



SAMMENDRAG

M253 - 2014

# Kunnskapsgrunnlag for lavutslippsutvikling

Sammendrag



# KOLOFON

---

## Utførende institusjon

Miljødirektoratet

## Oppdragstakers prosjektansvarlig

Miljødirektoratet

## Kontaktperson i miljødirektoratet

Are Lindegaard

## M-nummer

M253

## År

2014

## Sidetall

30

## Miljødirektoratets kontraktnummer

[Kontraksnummer]

## Utgiver

Miljødirektoratet

## Prosjektet er finansiert av

[Prosjektet er finansiert av]

## Forfatter(e)

Are Lindegaard, Andre Aasrud, Andreas Andersen, Stian Rein Andresen, Torgrim Asphjell, Ellen Bruzelius Backer, Kenneth Birkeli, Katja Ekroll, Helene Frigstad, Henrik Gade, Eilev Gjerald, Hege Haugland, Britta Maria Hoem, Nina Holmengen, Isabella Kasin, Hans Kolshus, Maria Malene Kvalevåg, Hanne Birgitte Laird, Christine Maass, Elisabeth Møyland, Hege Rooth Olbergsveen, Tone Sejnæs Pettersen, Simen Helgesen Ramberg, Bente Rikheim, Audun Rosland, Sissel Sandgrind, Odd Kristian Selboe, Svein Grotli Skogen, Fredrik Weidemann, Elin Økstad

## Tittel - norsk og engelsk

Kunnskapsgrunnlag for lavutslippsutvikling - Sammendrag

## Sammendrag - summary

Dette er sammendraget til rapporten som er svar på oppdrag fra Klima- og miljødepartementet om kunnskapsgrunnlag for lavutslippsutvikling. Vi har beskrevet viktige drivere for en lavutslippsutvikling, og utarbeidet sektorvise beskrivelser av Norge som lavutslippssamfunn, i lys av hva FNs klimapanelers femte hovedrapport sier er nødvendig av utslippsreduksjoner globalt for at man skal være i tråd med togradersmålet. Rapporten peker på hva som kan gjennomføres for å komme dit. Videre gir rapporten en gjennomgang av mulige tiltak som kan realiseres mot 2030. Tiltakene er fordelt i tiltakspakker basert på vurderinger av kostnader og gjennomførbarhet. Mulige energikonsekvenser av tiltakene er vurdert.

## 4 emneord

Lavutslippssamfunnet, klimaendringer, tiltaksanalyse, klimagassutslipp

## 4 subject words

Low carbon society, climate change, mitigation analysis, greenhouse gas emissions

## Forsidefoto

Kim Abel, Naturarkivet

# Sammendrag

Denne rapporten er Miljødirektoratets svar på fase 2 av oppdrag fra Klima- og miljødepartementet av 19. mars 2014 om kunnskapsgrunnlag for lavutslippsutvikling. Miljødirektoratet oversendte fase 1 av oppdraget til Klima- og miljødepartementet i rapporten "*Faglig grunnlag for videreutvikling av den nasjonale og internasjonale klimapolitikken.*" (M-133) i mars 2014. Av oppdraget fremgår det at rapporten for fase 2 skal bidra med faglige innspill til Klima- og miljødepartementet til arbeidet med ny klimaforpliktelse for Norge og forsterkning av klimaforliket. Norge skal innen utgangen av første kvartal 2015 melde inn til FN et foreløpig mål for reduksjon av utslipp av klimagasser for perioden etter 2020, der aktuelle målår er 2025 og 2030. I oppdraget er vi bedt om å gi en faglig vurdering av Norge som lavutslippssamfunn i 2050 og legge fram utslippsbaner i tråd med lavutslippsnivå i 2050. Videre er vi bedt om å analysere ulike ambisjonsnivåer for 2025 og 2030, samt kostnader og konsekvenser av disse.

Vi har lagt til grunn at det fortsatt skal være økonomisk vekst i Norge, i tråd framskrivingene i Perspektivmeldingen 2013. Det vil si at vi ikke har sett på redusert økonomisk vekst som et tiltak for å redusere Norges klimagassutslipp. Vi har tatt utgangspunkt i dagens næringsstruktur, men beskrevet nødvendigheten av strukturelle tiltak og behovet for teknologisk utvikling. