomien som samspiller med innføringen av CO₂-politikken. De to første innebærer imidlertid også avgiftsprovenyer for staten, og ved å bruke disse på å skape såkalt doble gevinster ved å effektivisere økonomiens virkemåte, kan myndighetene motvirke kostnadene av selve avgiftspolitikken. I det norske tilfellet er dermed gratisvotealternativet svært mye dyrere enn de øvrige.

Bruvoll og Larsen (2004) bruker MSG-modellen til å studere ex post-effekter av datidens norske differensierte avgiftssystem ved å sammenlikne det med en kontrafaktisk konstruert, historisk bane der avgiftssystemet ble fjernet. De finner at CO₂-utslippene ville vært 2,3 prosent høyere uten avgiftssystemet. Denne beskjedne effekten reflekterer at avgiften dels er lagt på aktører som i liten grad endrer atferd, slik som petroleumsselskapene og privatbiler. Avgiften utgjør også en relativt liten del av den totale prisen på drivstoff, i underkant av 10 prosent. Studien konkluderer med at mens avgiften har en viss effekt på fordelingen av utslipp og kostnader, er totaleffektene på utslipp og makroøkonomiske kostnader små. Elimineringen innebærer en velferdsgevinst på 0,1 prosent selv uten hensyn til mulige provenyeffekter. Denne studien er blant annet utnyttet som grunnlag for rapporteringene under FNs klimakonvensjon (se kapittel 6.5.3).

I de senere årene er TECH-versjonen av MSG-modellen, som har innarbeidet teknologiske tilpasningsmuligheter, blitt hyppig brukt i studier av avgifter og kvotepriser på klimagassutslipp. Versjonen ble utviklet i forbindelse med makroberegningene i KLIMAKUR 2020 for å se på kostnader ved å nå spesifikke nasjonale utslippsmål med utgangspunkt i Stortingets klimaforlik fra 2008 (Fæhn, Jacobsen, & Strøm, 2010). Forliket ble tolket til å kreve et utslippskutt på minst 12 millioner tonn CO₂-ekvivalenter i 2020 i forhold til en nærmere spesifisert referansebane.

Ifølge beregningene ville det kunne nås ved en felles utslippspris for alle nasjonale klimautslippskilder på vel 1500 kroner per tonn CO₂-ekvivalenter i 2020 (målt i 2004-kroner). Kvotepiktig sektor har de billigste tiltakene og ville stått for 2/3 av kuttene. Det ble også gjort en analyse der kvotepiktig sektor ble skjermet for virkemidler utover kvoteprisen i kvotemarkedet. Da faller sektorens kuttbidrag til rundt 1/3, og utslippskildene utenom kvotepiktig sektor, først og fremst transport, måtte stå for hoveddelen. Den nødvendige prisen/avgiften på ikke-kvotepiktige utslipp i dette alternativet ble beregnet til vel 3400 kroner/tonn CO₂-ekvivalenter i 2020.

Bye mfl. (2019) har brukt en global versjon av SNOW til å kvantifisere marginalkostnads- (MAC)-kurven for EUs ikke-kvotepiktige utslipp for 2030, dvs. undersøkt hvilke nivåer på uniforme CO₂-priser som er forenlig med ulike utslippsmål for 2030. Slik informasjon er sentral i vurderingen av samfunnsøkonomiske kostnader for Norge ved å knytte sin klimapolitikk for ikke-kvotepiktig sektor til EUs. Det vil kunne si noe om kostnadene i 2030 under ulike forutsetninger om utnyttelse av fleksibilitet mellom Norge og andre EU-land. De beregnede MAC-estimater ligger i området 25-158 €/t CO₂. De moderate kostnadene reflekterer at de to referanseframskrivningene som ligger til grunn fra EU-kommisjonen (EC, 2016) og fra medlemslandene (EU, 2017b), allerede viser relativt lave utslipp. Den estimerte MAC-kurven er konveks, noe som innebærer at økte ambisjoner om utslippsreduksjoner i sektoren, øker MAC relativt mer. Usikkerheten er belyst med sensitivitetsanalyser av alternative forutsetninger og sammenligninger med tilsvarende scenarier i andre analyser.

For å sammenlikne marginalkostnadene mellom EU og Norge er MSG-TECH brukt i sammenheng med den europeiske energimarkedsmodellen LIBEMOD (se (Aune & Fæhn, 2016)). Rapporten vurderer Norges og EUs utslippsmål for kvotepiktige og ikke-kvotepiktige utslipp i 2030 og vurderer ulike former for og grader av fleksibilitet. Analysen finner at i yttertilfellet med et fullt fleksibelt system både over sektorer og land, for eksempel gjennom et kvotesystem, når utslippsprisen for CO₂ 450 kroner/tonn. Dette vil gjøre forpliktelsene minst kostnadskrevende for både Norge og EU som helhet. I et annet yttertilfelle, der det ikke gis anledning til noe fleksibilitet for ikke-kvotepiktige utslipp, vil utslippsprisen i Norge bli mer enn 10 ganger høyere. EUs utslippspris for sektoren blir beregnet til 2000 kroner/tonn.

Analyser av andre virkemidler i klimapolitikken

I Fæhn og Isaksen (2016) er også andre virkemidler enn avgifter studert. Der er et mye omtalt problem tatt opp, nemlig at det er vanskelig for myndighetene

troverdig å binde seg til en streng avgiftspolitik i framtiden. Det vil hemme investeringstiltak. Tre ulike politikkkutforminger er sammenliknet ved hjelp av MSG-TECH: en ren avgiftspolitik, avgiftspolitik som kombineres med subsidier til investeringstiltak, samt avgiftspolitik som understøttes av offentlig utstedte garantier som overfører den politiske risikoen til staten. Sistnevnte vil være et tilnærmet kostnadseffektivt virkemiddel. Om avgiftspolitikken føres alene og mislykkes med å få langsiktig troverdighet, tredobles de samfunnsøkonomiske kostnadene ifølge beregningene. Siden finansieringskostnadene knyttet til subsidiene er relativt små, vil kombinasjonen med investeringsstøtte også være relativt kostnadseffektivt politikk.

Energieffektiviseringsmål for boligsektoren er studert i Bye mfl. (2018). To ulike virkemidler blir analysert: Tekniske standarder som regulerer energiintensiteten og hvite sertifikater som regulerer energibruk. I Norge vil energieffektivisering ikke ha direkte klimautslippseffekter, men studien finner at indirekte utslippseffekter kan være store. Dette skyldes at betydelige mengder elektrisitet som frigjøres fra boligsektoren absorberes i kraftintensive industrinæringer med store prosessutslipp. Elektrisitetsavgiftssystemer er studert i Bjertnæs mfl. (2008). Igjen er klimagassutslippene ikke direkte mål for elavgiften i Norge, men blir indirekte påvirket. I en intertemporalt dynamisk versjon med FoU (ITC-modellen) studerer Heggedal og Jacobsen (2011) og Bye og Jacobsen (2011) samspillet mellom avgifter, FoU-støtte til utslippsreduksjoner (CCS) og generell FoU-støtte.

6.5. Virkemiddelvurdering med kombinasjoner av metoder

6.5.1. Eksempler på bruk av hybridmodeller

Norske eksempler på hybridtilnærminger omfatter så vel myke som harde sammenkoplinger. For studier av klima- og energipolitikk har Institutt for energiteknikk (IFE) og SSB samarbeidet med å bruke de norske elektrisitetssystemmodellene MARKAL og TIMES brukt sammen med CGE-modellene (hhv. MSG og SNOW). I Bjertnæs mfl. (2013) ble en myk enveiskopling utført mellom den norske MARKAL modellen i en velferdsstudie av CO₂-avgifter for å inkludere mer realistiske investeringsrespons. Koplingen ble utført ved å introdusere samme avgiftsøkning i de to modellene. Systemkostnadene som ble utløst i MARKAL som respons på avgiften ble tilegnet relevante sektorer i MSG i form av produktivitetsreduksjoner. Tilsvarende ble reduksjonen i utslipp lagt til MSGs egne utslippsrespons.

I Bye mfl. (2016) er det foreslått en hard kopling mellom TIMES og SNOW: istedenfor å bruke utdata fra TIMES inn i SNOW og omvendt, er inndata fra TIMES i form av teknologiinformasjon lagt inn i SNOW-modellen. Fokuset er på energieffektiviseringsopsjoner i husholdninger i 2030. Informasjonen er utnyttet for å estimere en sammenheng mellom investeringskostnader og energisparingspotensial. I SNOW er denne sammenhengingen lagt inn som en substitusjonselastisitet mellom boligkapital (som representerer isolasjon, vinduer, energieffektive ovner mv.) og energibruk. De to modellene er så brukt for å studere den samme energieffektiviseringspolitikken og resultatene er sammenliknet. Til tross for integrasjonen av enkeltkomponenter fra energisystemmodellen i CGE-modellen, er det fortsatt grunn til å holde ved at de to modellene utfyller hverandre.

Hybridtilnærmingen er også brukt for å integrere tiltaksanalyser i generelle likevektsmodeller. MSG-TECH-versjonen har innarbeidet teknologiske tilpasningsmuligheter basert på tiltaksanalysene i Klimakur 2020 (2010) for sektorene veitransport, kraftkrevende industri og olje- og gassutvinning. Først ble privatøkonomiske kostnader beregnet for ulike tiltak innenfor den enkelte sektor. Tiltakene ble rangert etter kostnader og utslippspotensialene akkumulert. Dette ga en MAC-kurve for teknologitiltakene i hver sektor, som så ble estimert og bygd inn i CGE-modellen. De resulterende utslippsreduksjonene som følge av karbonpolitikk kan så fås ut og summeres med utslippsresultatene fra øvrige reallokeringer i modellen, mens totalkostnadene fra tiltakene ble lagt til sektorens privatøkonomiske kostnader.

SNOW-modellen har fått estimert en substitusjonselastisitet mellom bruk av elbil og konvensjonell bil i den representative husholdningen basert på beregninger av privatøkonomiske kostnader ved ulike innfasingsambisjoner for elbiler mot 2030. Igjen er tiltaksanalysene fra Miljødirektoratet grunnlag for disse beregningene (Miljødirektoratet, 2016).

6.5.2. Eksempel fra bruk av ulike metoder i Klimakur2020

Kapittel 5.2 omtaler arbeidet som ble gjort i Klimakur 2020, der både tiltaksanalyser og en generell likevektsmodell (MSG-TECH) ble brukt for å analysere kostnadene for å redusere de nasjonale klimagassutslippene med 12 millioner tonn innen 2020. Noen av resultatene ble presentert og drøftet i en artikkel i Samfunnsøkonomen i 2010 (Fæhn, Gulbrandsen, & Lindegaard, 2010).

Artikkelen sammenligner kostnadsberegninger ved et spesifisert utslippsmål utført med to ulike

hovedtilnærminger i Klimakur 2020. Den første baserer seg på sektorvise tiltaksanalyser – se kapittel 5 - som rangeres etter kostnader og legges sammen inntil en utslippsreduksjon på 12 millioner tonn CO₂-ekvivalenter er nådd. Det gjøres ingen eksplisitt vurdering av virkemidler. Den andre tilnærmingen brukte MSG-TECH – se kapittel 6.4, der en lik utslippspris for alle klimagasskilder ble lagt til grunn. Dette er forventet å langt på vei gi en kostnadseffektiv måloppnåelse, fordi tiltak i modellen som er billigere enn avgiften vil utløses.

Tiltak som er tatt med i de to tilnærmingene er ulike. Marginalkostnadene fra tiltaksrangeringen resulterer i en marginalkostnad på 1100 kr/t for å nå 12 millioner tons kutt, mens MSG-TECH-beregningenes havner på i overkant av 1500 kr/t. Tiltaksanalysen inkluderer en lang rekke negative tiltak; se figur i Boks 5 2.

Artikkelen kartlegger hva som er overlappende og hva som er komplementært mellom de to tilnærmingene. Sammenstillingen i Tabell 6-3 viser at skal målet fortsatt begrenses til en reduksjon på 12 millioner tonn, og vi tar innover oss potensialene fra analysene sett under ett, kan vi regne med å unngå grovt regnet 4 millioner tonn av de dyreste tiltakene som ble utløst i makroberegningen. Disse erstattes med teknologitiltakene på 4 millioner tonn som bare er identifisert i sektoranalysen (rubrikk d) i tabellen). Det er rimelig å anta at tiltak i størrelsesorden 4 millioner tonn CO₂-ekvivalenter, som sektoranalysene har identifisert og som ikke er med i makroanalysen (rubrikk d), vil være billigere i samfunnsøkonomisk forstand enn de dyreste som er utløst i makroanalysen. Tiltakene i rubrikk d) er til dels blant tiltakene som, ifølge sektoranalysene, kan gi netto gevinster. Selv om kostnadene skulle være undervurdert, er det rimelig å forvente at de vil falle billigere enn de dyreste fra makroanalysen. Når tilnærmingene ses under ett, anslår forfatterne et marginalkostnadsanslag på mellom 1000 NOK/tonn og 1500 NOK/tonn for nå målet.

Tabell 6-3 Utslippsreduksjoner under 1500NOK/t fordelt på typer tiltak og datagrunnlag; millioner tonn CO₂-ekvivalenter

	Teknologitiltak	Tilpasningstiltak
I begge analysene	a) 6	b) 2
Bare i makroanalysen		c) 4
Bare i sektoranalysene	d) 4	
TOTALT	10	6

BOKS 6-5 Virkemiddelvurderinger i Klimakur 2020

Som en del av arbeidet med Klimakur 2020 ble det i tillegg til tiltaksanalysene også gjennomført ulike typer virkemiddelanalyser. For hver av sektorene (som transport, petroleum, industri, jordbruk, skogbruk, avfall, kommuner) ble det gjennomført **sektorvise virkemiddelvurderinger**. Disse tok utgangspunkt i de spesifikke forholdene for sektoren og inkluderte en gjennomgang og vurdering av eksisterende virkemidler, og identifiserte mulige nye og forsterkede virkemidler. Disse sektorvise virkemiddelvurderingene var i hovedsak kvalitative og ga oversikt over status og mulighetsrom. Den sektorvise virkemiddelvurderingen **på transport** inkluderte bruk av transportmodellberegninger for å vurdere effekt av ulike pakker av tiltak og virkemidler.

I tillegg til sektorvis virkemiddelgjennomgang ble det utarbeidet fire sektorovergrepene **virkeiddelmenyer**. Alle menyene var stiliserte ytterpunkter for ulike tilnæringer for å nå de nasjonale utslippsmålene. Virkemiddelprinsippene

for hver av menyene ble koblet til resultatene fra sektoranalysene og makroanalysene for å identifisere hvilke tiltak som ville kunne utløses ved anvendelse av prinsippene i de ulike virkemiddelmenyene.

Virkeiddelmenyer i Klimakur

Meny 1: *CO₂-avgift supplert med enkelte andre virkemidler;*

Meny 2: *Regulering og støtte; dvs. kombinasjon av regulering og støtte som utløser teknologiske tiltak som også vil være viktige på lengre sikt.*

Meny 3: *Skjerme kvotepliktig sektor; dvs. regulering og støtte for å utløse utslippsreduksjoner i ikke-kvotepliktig sektor.*

Meny 4: *Kvoter pluss supplerende virkemidler i kvotepliktig sektor; dvs. avtaler og fond for å utløse utslippsreduksjoner i kvotepliktig sektor som ikke utløses i meny 3.*

Ingen av tilnærmingene har fasiten, og det er drøftet svakheter ved begge tilnærmingene. Til sammen gir de imidlertid et bedre kunnskapsgrunnlag enn hver for seg.

Boks 6-5 gir en kort omtale av virkemiddelanalysene som også ble gjort som en del av Klimakur 2020.

6.5.3. Bruk av flere metoder i forbindelse med rapportering til FNs klimakonvensjon

Norge rapporterer under FNs klimakonvensjon en Biennial Report annethvert år og en National Communication hvert fjerde år. Ett av kravene til rapportering innebærer å anslå utslippseffekten av klimapolitikk og virkemidler (policies and measures) og dokumentere metoden bak anslagene. I siste rapportering til FN ble 55 tiltak og virkemidler innført siden 1990 omtalt. Metodene som er brukt for å anslå utslippseffekt varierer og kan grupperes i partielle analyser, makromodeller, elastisiteter og sektormodeller.

Vedtatte internasjonale retningslinjer setter rammer for arbeidet. Blant annet skal utslippseffekten være for nasjonale utslipp og for et gitt år, dvs. ikke kumulativt over flere år. Videre skal land prioritere klimapolitikk og

virkemidler med størst utslippseffekt, som er innovative eller kan brukes av andre land. Det er ikke nødvendig å rapportere på alle tiltak og virkemidler som påvirker utslipp av klimagasser. Det skal skilles mellom implementert, vedtatt og planlagt klimapolitikk og virkemidler. Effekter av klimapolitikk og virkemidler som ennå ikke har fått tilstrekkelige midler eller regulering kan også inkluderes. I National Communication rapporteres anslag for effekt ex-post for 1995, 2000, 2005, 2010 og 2015 og ex-ante for 2020 og 2030. I Biennial Report rapporteres kun effekter ex-ante for 2020 og 2030.

For langt de fleste av tilfellene der det er anslått en utslippseffekt er beregningene gjort med partielle analyser, i hovedsak prosjektbaserte metoder. Faktisk og anslått utvikling i utslippene måles i forhold til en beregnet/forutsatt referanse. Noen ganger settes referansen til slik situasjonen var i et bestemt år, for eksempel 1990. Dette gjelder blant annet en del av tiltakene i industrien. Andre ganger er referansen at utslippene ville fortsatt å øke, eller ikke gått så mye ned, om ikke klimapolitikken/virkemidlet ble innført, gjerne beregnet på bakgrunn av eksterne analyser/rapporter. Eksempler er reguleringen av HFK-utslipp, forbudet mot oljefyr, anslag for hva utslipp fra nye biler ville vært uten omleggingen av engangsvogtgen, og antall elbiler uten fordelene.

Effekten innenfor skog og arealbrukssektoren beregnes også ved partielle analyser.

For økonomiske sektorovergrepene virkemidler, som CO₂-avgiften og EUs kvotesystem, er effekten beregnet med bruk av makromodeller. For anslag på utslippseffekten av CO₂-avgiften er modellberegningene supplert med bruk av elastisiteter.

For de delene av økonomien/utslippene der det brukes sektormodeller, som for eksempel veimodellen, er disse typisk brukt (gjerne sammen med partielle analyser) til å anslå utslippseffekten av tiltak og virkemidler. Det gjelder fordelene for elbiler, omleggingen av engangsavgiften og innblandingen av biodrivstoff.

Internasjonale forpliktelser på klimaområdet setter krav til at alle land evaluerer sin klimapolitikk jevnlig, og metoder for slike analyser kan videreutvikles for å få en bedre forståelse av hvilke virkemidler som har gitt effekt. Utvalgets gjennomgang av eksisterende metodebruk viser blant annet at:

- Det vil være nyttig å ta utgangspunkt i en mer felles referansebane for å kunne sammenligne på tvers. Dette vil kunne bedre konsistens på tvers av sektorer.
- Å beregne utslippseffekt i forhold til en referansebane forutsetter at det er kjent hva som allerede er inkludert av tiltak eller virkemidler i referansebanen. Bedre dokumentasjon av framskrivingene kan bedre dette. Dette er erfaringer som er gjort knyttet til ekspertbaserte systemer som brukes i forbindelse med vurderinger av virkemidler, samt ex-post vurderinger av effekt av alle typer virkemidler.
- Vurderingene av effekt tar ikke nødvendigvis utgangspunkt i samme referanse(bane) for utslipp. Noen bruker utslipp et bestemt år som utgangspunkt, mens andre konstruerer en alternativbane som virkemiddelet/tiltaket vurderes mot. Det er derfor viktig å ta utgangspunkt i en mer felles referansebane for å kunne sammenligne på tvers. Dette vil kunne bedre konsistens på tvers av sektorer.
- Det vurderes å være krevende å beregne utslippseffekter av enkeltvirkemidler, når det er flere virkemidler som bidrar til samme utslippsendring/ tiltak (for eksempel overgang til elbiler). Det kan være enklere å beregne utslippseffekter med utgangspunkt i tiltakene.

7. Klimaeffekten av statsbudsjettet

Dette kapitlet gir en oversikt over nåværende framgangsmåte for beregning av klimaeffekten av statsbudsjettet, i tillegg til faktainformasjon om selve statsbudsjettet og den årlige prosessen for å utforme det. Kapitlet peker også på noen problemstillinger som er viktige for metodeutvikling for beregning av klimaeffekten av statsbudsjettet. Til sist omtales noen internasjonale tilnærminger som kan være til inspirasjon i arbeidet.

7.1. Bakgrunn og problembeskrivelse

Som ett av tre hovedpunkter i mandatet har utvalget fått i oppgave å foreslå metoder for å beregne klimaeffekten av statsbudsjettet. Dette inkluderer metoder for å anslå virkninger på klimagassutslipp av endringer på statsbudsjettets inntekts- og utgiftsside og, i tillegg, metoder for å anslå klimaeffekt og kostnader ved virkemidler som ikke er på statsbudsjettet. Det er stor etterspørsel etter analyser av klimaeffekten av statsbudsjettet. Blant annet er det, som et ledd i å nå Norges klimamål, viktig å ha gode metoder for å anslå klimaeffekten av politikk. All økonomisk aktivitet vil kunne ha betydning for utslipp, og utvalget har i utgangspunktet vært interessert i metoder som ser på utslippseffekten av alle komponentene i statsbudsjettet, enten samlet eller hver for seg. Utvalget har i denne rapporten gjennomgått arbeidet som har blitt gjort, som først og fremst inkluderer beregning av noen bestanddeler av budsjettet med direkte klimaeffekt, samt støtte til FoU.

Det har vært jobbet lenge, både i Norge og internasjonalt, med å beregne utslippseffekten av bevilgninger og andre virkemidler og tiltak i statsbudsjettet. Så langt har tilnærmingen i Norge vært å forsøke å anslå klimaeffekten av tiltak, virkemidler og bevilgninger som er direkte koblet til å redusere utslipp eller øke opptak. Det har ikke i samme grad vært sett på bevilgninger med mulig direkte utslippøkende effekt, med unntak av samferdselsprosjekter. Beregningene har vært gjort for enkeltposter eller mindre deler av budsjettet. Metodene som brukes varierer. På noen områder brukes faste metoder for beregning av klimaeffekt av enkeltposter.

Det er ikke gjort forsøk på å beregne klimaeffekten av helt andre områder i budsjettet, som for eksempel utgifter til folketrygden eller støtte til næringsutvikling. Det er i Norge heller ikke forsøkt å gi anslag på utslippseffekten av statsbudsjettet i sin helhet, sammensetningen av budsjettet eller på blokker av budsjettet. En av grunnene

til dette er at det ikke foreligger enkle og håndterbare metoder som kan brukes.

Det er mange årsaker til at det er metodisk krevende å beregne klimaeffekten av statsbudsjettet. Statsbudsjettet er på over 1 300 mrd. kroner fordelt på 1 700 poster og kapitler. Selv om bevilgningene i stor grad blir videreført og prisjustert fra år til år, påvirker politiske prioriteringer statsbudsjettet ved at bevilgninger økes eller reduseres, og nye satsinger legges inn. Bevilgningene kan gå til alt fra overføringer og investeringer, til driftsutgifter og overføring til organisasjoner, og videre til forskning og støtte. I tillegg kommer virkemidlene på inntektssiden, i form av blant annet skatter og avgifter. Se Boks 7-1 for oversikt over hovedinndelingen av statsbudsjettet.

En del av utfordringen med å beregne klimaeffekten av statsbudsjettet vil dermed være det store omfanget og mangfoldet av typer bevilgninger og vedtak. I tillegg virker de ulike komponentene av budsjettet sammen (også på utslipp), noe som gjør det vanskelig å isolere effekten av en komponent. Både å identifisere dette samspillet og å beregne hva det har å si for klimagassutslipp vil være krevende. Utslippseffekt på kort, mellomlang og lang sikt kan også være svært ulik. I denne sammenhengen er både kunnskapsmangel og usikkerhet en gjennomgående utfordring. Fravær av enkle internasjonalt anerkjente metoder underbygger dette. Eksempler på områder der beregning av klimaeffekt synes å være særlig vanskelig er bevilgninger til forskning og utvikling og bruk av klimavennlig teknologi. Det er blant annet usikkert når og i hvilken grad økt innsats til forskning og teknologiutvikling vil gi resultater i form av reduserte utslipp. Det er også utfordrende å definere referansescenariotet som skal være sammenligningsgrunnlaget å vurdere budsjettposter og utslippseffekter opp mot.

Både kunnskapsmangel og metodiske utfordringer påvirker hvor godt vi er i stand til å beregne klimaeffekten av statsbudsjettet. Det mest nærliggende er å ta utgangspunkt i den kunnskapen og de metodene man sitter med i dag. En måte å komme videre på vil da kunne være å videreutvikle metoden for å beregne effekten av

BOKS 7-1 Inndeling av statsbudsjettet

Statsbudsjettets inntekter og utgifter deles inn i fire kategorier hver (Prop. 1 S (2018 – 2019)):

Inntekter

1. Salg av varer og tjenester (eksempelvis: gebyrer fra offentlige tjenester)
2. Inntekter i forbindelse med nybygg, anlegg mv. (eksempelvis: husleie)
3. Overføringer fra andre (eksempelvis: skatter/avgifter og arbeidsgiveravgift)
4. Tilbakebetalinger (eksempelvis: tilbakebetaling av statlige lån)

Utgifter

1. Statens egne driftsutgifter (eksempelvis: drift av departementer og etater)
2. Nybygg, anlegg mv. (eksempelvis: statlige byggeprosjekter og utstyrsanskaffelse)

3. Overføringer til andre (eksempelvis: sykepenger og tilskudd til kommuner)

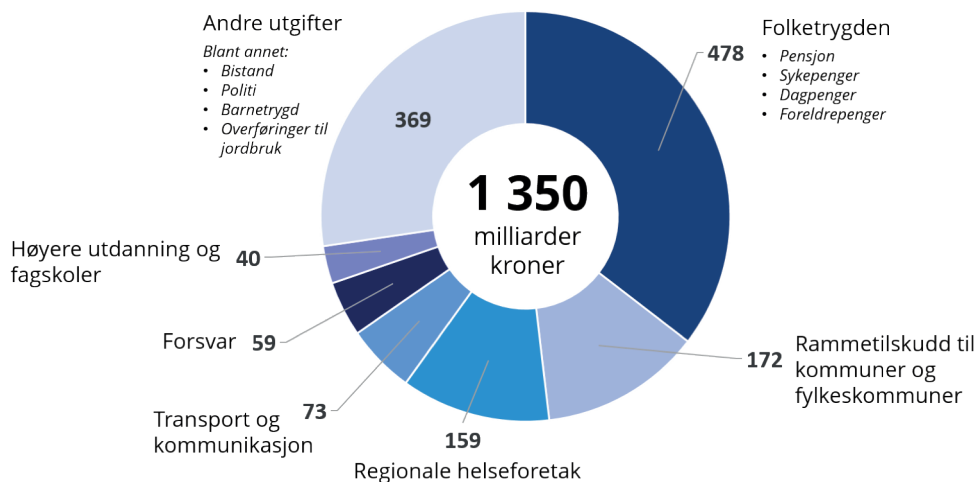
4. Utlån, statsgjeld mv. (eksempelvis: lån gjennom lånekassen og innenlandsk statsgjeld)

Statsbudsjettet blir inndelt i kapitler og poster. Kapitlene nummereres fortløpende i nummerserier for de ulike departementene. Postene følger et fast mønster, der postnummeret angir hva slags type inntekt eller utgift det er snakk om (postnummerne går fra 1-99 for både inntekter og utgifter).

I tillegg til budsjetter for hvert departement er det (på utgiftssiden og delvis inntektssiden) budsjetter for det kongelige hus, regjeringen, stortinget og underliggende institusjoner, høyesterett, statsbankene, statlig petroleumsvirksomhet, statens forretningsdrift, folketrygden, og statens pensjonsfond utland, i tillegg til kategorien ymse.

Skatter, avgifter og toll omtales i et eget dokument.

Statens utgifter



Figur 7-1 Oversikt over statsbudsjettets utgiftsside

utvalgte poster. En annen innfallsvinkel kan være å finne koeffisienter som beskriver sammenhengen mellom kategorier av utgifter i budsjettet og utslippseffekt – utslippintensiteter av budsjettets bestanddeler. Det samme kan gjøres for sammenhengen mellom skatte- og

avgiftsinntekter og utslippseffekt. Å beregne effekten av hele budsjettet samlet forutsetter en helt annen tilnærming, muligens bruk av større makroøkonomiske modeller. Utvalget har i denne rapporten ikke gjort grundige vurderinger av ulike metoder for å beregne

klimaeffekten av budsjettet, men har på overordnet nivå vurdert utfordringer og mulige innfallsvinkler. I tillegg har utvalget gått gjennom de vurderingene som er gjort i Norge og noen internasjonale initiativ.

7.2. Innfallsvinkler til å vurdere klimaeffekten av statsbudsjettet

Som beskrevet over er det stor variasjon mellom de ulike komponentene i statsbudsjettet, og ulike metoder vil kunne være egnet til å beregne klimaeffekten av dem. Beregning av effekten på utslipp av endringer i statsbudsjettet har klare koblinger til virkemiddelanalyser (kapittel 6) og tiltaksanalyser (kapittel 5). Det er i stor grad metodene som er presentert i disse kapitlene som i dag brukes for å beregne utslippseffekten av budsjettets bestanddeler.

I forbindelse med rapportering av klimaeffekten av statsbudsjettet kan det være relevant å vurdere hvilke metodiske utfordringer som er viktigst for budsjettets ulike deler. Det kan også være relevant å vurdere hvilke komponenter som har likhetstrekk og kan behandles på samme måte når klimaeffekten skal beregnes. Dette vil være en bottom-up innfallsvinkel. Det kan være krevende og ressursintensivt å skulle anslå utslippseffekten av alle komponentene i statsbudsjettet. En top-down innfallsvinkel innebærer å regne på hele budsjettet og ikke dets bestanddeler hver for seg, og dette vil ha helt andre metodiske utfordringer. Blant annet forutsetter dette at det finnes en modell som kan si noe om denne sammenhengen. Arbeidet med rapportering av klimaeffekten av det norske statsbudsjettet har tatt utgangspunkt i en bottom-up tilnærming.

7.2.1. Beregninger av utslippseffekter i 2019-budsjettet

I 2019-budsjettet ble det for første gang etter klimaloven rapportert på klimaeffekten av statsbudsjettet i Klima- og miljødepartementets proposisjon for 2018-2019 (Prop. 1 S (2018 – 2019), 2019, s.316). Her omtales klimaeffekten av deler av de antatt mest relevante departementers budsjett, i tillegg til en omtale av norske bidrag til utslippsreduksjoner i andre land.

Rapporteringen i budsjettproposisjonen er satt sammen av bidrag som fagdepartementene har levert til Klima- og miljødepartementet. Se Boks 7-2 for beskrivelse av hva departementene ble bedt om å rapportere.

Departementene har både ulike typer poster på sine budsjett, ulike virkemidler og tiltak som hører til deres områder og ulik erfaring med vurderinger og beregninger av klimaeffekt. Proposisjonsteksten gjenspeiler dette, og det er et spenn i detaljeringsgraden i rapporteringen som er gjort. Det ble i 2019-budsjettet ikke rapportert for alle departementenes budsjett.

Hoveddelen av omtalen for de ulike departementene er kvalitativ. Flere departementer har omtalt hvilke deler av deres budsjett som er tettest knyttet til utslipp av klimagasser, men det framgår ikke nødvendigvis hvordan budsjettet for 2019 påvirker utslippene. Det er også flere steder oppgitt at virkemidlet/bevilgningen har en positiv eller negativ klimaeffekt, uten at utslippseffekten er kvantifisert. Andre steder framheves usikkerhet forbundet med kunnskapsmangel eller mangel på god metode for å beregne sammenhengen mellom endringer i bevilgninger, virkemidler og tiltak, og endringer i utslipp. Det er noe ulikt hvordan departementene kvalitativt har omtalt utslippseffekten av eget budsjett.

Metodene som er brukt for kvantitative og kvalitative vurderinger og beregninger er ikke gjengitt i budsjettproposisjonen, men det er noen steder referert til bruk av etablerte modeller. Det er flere steder trukket fram at utslippseffekten er usikker. Det er gjennomgående at alle anslag, vurderinger og beregninger er heftet med stor usikkerhet. Framstillingen av denne usikkerheten i rapporteringen er begrenset, og det er derfor lite synlig hva usikkerheten kommer av.

Det er blant annet for Samferdselsdepartementets budsjett at det er gjort kvantitative beregninger av klimaeffekt. Samferdselsdepartementet har oppgitt omtrentlige størrelser på utslipp i 2019 for utvalgte budsjettposter, blant annet store jernbaneutbygginger, store veiutbygginger og drift av jernbane. Det er også rapportert om gradvis lavere utslipp fra veitrafikk som følge av økt bruk av tog. Her er det brukt transportmodeller, jf. kapittel 6.3.3., til å estimere utslippsreduksjoner.

Det er en egen del av rapporteringen som omhandler norske bidrag til utslippsreduksjoner i andre land, og der omtales effekten av norsk støtte til tiltak i utlandet. Dette går hovedsakelig over Utenriksdepartementets budsjett, men støtte til klima- og skoginitiativet går over Klima- og miljødepartementets budsjett. Også her er effekten på klimagassutslipp til en viss grad tallfestet. En del av bevilgningene til utslippsreduksjoner i andre land gis med forutsetning om konkrete reduksjoner. Disse utslippseffektene er imidlertid ikke relevante for vurderingen av oppfyllelse av Norges nasjonale klimamål.

BOKS 7-2 Rapportering av klimaeffekten av statsbudsjettet etter klimaloven

Klimaloven setter rammene for innholdet i rapporteringen av klimaeffekten av statsbudsjettet, og i lovteksten heter det at "I budsjettproposisjonen for neste års statsbudsjett skal regjeringen redegjøre for klimaeffekten av fremlagt budsjett" (§ 6 første ledd bokstav b). Utover dette gis det ikke føringer for format og innhold. I lovproposisjonen til klimaloven har regjeringen sagt at det på grunn av metodiske utfordringer ved å kvantifisere klimaeffekten av statsbudsjettet, vil være nødvendig å rapportere med tekstlige beskrivelser etter beste faglige skjønn for de satsingene i budsjettet som en antar har vesentlig effekt på klimagassutslippene (Prop. 77 L (2016-2017), 2017).

Klima- og miljødepartementet har i forbindelse med hvert års statsbudsjett over flere år bestilt en omtale av de øvrige departementenes klimagassbudsjett. I forbindelse med klimalovrapporteringen i 2019-budsjettet ble departementene bedt om å levere en egen og mer detaljert rapportering av klimaeffekten av deres budsjett. Bestillingen la noen føringer for metodebruk, og ga retningslinjer for rapporteringen. I tråd med proposisjonen til klimaloven ble det i bestillingen bedt om kvantitative

beregninger av klimaeffekt så langt det lot seg gjøre. Der man ikke hadde grunnlag for å kvantifisere klimaeffekten ble det bedt om at man sier noe om effekten er positiv eller negativ, og at dette så godt som mulig beskrives kvalitativt. Det ble i bestillingen spesifisert at utslippseffekter skulle vurderes opp mot referansebanen, og at utslippene i størst mulig grad skulle avgrenses i henhold til klimagassregnskapet.

Det ble også bedt om at beregninger for budsjettposter, tiltak og virkemidler som har en åpenbar klimaeffekt vektlegges. Det var imidlertid ikke gjort en konkret vurdering av om elementer som ikke har en tydelig klimakobling likevel kan ha større utslippseffekt enn noen av elementene med direkte kobling.

Klimaloven spesifiserer at det skal anslås utslippseffekt av statsbudsjettet, men ikke for hvilke(t) år. Rapporteringen knyttes i klimaloven opp mot oppnåelse av Norges klimamål på kort og lang sikt. I bestillingen fra KLD ble det angitt at beregning av utslippseffekt for 2030 er viktigst. I tillegg ble departementene bedt om å omtale den langsiktige effekten, ettersom klimaloven omfatter klimamål for 2050.

I KLDs proposisjon for 2019-budsjettet går det fram at klimaeffekten som synliggjøres er absolutt utslippseffekt av budsjettposten, og ikke endringer fra fjorårets budsjett eller sammenlignet med en referansebane. Utslippseffekten som blir synliggjort er dermed et anslag på effekten sammenlignet med en situasjon uten de gitte budsjettpostene.

7.2.2. Kobling mellom statsbudsjett og utslipp

Som det framkommer av delkapitlene over har beregningene av klimaeffekten av statsbudsjettet til nå begrenset seg til deler av budsjettet. Det har foreløpig vært rettet størst innsats mot å si noe om effekten av de postene som er klimabegrunnet i tillegg til samferdselsprosjekter. For å sortere ut de delene av budsjettet med størst klimaeffekt, og som det kan være naturlig å legge vekt på i arbeidet med å forbedre metode, er en mulighet å koble disse

budsjettpostene til utslippsregnskapet. Dette kan gi informasjon om hvilke kapitler og poster som påvirker hvilke utslippskategorier.

Utslippsregnskapet reflekterer utslipp og opptak fra summen av handlingene av enkeltindivider, bedrifter, kommuner mm. Innretting av politikk, blant annet statsbudsjettet, er et av flere forhold som påvirker nivå og trend for både utslipp og opptak av klimagasser.

Det er noen problemstillinger som må avklares før det er mulig å gjennomføre en slik kobling. Utvalget mener at et forsøk på å koble utslippsregnskapet og statsbudsjettet bør gjøres av personer med kjennskap til utslippsregnskapet og budsjettet i samarbeid. Vurderinger av en slik kobling vil ikke være nødvendig hvert år for alle budsjettposter, men for eventuelt nye kapitler (med underliggende poster). Budsjettpostene som har størst virkning på utslipp bør prioriteres.

En mulig tilnærming til et slikt arbeid kan være å vurdere budsjettpostene og vurdere om det er en direkte/sterk eller

indirekte/svak kobling til utslipp og om det er en effekt på kort og/eller lang sikt.

Etter at vurderingen av hvilke budsjettposter som påvirker hvilke utslipp er gjort, vil man måtte ta stilling til hvilke budsjettposter som det eventuelt skal kvantifiseres utslippseffekt for og hvilke metoder som skal brukes.

7.2.3. Referanse for klimaeffekten av statsbudsjettet

I mandatet heter det at utvalget skal se på metode for å beregne klimaeffekt av statsbudsjettet, herunder metoder for å anslå virkninger på klimagassutslipp av endringer på statsbudsjettets innteks- og utgiftsside. Et sentralt spørsmål er derfor hva som skal være referansen i beregninger av utslippseffekten av politiske vedtak. Det finnes tre hovedalternativer som utvalget mener bør vurderes nærmere:

1. En situasjon uten bevilgningen
2. Sammenligning med fjorårets budsjett
3. Framskrivingsbanen for utslipp

En situasjon uten bevilgninger som referanse for å beregne klimaeffekten av statsbudsjettet vil innebære at man sammenligner det aktuelle budsjettet med et scenario uten at statsbudsjettet hadde eksistert. Sammenligning med fjorårets budsjett innebærer å beregne klimaeffekten av endringer i budsjettet fra et år til det neste. Sammenligning med framskrivingene vil innebære å gi et anslag på klimaeffekten av budsjettposter som ikke kan anses å ligge inne i framskrivningen.

Valg av hva som skal være referansen for beregning av klimaeffekten av statsbudsjettet henger nøye sammen med om man er ute etter endringer eller absolutte effekter. De ulike modellene og analyseformene som er beskrevet i rapportens kapittel 3, 5 og 6, og som gir informasjon om effekten av en bevilgning, virkemiddel eller tiltak på klimagassutslipp, er i dag ikke konsistente når det gjelder hva som brukes som referanse for beregningen. For eksempel får man ved bruk av elastisiteter på avgifter et estimat på ettårig utslippseffekt fra ett år til et annet. Transportmodellene gir langsiktige likevekter der effekter på klimagassutslipp sammenlignes med en situasjon der virkemiddelet som analyseres ikke eksisterer. I generelle likevektsmodeller som SNOW får man også langsiktige likevekter med et totalestimat på utslippsreduksjoner over tid. Tiltaksanalysene gir tall for

utslippspotensial fra gjennomføring av fysiske tiltak år for år over tiltakets levetid, men gir i seg selv ikke tall for utslippsreduksjoner tatt i betraktning ulik virkemiddelbruk. Det er mulig å tilpasse metodikken til ønsket referanse slik at beregningene av utslippseffekt blir mest mulig konsistent på tvers av alle analyseverktøy. Utvalget går i denne rapporten ikke lenger i å vurdere valg av referanse, og anser dette som et viktig område for arbeidet videre.

7.2.4. Rapportering og den årlige budsjettprosessen

Budsjettprosessen i regjeringen starter om lag halvannet år før det aktuelle budsjettet trer i kraft. Prosessen i departementene og de underliggende etatene kan ha begynt lenge før dette, og i noen tilfeller vil utredninger og analyser være påbegynt flere år før vedtak fattes. Normalt blir de første vedtakene for statsbudsjettet som legges fram i oktober fattet omtrent et halvt år før, i regjeringens budsjettkonferanse i mars. For å påvirke vedtakene, vil vurderinger rundt fordeling av bevilgninger, innretning av virkemidler og tiltak, og effekter på klimagassutslipp være avgjørende å foreta i god tid før mars. Regjeringen avholder også en budsjettkonferanse i august der de siste vedtakene fattes og justeringer gjøres. For oversikt over den årlige budsjettprosessen i regjeringen, se Boks 7-3.

Tidsperspektivet for regjeringens budsjettprosess, i likhet med tidsbruken for de ulike analyseformene, legger en del føringer for når beregninger av effekten av statsbudsjettet bør utføres. Men tidspunktet for vurderingene påvirkes også av hva beregningene skal brukes til, for eksempel om beregningene skal være klare før budsjettvedtak fattes, og dermed være en del av beslutningsgrunnlaget for regjeringens forslag til statsbudsjett, eller ikke. Dagens rapporteringspraksis legger til rette for at beregningene av klimaeffekten av statsbudsjettet delvis kan brukes som beslutningsgrunnlag for regjering og Storting. Departementene ble i april 2018 bedt om å levere beregninger av klimaeffekt for eget budsjett. Med andre ord etter at budsjettkonferansen i mars er avholdt, men før konferansen i august. Utvalget har i denne rapporten ikke gått nærmere inn på vurderinger knyttet til tidsaspektet ved beregninger og rapportering av klimaeffekten av budsjettet.

BOKS 7-3 Budsjettprosessen

Regjeringen begynner arbeidet med statsbudsjettet om høsten halvannet år før budsjettåret, når Finansdepartementet sender et rundskriv om budsjettarbeidet til de andre departementene. Budsjettarbeidet i de ulike departementene og deres underliggende etater, kan ha begynt lenge før dette.

I januar, et år før budsjettet trer i kraft, skal departementene sende Finansdepartementet et innspill med konsekvensene av å videreføre gjeldende politikk (innspill til "konsekvensjusteringen"), forslag til innsparingstiltak som kan øke handlingsrommet i budsjettet, forslag til nye satsinger, og forslag til endringer i skatter og avgifter.

Regjeringen har sin første budsjettkonferanse i mars. Beslutningsgrunnlaget til marskonferansen utarbeides av Finansdepartementet, på bakgrunn av innspillene de ulike departementene kom med i januar. På denne konferansen vurderer regjeringen den samlede pengebruken ut fra den økonomiske situasjonen. Rammene for hvert departement blir fastsatt, og det blir bestemt hvilke satsingsforslag som skal vurderes nærmere i regjeringens andre budsjettkonferanse i august. Det blir også tatt en del beslutninger om skatte- og avgiftsnivået og hvilke innsparingstiltak som skal gjennomføres.

På bakgrunn av dette blir handlingsrommet for nye satsinger, som satsingsforslagene må prioriteres innenfor i augustkonferansen, bestemt.

I den andre budsjettkonferansen i august, blir rammene fordelt på kapittel og post. Beslutningsgrunnlaget til augustkonferansen utarbeides av Finansdepartementet, på bakgrunn av nye innspill fra de ulike departementene i juli. Hvert departement kommer med forslag til hvordan det vil fordele sin ramme fra marskonferansen. I tillegg blir det bestemt hvilke satsingsforslag som skal gjennomføres. I augustkonferansen tas de endelige beslutningene om regjeringens budsjettforslag.

Regjeringen legger i oktober fram sitt forslag til budsjettvedtak i stortingsproposisjon 1, bedre kjent som Gul bok. Proposisjonen beskriver også hovedtrekk ved budsjettet. I tillegg gir hvert departement ut egne fagproposisjoner, som blant annet gjør nærmere rede for forslag og utvikling under hvert departement. Det er Stortinget som vedtar statsbudsjettet.

Rammene for budsjettarbeidet følger av bevilgningsreglementet, og er forklart nærmere i Finansdepartementets veileder i statlig budsjettarbeid.

7.3. Internasjonalt arbeid med å beregne klimaeffekten av statsbudsjettet

7.3.1. OECD Green Budgeting Initiative

Paris Collaborative on Green budgeting er et initiativ som ble lansert på One Planet Summit i desember 2017. Det er et samarbeid mellom en rekke land om å bedre synligheten av klima- og miljøeffekten av politiske vedtak og statsbudsjetter. Green budgeting handler om å identifisere nasjonal virkemiddelbruk, i form av virkemidler på budsjettets inntekts- og utgiftsside, for å nå klima- og miljømål. Det dreier seg for eksempel om å kunne evaluere klima- og miljøvirkninger av de årlige statsbudsjettene, både utgifts- og inntektssiden,

herunder skatter, avgifter og subsidier. Målet er å skape en plattform for å dele erfaringer og god praksis, identifisere forskningsprioriteringer og -hull, utvikle innovative verktøy for å støtte budsjettarbeidet, og å utnytte potensialet i å samarbeide og lære av hverandre for å få til en utvikling. Norge er et av landene som deltar, og arbeidet koordineres i OECD.

Arbeidet er i oppstartsfasen, og det er foreløpig aktivitet i form av ekspertmøter for å diskutere problemstillingene som initiativet adresserer. I det foreløpige arbeidet er det nevnt flere mulige produkt av arbeidet det neste årene, og OECD jobber med å konkretisere hva dette blir.

7.3.2. OECD DAC Rio Markers for Climate

Rio-markørene er et verktøy for å kategorisere pengestrømmer etter formålet med dem. Hver markør

består av et sett variable og kriterier for kategorisering i henhold til disse. Rio-markørene ble opprinnelig laget for å hjelpe utviklingsland med deres rapporteringsforpliktelser under Rio-konvensjonene, og brukes i hovedsak til å kartlegge formålet med bistand som gis til utviklingsland.

Rio-konvensjonene består av tre separate konvensjoner, herunder klimakonvensjonen UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change). Det finnes to markører tilhørende denne konvensjonen, og disse har som formål å kartlegge om støtten som gis til bestemte aktiviteter har til hensikt å bidra til oppnåelse av klimakonvensjonens mål. Markørene er en del av OECDs overordnede statistikk-system for overvåking av "official development finance", som er definert som strømmer av ressurser til mottakerland²⁸. Metoden for utvikling og bruk av markørene er angitt i håndboken "OECD DAC Rio Markers for Climate" (OECD, årstall ukjent). Det gis under en beskrivelse av metodikken.

7.3.2.1. Metode for anvendelse av markørene

For klima finnes det to Rio-markører; en for utslippsreduksjoner ("climate change mitigation") og en for

klimatilpasning ("climate change adaption"). Markørene er variabelsett med tre verdier: 2, 1 eller 0. Disse blir bestemt per aktivitet (bevilgning). Variablene settes basert på om en aktivitet (bevilgning) har som hensikt å oppfylle mål som angitt i markøren. Verdi 2 betyr at aktiviteten har markørens mål som hovedformål, verdi 1 betyr at aktiviteten har det som et vesentlig formål, og verdi 0 betyr at aktiviteten ikke har det som formål. For eksempel kan man anta at bevilgninger til å bytte ut oljefyr med solceller får verdi 2 for markøren "Climate change mitigation" og verdi 0 for "Climate change adaption". Markørene er med andre ord kvalitative, men det vil også være mulig å bruke dem til å finne størrelsesordenen på pengebruken som er i tråd med hver markør.

For hver markør er det satt en rekke kriterier for kategorisering i henhold til kategoriene 2, 1 og 0. For markøren "climate change mitigation" er kriteriene beskrevet i tabellen under. Hvis kriteriene er oppfylt kan aktiviteten få verdi 2 eller 1. Verdi 2 settes dersom aktivitetens formål innfrir ett eller flere av kriteriene direkte og eksplisitt. Dersom ingen av kriteriene innfris, settes verdi 0. Det åpnes også for å sette verdi 2 eller 1 på aktiviteter som legger til rette for integrering av

Tabell 7-1 Kriterier for markøren "Climate Change Mitigation"	
AID TARGETING THE OBJECTIVES OF THE FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE Climate Change Mitigation	
DEFINITION	
An activity should be classified as climate-change-mitigation related (score Principal or Significant) if:	It contributes to the objective of stabilisation of greenhouse gas (GHG) concentrations in the atmosphere at a level that would prevent dangerous anthropogenic interference with the climate system by promoting efforts to reduce or limit GHG emissions or to enhance GHG sequestration.
CRITERIA FOR ELIGIBILITY	The activity contributes to the mitigation of climate change by limiting anthropogenic emissions of GHGs, including gases regulated by the Montreal Protocol; or the protection and/or enhancement of GHG sinks and reservoirs; or the integration of climate change concerns with the recipient countries' development objectives through institution building, capacity development, strengthening the regulatory and policy framework, or research; or developing countries' efforts to meet their obligations under the Convention. The activity will score " principal objective " if it directly and explicitly aims to achieve one or more of the above four criteria.

Kilde: (OECD, årstall ukjent)

²⁸ <https://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=1893>

klimahensyn i et lands systemer og rammeverk, og på den måten bidrar til reduksjon av klimaendringer eller klimatilpasning.

Fordi markørene er utviklet for å kategorisere finansiell støtte til utviklingsland, er kriteriene tilpasset til at det fra giver er tydelig beskrevet hva formålet med bevilgningen er. Det er for eksempel et krav om at kategori 2 kun kan settes dersom aktiviteten ikke ville fått støtte hvis det ikke var for å oppnå akkurat det målet (utslippsreduksjoner eller klimatilpasning). Det legges til grunn at det finnes skriftlig dokumentasjon av aktivitetens formål, som utarbeides som grunnlag for avtale om bistand.

OECD har laget en veiledende tabell der aktivitetskategorier i ulike sektorer er listet opp sammen med en rangering av verdi-variablene etter sannsynlighet for hva som vil gjelde for den type aktivitet. Dette er gjort for begge de to klimamarkørene. Tabellen inneholder også eksempler på konkrete aktiviteter i hver kategori. Se Tabell 7-2 for et utdrag fra tabellen.

7.3.2.2. Rio-markørene og klimaeffekten av statsbudsjettet

Anvendelsesområdet for Rio-markørene, slik de er utformet i dag, er å kategorisere bistand etter formålet med støtten.

Tabell 7-2 Eksempel på veiledning i bruk av kriteriene for Rio-markørene for klima				
Sector/CRS purpose codes	Mitigation (Scoring in descending order of likelihood)	Adaptation (Scoring in descending order of likelihood)	Rationale for scoring	Examples of qualifying activities
HEALTH – 120				
POPULATION POLICIES/PROGRAMMES AND REPRODUCTIVE HEALTH – 130				
All purpose codes in categories 120 & 130	0 or 1	0, 1 or 2	<p>Mitigation Activities in the health sector that reduce greenhouse gas emissions can score 1.</p> <p>Adaptation Health activities can be scored against the adaptation marker if they aim or help to address the consequences of climate change in the health of the population. Score 2 may even be appropriate for special adaptation-oriented programmes.</p>	<p>Mitigation</p> <ul style="list-style-type: none"> - Activities in the health sector that use renewable energy to support improved air quality, such as solar panels to heat water in hospitals (mitigation score 1). - Energy efficient hospital infrastructure that leads to significant savings in energy consumption (mitigation score 1). <p>Adaptation</p> <ul style="list-style-type: none"> - Health programmes to adapt to climate change, such as the implementation of measures to control heat stress or malaria in areas threatened by increased incidence of diseases due to climate change (adaptation score 1). - Strengthening food safety regulations, notably in terms of microbiological quality, avoidance of contact with pest species, in areas affected by higher temperatures (adaptation score 1).

Kilde: (OECD, årstall ukjent)

Denne kategoriseringen kan si noe om hvilken støtte som har en direkte eller indirekte kobling til hver av de to klimamarkørens hovedmål. Dersom man anvender metoden for markøren for å redusere klimagassutslipp til å kategorisere alle tiltak og virkemidler over statsbudsjettet, kan man oppnå en sortering av hvilke bevilgninger, tiltak og virkemidler som eksisterer med den hensikt å redusere utslipp. Det vil ved en slik øvelse være et spørsmål om kriteriene som eksisterer lar seg direkte overføre til bruk på alle statsbudsjettets bestanddeler.

Utvalget skal foreslå metode for å beregne klimaeffekten av statsbudsjettet. Det er med andre ord effekten av bevilgninger, tiltak og virkemidler, og ikke hensikten ved dem, som er av størst interesse. Det kan være behov for kvalitative metoder som tillegg til kvantitative metoder for beregning, for eksempel for å identifisere hvilke bestanddeler det vil være viktigst å utvikle metode for. Ved å utelukke se på hensikten med aktiviteter vil ikke kategoriseringen inneholde informasjon om aktivitetens styrke eller grad av bidrag til reduksjon av klimagassutslipp eller oppfyllelse av klimamål. En mulig kvalitativ metode kan være å utvikle en markør for klimaeffekt basert på metoden for Rio-markørene. Dette vil innebære å utarbeide et eget sett med kriterier som kan ligge til grunn for en ny markør for klimaeffekt.

Metoden som er angitt i OECDs håndbok omfatter ikke kategorisering av aktiviteter som kan være negative for klimaet, verken når det gjelder klimagassutslipp eller klimatilpasning. For å ha en helhetlig metode som har verdi for arbeidet med klimaeffekten av statsbudsjettet er det nødvendig å kunne identifisere hvilke bevilgninger, tiltak og virkemidler som har negativ klimaeffekt. I et eventuelt arbeid med å utvikle en ny markør vil det derfor være nødvendig å utvide metoden til å inneholde variable for negativ klimaeffekt, sammen med kriterier for hvordan variablene skal brukes.

7.3.3. FNs utviklingsprogramms CPEIR-tilnærming

CPEIR³⁰ er en metode for gjennomgang av et lands offentlige utgifter og institusjoner på klimaområdet. Slike gjennomganger er gjennomført av blant annet FNs utviklingsprogram UNDP og Verdensbanken. Metoden er først og fremst benyttet i Sørøst-Asia. Klimatilpasning er

sentralt i disse gjennomgangene. Nedenfor gjennomgås kort tilnærmingen. Dette er en kort oppsummering og ikke en fullstendig presentasjon av metoden. Oppsummeringen bygger på UNDPs metodehåndbok (UNDP, 2015).

En CPEIR-gjennomgang har tre hoveddeler :

1. Vurdering av sårbarhet og oversikt over strategier, handlingsplaner o.l. (Policy Analysis)
2. Analyse av institusjoner (Institutional Analysis)
3. Analyse av offentlige utgifter og virkemidler på inntektssiden (Climate Public Expenditure Analysis)

Det er del 3 som har relevans for vurderinger av klimaeffekten av statsbudsjettet, og metode for denne analysen presenteres under.

Det er flere steg i denne delen av CPEIR-gjennomgangen:

1. Avgjøre hvilke deler av myndighetenes politikk som er relevante for klima
2. Vekte ulike utgiftsposter ut fra deres relevans for klima
3. Bestemme hvor mye landet bruker på klima
4. Vurdere om myndighetene fører politikk som påvirker klima negativt
5. Vurdere klimavirkemidler på inntektssiden, som avgifter

Metodehåndboken peker på hvordan ulike deler av myndighetenes politikk kan ha relevans for klima, og dette gir et utgangspunkt for vurderingen i steg 1. Siden politikk som reduserer sårbarhet for klimaendringer er sentralt i CPEIR, er det svært mye av myndighetenes politikk som blir vurdert som relevant.

Det foreslås to ulike tilnærminger til vektning av utgiftsposter. Den første tilnærmingen er en skjønnsmessig vektning med vekter i prosent, der man blant annet ser på om klima er et hovedformål eller en bieffekt av ulike myndighetstiltak. Med den andre tilnærmingen bestemmes en vekt i prosent ut fra tiltakets netto nytte i en situasjon med klimaendringer, sammenlignet med en situasjon uten klimaendringer. Myndighetstiltak som har en stor grad av sine nyttevirksomheter knyttet til

²⁹ Climate Public Expenditure and Institutional Review (CPEIR).

³⁰ For del 1 og del 2 er ikke de engelske titlene helt dekkende for hva som ses på i disse delene av CPEIR-gjennomgangen.

situasjonen med klimaendringer, vil bli vurdert som mer klimarelevante. Denne tilnærmingen er mest rettet inn mot myndighetstiltak for klimatilpasning.

Ved hjelp av vektene kan landets klimarelevante utgifter bestemmes, og man kan for eksempel se på størrelsen til ulike typer klimarelevante utgifter eller se på klimautgiftene som andel av samlede utgifter.

Videre skal man vurdere om myndighetene fører politikk som påvirker klima negativt. Subsidier til fossile drivstoff og politikk som bidrar til avskoging, er nevnt som eksempler, men det er lite konkret veiledning om hvordan man skal vurdere dette.

Man skal også identifisere virkemidler på inntektssiden, for eksempel avgifter og avgiftsfritak. Det gis lite videre veiledning om hvordan man skal se på disse, ut over at man bør analysere hvordan de virker og hvordan de har utviklet seg.

8. Utvalgets vurderinger og anbefalinger

8.1. Innledning

Klimaet er i endring, og globale utslipp må reduseres. For å vurdere hvordan Norge skal kunne redusere sine klimagassutslipp mest mulig effektivt, er det behov for gode analyser av kostnader og utslippseffekter av virkemiddelbruk. Videre er det nødvendig med god kunnskap om hvordan offentlige beslutninger generelt påvirker klimagassutslippene. Teknisk beregningsutvalg for klima er nedsatt for å gi råd om metoder for beregninger av klimaeffekt av statsbudsjettet og om metodeforbedringer for tiltaks- og virkemiddelvurderinger på klimaområdet.

Utvalget har brukt dette første året til å sette seg inn i hvilke metoder som brukes i analyser på feltet og hvordan de brukes i norsk sammenheng. Det er gjort mange analyser over flere år med ulike metoder. Analysene brukes blant annet til å lage framskrivinger av utslipp, for å vurdere eksisterende eller nye klimamål, for å utrede hvilket reduksjonspotensial som finnes i ulike sektorer, hvordan mål kan nås og hvilke virkemidler som bør benyttes. Kostnader er en sentral del av disse vurderingene. I denne rapporten har utvalget forsøkt å gi en oversikt over arbeidet. Utvalget har særlig fokusert på hva som gjøres av tiltaks- og virkemiddelanalyser på klimaområdet i Norge.

Metoder kan klassifiseres på ulike måter. Utvalget har i denne rapporten lagt vekt på to forhold:

- I hvilken grad metodene omfatter deler av økonomien (partielle) eller hele den relevante økonomien (generelle)
- I hvilken grad atferd og/eller andre responser er eksplisitt tatt hensyn til i tilnærmingene (endogene) eller er gitt per forutsetning (eksogene) og ev. holdes uendret i analysen.

De fleste metoder vil befinne seg på glidende skalaer innenfor disse to typeområdene.

Når det gjelder konkrete metodevurderinger, er arbeidet i denne første rapporten konsentrert om tiltaksanalysene og det gis noen anbefalinger om mulige forbedringer. Vurderingen av metoder for virkemiddelanalyser og

for beregning av utslippseffekter av statsbudsjettet er foreløpig på et mer overordnet nivå, men vil være temaer for framtidig arbeid i utvalget.

Utvalget gjennomgår her vurderinger og temaer det bør jobbes videre med knyttet til de tre hovedtemaene i mandatet, tiltaksanalyser (kapittel 8.2), framskrivinger og virkemiddelanalyser (kapittel 8.3) og beregninger av klimaeffekt av statsbudsjettet (kapittel 8.4). Utvalgets opplegg for videre arbeid oppsummeres i kapittel 8.5.

8.2. Tiltaksanalyser

Tiltaksanalysene beregner kostnader for fysiske tiltak som kan redusere utslipp. Tiltaksanalyser er blitt brukt til å vurdere muligheter for utslippsreduksjoner i ulike sektorer, og også totalt reduksjonspotensial, som underlag for eksempel for Meld. St. 41 (2016-2017) og klimalovrapportering, i analyser som Klimakur 2020, og kommende Klimakur 2030. Arbeidet med tiltaksanalysene handler dels om å etablere en sammenheng mellom økonomisk aktivitet og utslipp og dels om kostnadsberegning av tiltaket. Siden de fleste tiltaksanalyser gjelder for framtidige perioder, tas det utgangspunkt i en framskriving (referansebane) for utvikling av økonomisk aktivitet og utslipp, beregnes utslippsreduksjoner som resultat av et potensielt fysisk tiltak, og beregnes (mer)kostnader ved tiltaket sett i forhold til referansebanen. Dimensjoneringen og innfasingen av tiltaket over tid er anslått utenfor analysen og ikke et resultat av analysen. Beregningen av tiltakskostnaden leder fram til en kostnad per CO₂-ekvivalent redusert utslipp.

Det faglige utgangspunktet for tiltaksanalysene er metoder for samfunnsøkonomisk prosjektanalyse. Slike analyser gjøres vanligvis som en samfunnsøkonomisk nytte-kostnads-vurdering av et offentlig investeringsprosjekt, der en tilstreber å ta hensyn til aktørenes tilpasningsendringer som følge av prosjektet. Tiltaksanalysene skiller seg fra prosjektanalyser ved at de ikke begrenser seg til offentlige investeringsprosjekter, men også kan omfatte andre fysiske tiltak i bedrifter, husholdninger og andre samfunnsaktører. De tar oftest form av teknologiløsninger,

³¹ Klimastrategi for 2030 – norsk omstilling i europeisk samarbeid

det vil si nye måter aktørene kan oppnå samme tjeneste, produksjonsnivå eller nytte på. Det gjøres ingen nyttevurdering av reduksjonen i klimagassutslipp. Øvrige samfunnsøkonomiske gevinster innregnes så langt det er mulig i kostnadene. Tiltaksanalysene kan således beskrives som kostnadseffektivitetsanalyser – de viser (netto)kostnadene ved tiltak for å redusere klimagassutslipp.

Tilnærmingen som er brukt i Norge er i samsvar med metoder anvendt internasjonalt. Rangeres alle aktuelle tiltak etter samfunnsøkonomiske kostnader, kan en få beregnet såkalte MAC-kurver (Marginal Abatement Cost/ Marginale kostnader for reduserte utslipp). Kurvene viser marginalkostnaden ved ulike ambisjonsnivåer av utslippsreduksjoner. Tiltaksanalysene er basert på forutsetninger og forenklinger for å kunne gjennomføre beregningene. Mange av utfordringene med tiltaksanalysene vil være felles med andre metoder, og andre metoder kan ha andre begrensninger som tiltaksanalysene ikke har. Utvalget har vurdert hva det bør arbeides videre med for å forbedre analysene og vektlegger bedre klargjøring av forutsetninger og begrensninger i formidlingen av analysene når disse legges fram. Utvalget anerkjenner også at det i enhver sammenheng må gjøres vurderinger av hvilke tilgjengelige metoder som er mest hensiktsmessig for det formål analysen skal brukes til innenfor de ressursrammene man har.

I litteraturen legges det vekt på to hovedutfordringer – manglende inkludering av virkemidler som skal til for å realisere de fysiske tiltak og mangelfull behandling av tidsaspektet ved kostnadsutviklingen (Kesicki & Ekins, 2012).

Virkemidler for å realisere de fysiske tiltak vil påvirke tilpasningen til husholdninger og bedrifter både direkte og indirekte. De vil spille med allerede eksisterende virkemidler og kunne påvirke hvordan markeder fungerer. De vil også få ringvirkninger via offentlige budsjetter. Slike samfunnsøkonomiske virkninger blir ikke fanget opp. Dermed vil analysene ikke inkludere alle samfunnsøkonomiske kostnader av å gjennomføre tiltak. Ulike virkemidler vil generelt innebære ulike kostnader. Rangeringen av fysiske tiltak etter kostnader per CO₂-ekvivalent kan påvirkes når man tar hensyn til virkemiddelbruk og konsekvenser av det.

Tiltaksanalysene har i noen tilfeller blitt tilpasset for å brukes i virkemiddelvurderinger. Da er analysene blitt supplert med anslag på privatøkonomiske kostnader, som normalt avviker fra samfunnsøkonomiske kostnader. Det gir innsikt i hvordan det fysiske tiltaket vil kunne berøre husholdningers eller bedrifters økonomi og være nyttig

informasjon for analyser av private aktørers tilpasning til klimapolitiske virkemidler. Som forklart ovenfor, er tiltaksanalysen imidlertid ikke tilstrekkelig for å utrede effekter av virkemidler.

En annen viktig utfordring ved tiltaksanalysene er fastlegging av kostnadene i situasjoner hvor teknologiutviklingen eller andre forhold innebærer endringer i kostnader og økonomisk aktivitet over tid. Tiltaksanalysene (og analyser som utarbeider MAC-kurver) gir et bilde av de gjennomsnittlige kostnadene over en gitt tidsperiode som tiltakene rangeres etter (for eksempel over perioden 2021-2030 når Norges mål for 2030 skal vurderes). Kostnadene ved de enkelte tiltak vil være avhengig av tidsforløpet for innfasing av tiltak, tilpasning til tiltak og utslippskonsekvenser. Når kostnadene er fallende over tid, vil tidsforløpet for realisering av tiltakene og levetiden til de investeringer som gjøres kunne ha stor betydning for kostnadsnivå, og dermed sammenligning og rangering, av ulike tiltak. Selv om tiltaksanalysene for å bøte på dette i noen tilfeller gjøres med ulike valg av analyseperioder, bør bakenforliggende kostnadsforhold generelt belyses bedre. I spørsmål om iverksetting og innfasing er det vesentlig å vise hvordan kostnadene avhenger systematisk av hva slags tidsforløp man velger. Utvalget anser det som viktig å fortsette arbeid med å klargjøre tidsforløpets betydning for kostnadene.

Klimarisikoutvalget har i NOU 2018:17 behandlet betydningen av usikkerhet på klimafeltet, inkludert usikkerhet knyttet til framtidig samfunnsutvikling, klimapolitikk og teknologiutvikling. Disse forholdene vil ha stor betydning for tilgjengelige tiltak, hva de vil koste og hvor store utslippsreduksjoner som vil være nødvendig, dvs. både for utslippsutviklingen og de politiske målene som settes. Usikkerhet om framtidig teknologi og andre forhold er godt erkjent i de analyser som er gjort, men det gjøres lite systematisk arbeid på hva det innebærer for gjennomføring av tiltak. Det gjelder både usikkerhet om kostnadsutviklingen for det enkelte tiltak og særlig hvordan sammensetningen av mange tiltak påvirker risikoen. Det bør unngås at mange fysiske tiltak man vil realisere har samme type usikkerhet om teknologiutviklingen. For å begrense slik risiko kan man ta hensyn til variasjonen i risiko mellom tiltak og velge sammensetning av tiltak etter det. Det må arbeides med å kartlegge, framstille og ta hensyn til usikkerhet.

Utvalget mener at man må sikte mot analyser hvor virkemidler, fysiske tiltak og utslippsreduksjoner ses i sammenheng når man beregner samfunnsøkonomiske kostnader av tiltak. Det tilsier utvikling av analyseverktøy som inkluderer atferdsrelasjoner som beskriver hvordan husholdninger og bedrifter tilpasser seg virkemidler. I

praksis betyr det at dagens anslag på atferdsendringer i tiltaksanalysene synliggjøres og gjøres avhengig av valg av virkemidler. For analyse av enkelttiltak og/eller sektorvise virkemidler kan partielle likevektsmodeller for sektorer og områder supplere tiltaksanalyser og fange opp mange av de relevante indirekte effektene. For analyser av tiltak, virkemidler og utslipp i ulike sektorer eller av stort omfang, slik at faktormarkedspriser, inntektsbetingelser og sektorsammensetning påvirkes, vil det være en fordel å bruke generelle, men disaggregerte, modeller. I utgangspunktet inkluderer likevektsmodeller både etterspørselssiden (husholdningene) og tilbudssiden (bedriftene) i de markeder som behandles. Valg av modell og forutsetninger og forenklinger må tilpasses datagrunnlag og problemstilling. Arbeid med å inkludere teknologiinformasjon i de partielle og generelle modellene bidrar til å kombinere en viss detaljrikdom fra tiltaksanalyser og liknende med større innslag av indirekte effekter og atferdsresponsen.

Oppsummeringsvis bør det videre arbeidet med tiltaksanalyser framover sikte mot å bedre ivareta hvordan kostnader og utslipp påvirkes av tidsforløpet for tiltaket, betydningen av usikkerhet og ta innover seg kunnskap om indirekte effekter og atferdsmessige responser.

8.3. Utslippsframskrivinger og virkemiddelanalyser

Utvalget har brukt tid på å orientere seg om analysearbeidet i Norge og utlandet knyttet til utslippsframskrivinger og virkemiddelanalyser, men har innen tidsrammen ikke fått gjort en systematisk vurdering av metoder som er anvendt og deres egnethet for analysene. Det gis en kort oppsummering av metodebruken nedenfor.

Nasjonale framskrivinger av utslipp av klimagasser utarbeides hvert annet år av Finansdepartementet i samarbeid med flere departementer og med underliggende etater. Framskrivningene bygger på en rekke forutsetninger om utviklingen i befolkning, økonomi og teknologi og på at dagens politikk og virkemidler videreføres både i Norge og internasjonalt. I arbeidet med framskrivingene brukes den generelle likevektsmodellen SNOW supplert med en rekke enklere sektormodeller og analyser. Framskrivningene brukes som et nullalternativ for analyser av tiltak og virkemidler. Utvalget anbefaler at de som utarbeider nasjonale framskrivinger samarbeider tettere med enhetene som bruker analysene, samt at forutsetninger, antagelser og usikkerheter i framskrivingene kommuniseres tydelig i forbindelse med publisering.

I Norge finnes det en rekke metoder og modeller som er utviklet og som anvendes i analyser av virkemidler, fra partielle sektormodeller innen energibruk, transport og skog- og jordbruk til generelle likevektsmodeller (SNOW, MSG). Som beskrevet ovenfor brukes også tiltaksanalyser som input til enkelte virkemiddelvurderinger.

Kapittel 6 omtaler noen eksempler på analyser av virkemidler. Eksempelgjennomgangen synliggjør at det er bruk for ulike typer metoder til analyser av ulike virkemidler og problemstillinger. Ofte vil det være behov for å benytte flere metoder for å analysere ulike sider ved virkemidlene. Siden usikkerheten er stor, kan det å bruke ulike tilnærminger til samme problem bidra til å bre ut mulige kostnader og utslippseffekter av virkemidler. Det gjøres mange partielle analyser på enkeltvirkemidler. Samtidig er det behov for å se virkemidler mer i sammenheng. For det første er det en utfordring å få analysert samlet effekt av flere virkemidler som virker sammen på et område. For det andre kan tilpasningene til virkemidler til sammen bli så store at det kan tenkes å ha en rekke indirekte tilbakevirkninger på priser, kostnader, inntekter og budsjetter.

Metodetilnærmingen for analyser på sektor- eller områdenivå er typisk partielle likevektsmodeller. Det kan være fornuftig med empirisk arbeid og modellutvikling som rendyrker og øker forståelsen av husholdningers og bedrifters atferdsresponsen på enkeltområder. Slik kunnskap må ligge til grunn også for beregninger av makroøkonomiske og samlede samfunnsmessige virkninger av klimapolitikk. Gjennomgangen av provenyberegninger viser at direkte atferdsreaksjoner kan fanges opp på en enkel måte ved bruk av elastisiteter. I provenyberegningene anvendes anslag på kortsiktige virkninger på utslipp av en avgiftsendring. Mer systematisk arbeid med slike elastisiteter kan være et første steg i arbeidet med bedre representasjon av atferdsreaksjoner på klimapolitikken.

Nasjonale framskrivinger og virkemiddelanalyser gjøres ved generelle likevektsmodeller som dekker hele landets økonomi, primært modellen SNOW. Norge har vært langt framme på dette området, med grunnlag i modellutvikling i Statistisk Sentralbyrå over lang tid, og tidlig arbeid med et utslippsregnskap knyttet til nasjonalregnskapet. SNOW brukes i regjeringens arbeid med framskrivinger av økonomi og klimagassutslipp. De samfunnsøkonomiske kostnader ved virkemiddelbruk kan her beskrives ved velferdseffekten for konsumentene.

Alle analyser har forbedringsmuligheter i tallfesting av parametere. I stor grad vil resultater fra empiriske studier og partielle modeller kunne nyttiggjøres. I

klimasammenheng er det behov for framskrivinger og analyser av virkemiddeffekter på framtidige tilpasninger. Dagens fokus på klimapolitikk og støtteordninger for lavutslippsløsninger i inn- og utland og befolkningens bevisstgjøring om klimaproblemet kan innebære at bakoverskuende databaserte metoder for tallfesting i mange tilfeller ikke gir gode nok indikasjoner på atferdsmønstre og -responses framover i tid. Dertil kommer at teknologiske innovasjoner har en dynamikk som er vanskelig å forutse. Dette gjør validering av parametere og modellresultater samt håndtering av usikkerhet særlig utfordrende.

8.4. Klimaeffekten av statsbudsjettet

Utvalget har satt seg inn i det som gjøres av vurderinger av klimaeffekt av statsbudsjettet i Norge per i dag. Utvalget vil peke på at det ikke finnes gode/enhetlige metoder for hvordan land bør beregne utslippseffekten av sine statsbudsjett. Selv om Norge lenge har rapportert om klimaeffekten av statsbudsjettet, brukes et sett av lite enhetlige tilnærminger. I tillegg er det som per nå rapporteres i statsbudsjettet vurderinger av et forholdsvis usystematisk utvalg budsjettposter.

I kapittel 7 har noen ulike metoder for å kategorisere bevilgninger etter klimaeffekt blitt belyst. En kategorisering, eller tagging, har i denne sammenheng som hovedformål å bidra til en systematisk gjennomgang av en rekke komponenter for å si noe om graden av påvirkning på klimagassutslipp. Metodene som er gjennomgått i denne rapporten kan bare delvis si noe om slik påvirkning, fordi de i utgangspunktet er utviklet for andre formål.

En tagging kan gjennomføres på ulike detaljingsnivå når det gjelder både inndelingen av budsjettkomponentene og når det gjelder kategoriene for grad av effekt. Metodene som er gjennomgått i kapittel 7 er ikke utarbeidet for å tagge et helt statsbudsjett, men det er utvalgets vurdering at det finnes noe overføringsverdi til det videre arbeidet med metode for dette. For eksempel vurderer utvalget at metoden som ligger til grunn for Rio-markørene, omtalt i kapittel 7, kan bidra med et rammeverk som består av kategorier for grad av effekt og av et utgangspunkt for kriterier for kategorisering. Ved å videreutvikle denne metoden og å gjennomføre en tagging av statsbudsjettet kan man få overordnet informasjon om hvilke deler av budsjettet som har en direkte og stor påvirkning på klimagassutslipp. Dette kan igjen bidra til mer system i arbeidet med å beregne selve klimaeffekten, ved at komponentene med størst direkte effekt blir prioritert.

Utvalget vil poengtere at det er avgjørende at metoden som utvikles må innebære å tagge både positiv og negativ klimaeffekt for å være et tilfredsstillende bidrag, og at dette er en viktig mangel ved metodene som er gjennomgått i denne rapporten.

Det er en rekke spørsmål som reiser seg når man skal ta stilling til effektberegninger av statsbudsjettet:

1. Hva skal være referansescenariot? Skal analysen fange opp klimaeffekten sammenlignet med en situasjon uten budsjett(poster)? Hvilken alternativ bruk av budsjettet skal offentlige investeringer og offentlig konsum vurderes mot – er for eksempel utslippseffekten av overføringer en relevant referanse, og i så fall hva slags? Skal analysen konsentrere seg om å gi anslag på klimaeffekter av endringer i statsbudsjettet? Hvis det siste, skal referansen være utslipp ved et historisk tidspunkt eller en utslippsframskriving og skal effekten i andre land tas med?
2. Skal klimaeffekten av budsjettet vurderes på både kort og lang sikt?
3. Hva er ambisjonsnivået, skal alle budsjettposter vurderes eller skal man prioritere de med størst direkte effekt på utslipp?
4. Skal alt kvantifiseres eller kan også effekter omtales kvalitativt?
5. Hvordan ta hensyn til at budsjettposter samspiller med hverandre og enten kan forsterke eller svekke effekten på utslipp?
6. Hvilken metode eller metoder kan/skal brukes?

Utvalget kjenner ikke til at det eksisterer markører eller lignende verktøy for å identifisere og kategorisere alle komponentene i et helt statsbudsjett etter klimaeffekt. Utvalget vil starte arbeid med å koble budsjettposter til utslipp for å vurdere metodevalg nærmere. Deretter vil vurdering av grad av utslippseffekt gjøres for enkelte bolker av budsjettet. Blant spørsmålene ovenfor, bør man starte med å problematisere spørsmålene i punkt 1. Det overordnede målet på sikt vil være å forsøke å få en systematisk oversikt over hvilke deler av budsjettet som har en effekt på utslipp, anslå styrken på disse bidragene og den samlede effekten.

8.5. Utvalgets videre arbeid

Utvalget har så langt kartlagt hva som gjøres av analyser på klimaområdet. Vurderingen av analysearbeidet har konsentrert seg om tiltaksanalysene. Det gjenstår å vurdere metoder for analyse av virkemidler innen sektorer og for økonomien som helhet, og metode for framskrivinger. Det metodeapparat som utvikles vil danne grunnlaget for vurdering av klimaeffekten av statsbudsjettet. Analysen av virkninger av budsjettposter som direkte og indirekte påvirker utslipp vil være forskjellig for offentlig forbruk og investering, utforming av skatter og avgifter, og støtteordninger til husholdninger og bedrifter. Analyser av offentlig forbruk og investering må også behandle hvordan offentlig innkjøpspolitikk påvirker utslipp. Det vil bli en stor utfordring å identifisere utslippseffekten av budsjettposter fordi mange ulike bevilgninger og virkemidler påvirker de enkelte utslipp. Det vil bli redegjort for framdriften i arbeidet med klimaeffekten av statsbudsjettet i neste års rapport.

Utvalget oppsummerer at norske myndigheter utfører omfattende analyser av klimapolitikken og anvender metoder som også er utbredt internasjonalt.

Utslipsregnskapet har gitt et godt grunnlag for å koble sammenhengen mellom økonomisk aktivitet og utslipp i Norge. Søkelyset har vært rettet mot kostnader ved fysiske tiltak for å redusere klimautslipp i samsvar med regjeringens klimamål. Tiltaksanalyser av slike fysiske tiltak er supplert med virkemiddelanalyser innen enkelte sektorer, særlig samferdsel og energi, og nasjonale framskrivinger og analyser av virkemidler. Videreutvikling av analyseverktøyet er diskutert ovenfor.

Utvalget mener at videre arbeid med klimaanalyser vil ha stor nytte av bedre organisering og utnyttelse av data som beskriver økonomisk aktivitet med konsekvenser for klimagassutslipp. Analyser av økonomisk aktivitet bør legge større vekt på hvordan klimapolitiske virkemidler påvirker husholdninger og bedrifter. Det foreligger en omfattende litteratur om hvordan offentlig politikk påvirker atferden til husholdninger og bedrifter, men klimapolitikk innebærer nye virkemidler og med nye begrunnelser. Det gjør det nødvendig med ny innsats for å forstå klimapolitikkenes effekter. Innsatsen kan bestå både av gjennomgang av nyere internasjonale studier på feltet og nye analyser basert på norske data.

Generelt er det behov for mer kunnskap om hvordan klimapolitiske virkemidler påvirker husholdninger og bedrifter og om hvordan klimapolitiske virkemidler

samspiller både seg imellom og med annen offentlig politikk (som skatter og reguleringer). Det må være et siktemål å øke kunnskapen både om hvordan husholdninger kan bidra til reduserte utslipp og hvordan ulike husholdningers økonomi berøres av klimapolitikken. På samme måte bør det arbeides videre med å forstå hvordan klimapolitikken påvirker bedriftenes tilpasning, deres kostnader og nye muligheter. For å bedømme hvordan klimapolitikken virker på lengre sikt trengs innsikt i hvordan teknologiutvikling gjennom læring og FoU påvirkes.

Norske offentlig tilgjengelige registerdata er et verdifullt grunnlag for å analysere hvordan husholdninger og bedrifter tilpasser seg klimapolitiske virkemidler. Mange virkemidler har vært i bruk siden 1990-tallet, slik at det allerede er tilgang til lange tidsserier som belyser virkninger for økonomi og utslipp. Norsk metodekompetanse om mikroøkonomiske analyser er på internasjonalt nivå og bør utnyttes. Utviklingen av klimapolitikken over tid har lagt grunnlag for analyser som vil kunne utnytte naturlige eksperimenter.

Utvalget vil i framtidig arbeid vurdere hvordan slike analyser av klimapolitikkenes påvirkning av husholdninger og bedrifter bedre kan integreres i det analyseapparat som utvikles.

9. Referanser

- ASEK. (2018). *Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 6.1 - Kapitel 2 Samhällsekonomisk teori och metod.*
- ASEK. (2018). *Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 6.1 - Kapitel 5 Kalkylprinsipier och generella kalkylvärden.*
- Aune, F., & Fæhn, T. (2016). Makroøkonomisk analyse for Norge av klimapolitikken i EU og Norge mot 2030, Rapport 2016/25, Statistisk sentralbyrå.
- Bjertnæs, G., Fæhn, T., & Jørgen, A. (2008). Designing an electricity tax system in presence of international regulations and multiple public goals: an empirical assessment, *Energy Policy* 36, 3723-3733.
- Bjertnæs, G., Martinsen, T., & Tsygankova, M. (2013). Norwegian climate policy reforms in the presence of an international quota market, *Energy Economics* 39, 147-158.
- Bruvoll, A., & Larsen, B. (2004). *Greenhouse gas emissions in Norway: Do carbon taxes work? Energy Policy* 32, 493 – 505.
- Bye, B., & Fæhn, T. (2009). Hva koster klimatiltak for Norge?, Økonomiske analyser 5/2009, 3-13. Statistisk sentralbyrå.
- Bye, B., & Jacobsen, K. (2011). Restricted carbon emissions and directed R&D support; an applied general equilibrium analysis, *Energy Economics* 33/3, 543-555.
- Bye, B., & Nyborg, K. (2003). Are Differentiated Carbon Taxes Inefficient? A General Equilibrium Analysis, *Energy Journal* 24 (2), 2003, 1-18.
- Bye, B., Espegren, K., Fæhn, T., Rosenberg, E., & Rosnes, O. (2016). Energiteknologi og energiøkonomi: Analyser av energipolitikk i to ulike modelltradisjoner, *Samfunnsøkonomen* 6, 43-53.
- Bye, B., Fæhn, T., & Rosnes, O. (2018). Residential energy efficiency policies: Costs, emissions and rebound effects, *Energy* 143, 191-201. Statistics Norway.
- Bye, B., Fæhn, T., & Rosnes, O. (2019). Marginal abatement costs under EU's effort sharing regulation A CGE analysis, Reports 10/2019. Statistics Norway.
- 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, Reports 22/2008.* Statistics Norway.
- Committee on Climate Change. (2015). *Sectoral Scenarios for the Fifth Carbon Budget. Technical Report.* United Kingdom: Committee on Climate Change.
- Committee on Climate Change. (2019). *Net Zero: Technical report.* Hentet fra <https://www.theccc.org.uk/wp-content/uploads/2019/05/Net-Zero-Technical-report-CCC.pdf>
- Committee on Climate Change. (2019). *Net Zero: The UK's contribution to stopping global warming.* Hentet fra <https://www.theccc.org.uk/wp-content/uploads/2019/05/Net-Zero-The-UKs-contribution-to-stopping-global-warming.pdf>
- Committee on Climate Change. (2019). *Report to the committee on climate change of the advisory group on costs and benefits of net zero.* Hentet fra <https://www.theccc.org.uk/wp-content/uploads/2019/05/Advisory-Group-on-Costs-and-Benefits-of-Net-Zero.pdf>
- Department for Business, Energy & Industrial Strategy. (2018). *Valuation of Energy Use and Greenhouse Gas (GHG) Emissions - Supplementary guidance to the HM Treasury Green Book on Appraisal and Evaluation in Central Government.*
- Department of Energy and Climate Change. (2016). *Impact Assessment for the level of the fifth carbon budget: 3.3.2.1: Marginal Abatement Cost Curves (MACCs).*
- DFØ. (2018). *Veileder i samfunnsøkonomiske analyser.* Oslo: Direktoratet for økonomistyring.
- Finansdepartementet (Norge). (2017). *Grunnlag for Finansdepartementets beregninger av skatter og avgifter i statsbudsjettet for 2018. Beregningskonvensjoner 2018, Arbeidsnotat 2017/10.* Hentet fra https://www.regjeringen.no/contentassets/4555aa40fc5247de9473e99a5452fd/fd/arbnotat10_2017.pdf
- Finansdepartementet (Sverige). (2018). *Beräkningskonventioner 2019.* Hentet fra <https://www.regeringen.se/4ae24d/contentassets/43b66cf9a09047c68a8caac3332d81d8/berakningskonventioner-2019.pdf>
- Finansdepartementet. (2014). *Rundskriv R-109. Prinsipper og krav ved utarbeidelse av samfunnsøkonomiske analyser mv.* Oslo: Det Kongelige Finansdepartementet.
- Forskningsrådet. (2017). *Modellering av energisystemet – en oppsummering av resultater fra Forskningsrådets workshop om utviklingsbehov for energisystemmodeller.* Energix.
- Fæhn, T., & Isaksen, E. T. (2016). Diffusion of climate technologies in the presence of commitment problems. *Energy Journal*, Vol 37(2), 155-180.
- Fæhn, T., Gulbrandsen, M. U., & Lindegaard, A. (2010). Hva vil Norges klimakur koste?, Artikkel, *Samfunnsøkonomen* 5/2010, 4-15.

- Fæhn, T., Isaksen, E., & Strøm, B. (2013). MSG-TECH: Analysis and documentation of a general equilibrium model with endogenous climate technology adaptations. Statistisk sentralbyrå.
- Fæhn, T., Jacobsen, K., & Strøm, B. (2010). Samfunnsøkonomiske kostnader ved klimamål for 2020, En generell modelltilnærming, Rapporten 22/2010. Statistisk sentralbyrå.
- Gillingham, K., & Stock, J. (2018). *Gillingham og Stock (2018) The Cost of Reducing Greenhouse Gas Emissions. Forthcoming in Journal of Economic Perspectives.*
- Hammar, H., & Sjöström, M. (2011). *Accounting for behavioral effects of increases in the carbon dioxide (CO₂) tax in revenue estimation in Sweden, Energy Policy 39 (10), 6672-6676.*
- Heggedal, T.-R., & Jacobsen, K. (2011). Timing of innovation policies when carbon emissions are restricted: An applied general equilibrium analysis, *Resource and Energy Economics 33/4*, 913-937.
- HM Treasury. (2018). *The Green Book – Central Government Guidance on Appraisal and Evaluation.*
- Huang, K. S., Kuo, L., & Chou, K.-L. (2016). *The applicability of marginal abatement cost approach: A comprehensive review. Journal of Cleaner Production.* Hentet fra <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652616302736>
- IPCC. (2006). *IPCC, 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.* Hentet fra The Intergovernmental Panel on Climate Change: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>
- Kallbekken, S., & Sælen, H. (2011). Public acceptance for environmental taxes: Self-interest, environmental and distributional concerns. *Energy Policy, 39(5)*, 2966–2973.
- Kesicki, F. (2011). Marginal abatement cost curves for policy making – expert-based vs. model-driven curves. Paper presented at the 33rd IAEE International Conference June 2010. Updated in 2011.
- Kesicki, F., & Ekins, P. (2011). Marginal abatement cost curves: a call for caution. *Climate Policy.* Hentet fra <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/14693062.2011.582347?needAccess=true&https://doi.org/10.1080/14693062.2011.582347?needAccess=true>
- Kesicki, F., & Ekins, P. (2012). Report to the Committee on Climate Change of the advisory group on costs and benefits of net zero, UK, 2019.
- Kesicki, F., & Strachan, N. (2011). *Marginal abatement cost (MAC) curves: confronting theory and practice. Environmental Science & Policy.*
- Klimakur 2020. (2010). *Klimakur 2020 - Tiltak og virkemidler for å nå norske klimamål mot 2020. Rapport TA 2590/2010.* Oslo: Klima- og forurensningsdirektoratet, Norges vassdrags- og energidirektorat, Oljedirektoratet, Statistisk sentralbyrå, Statens vegvesen.
- Klimaloven. (2017). *Lov om klimamål (klimaloven).* LOV-2017-06-16-60. Klima- og miljødepartementet. Hentet fra <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2017-06-16-60>
- Klimarådet. (2015). *Omstilling frem mot 2030. Byggeklodser til et samfund med lavere drivhusgasudledninger. Side 79-104.*
- Kolstad, K., Urama, J., Broome, A., Bruvoll, M., Cariño Olvera, D., Fullerton, C., Mundaca. (2014). *Social, Economic and Ethical Concepts and Methods. In: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.: [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx (eds.)].
- Labandeira, X., Labeaga, J., & López-Otero, X. (2017). *A meta-analysis on the price elasticity of energy demand, Energy Policy 102, 549-568.*
- McKinsey and Company. (2013). *Pathways to a low-carbon economy: Version 2 of the global greenhouse gas abatement cost curve.* Hentet fra https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/dotcom/client_service/sustainability/cost%20curve%20pdfs/pathways_lowcarbon_economy_version2.ashx
- Meld. St. 41 (2016–2017). (2017). *Klimastrategi for 2030 – norsk omstilling i europeisk samarbeid.* Klima- og miljødepartementet.
- Miljødirektoratet. (2014). *Faglig grunnlag for videreutvikling av den nasjonale og internasjonale klimapolitikken. Klimatiltak mot 2020 og plan for videre arbeid.* Miljødirektoratet.
- Miljødirektoratet. (2014). *Kunnskapsgrunnlag for lavutslippsutvikling.* Miljødirektoratet.
- Miljødirektoratet. (2015). *Klimatiltak mot 2030 - klimaeffekt på kort sikt og helseeffekter. M-438 | 2015.* Miljødirektoratet.
- Miljødirektoratet. (2015). *Klimatiltak og utslippsbaner mot 2030. Kunnskapsgrunnlag for lavutslippsutvikling. Rapport M-386|2015.* Miljødirektoratet.
- Miljødirektoratet. (2016). *Konsekvensutredning - Forbud mot fyring med fossil olje i byggsektoren fra 2020.* Hentet fra https://www.regjeringen.no/contentassets/69712609054a4d499200f610b1fe8a70/konsekvensutredning_forbud_fyring_fossil_olje_byggsektoren.pdf
- Miljødirektoratet. (2016). *Tiltakskostnader for elbil. Rapport M-620 | 2016.* Miljødirektoratet.

- Miljødirektoratet. (2017). *Beregningsteknisk grunnlag for Meld. St. 41, Klimastrategi for 2030 – norsk omstilling i europeisk samarbeid. Rapport M-782 | 2017*. Miljødirektoratet.
- Miljødirektoratet. (2018). *Metodikk for tiltaksanalyser. Rapport M-1084 | 2018*. Miljødirektoratet.
- Miljødirektoratet. (2018). *Miljøavtale med CO₂-fond: Modelling av kostnader og potensial for utslippsreduksjoner. Rapport M-1047 | 2018*. Miljødirektoratet.
- Miljødirektoratet. (2019). *Metodikk for tiltaksanalyser - Oppdatert versjon 2019*. Miljødirektoratet.
- Mittenzwei, K. (2015). *Reduserte klimagassutslipp fra produksjon og forbruk av rødt kjøtt: en virkemiddelanalyse med Jordmod. NIBIO oppdragsrapport, VOL.:1, nr.:16*.
- Nikas, A., Doukas, H., & Papandreou, A. (2019). *A Detailed Overview and Consistent Classification of Climate-Economy Models*.
- Nordic Energy Research. (2016). *Nordic Energy Technology Perspectives 2016. Cities, flexibility and pathways to carbon-neutrality*. Nordic Energy Research.
- NOU 2012:16. (2012). *Samfunnsøkonomiske analyser*. Oslo: Norges offentlige utredninger.
- NOU 2015:15. (2015). *Sett pris på miljøet*. Oslo: Norges offentlige utredninger.
- OECD. (årstall ukjent). *OECD DAC Rio Markers for Climate - Handbook*. Hentet fra https://www.oecd.org/dac/environment-development/Revised%20climate%20marker%20handbook_FINAL.pdf
- Prop. 1 S (2018 – 2019). (u.d.). *Proposisjon til Stortinget (forslag til stortingsvedtak) FOR BUDSJETTÅRET 2019*.
- Prop. 77 L (2016-2017). (2017). *Lov om klimamål (klima-loven)*. Klima- og miljødepartementet.
- Rosnes, O., Bye, B., & Fæhn, T. (2019). *SNOW-modellen for Norge. Dokumentasjon av framskrivningsmodellen for norsk økonomi og utslipp*. Notater/Documents 2019/1 Statistisk sentralbyrå.
- SIMEN. (1989). *SIMEN: Studier av industri, miljø og energi fram mot år 2000*. Oslo: Fabritius forlag A/S.
- Skjeflo, S. W., & Magnussen, K. (2016). *Europeiske tiltaksanalyser for reduserte klimagassutslipp, en første oversikt. Rapport nummer 2016/42*. Vista Analyse AS.
- Statens Vegvesen. (2018). *Konsekvensanalyser, Håndbok V712*. Statens Vegvesen.
- The Global Commission on the Economy and Climate. (2014). *BETTER GROWTH, BETTER CLIMATE: THE NEW CLIMATE ECONOMY SYNTHESIS REPORT*. Hentet fra https://newclimateeconomy.report/2014/wp-content/uploads/sites/2/2014/08/BetterGrowth-BetterClimate_NCE_Synthesis-Report_web.pdf
- Trafikverket. (2016). *Åtgärder för att minska transportsektorns utsläpp av växthusgaser - ett regeringsuppdrag. Rapport Trafikverket 2016:111*. Trafikverket.
- Transportministeriet. (2015). *Manual for samfundsøkonomisk analyse på transportområdet - Anvendt metode og praksis i Transportministeriet*.
- Tværminteriel arbejdsgruppe. (2013). *Virkemiddelkatalog - Potentialer og omkostninger for klimatiltag*. København: Tværminteriel arbejdsgruppe.
- TØI rapport 1321/2014. (2014). *Vegen mot klimavennlig transport*. Transportøkonomisk institutt-Stiftelsen Norsk senter for samferdselsforskning.
- TØI rapport 1518/2016. (2016). *Kjøretøyparkens utvikling og klimagassutslipp Framskrivninger med modellen BIG*. Transportøkonomisk institutt Stiftelsen Norsk senter for samferdselsforskning.
- TØI rapport 1554/2017. (2017). *Framskrivninger for persontransport i Norge 2016-2050*. Transportøkonomisk institutt-Stiftelsen Norsk senter for samferdselsforskning.
- TØI rapport 1555/2017. (2017). *Framskrivninger for godstransport i Norge 2016-2050*. Transportøkonomisk institutt-Stiftelsen Norsk senter for samferdselsforskning.
- TØI rapport 1689/2019. (2019). *Framskrivning av kjøretøyparken: i samsvar med nasjonalbudsjettet 2019*. Transportøkonomisk institutt Stiftelsen Norsk senter for samferdselsforskning.
- UNDP. (2015). *A Methodological Guidebook: Climate Public Expenditure and Institutional Review (CPEIR)*. Hentet fra UNDP: https://www.undp.org/content/dam/rbap/docs/Research%20&%20Publications/democratic_governance/RBAP-DG-2015-CPEIR-Methodological-Guidebook.pdf
- UNFCCC. (2013). *UNFCCC, 2013. Revision of the UNFCCC reporting guidelines on annual inventories for Parties included in Annex I to the Convention*. Hentet fra UNFCCC: <https://unfccc.int/resource/docs/2013/cop19/eng/10a03.pdf>
- Vista Analyse rapport 2016/52. (2016). *Forsøk på å beskrive det ugjennomtrengelige-en vurdering av Nasjonal godsmodell*. Vista Analyse AS.
- Zhang, Z., & Folmer, H. (1998). *Economic modelling approaches to cost estimates for the control of carbon dioxide emissions*. Energy Economics.

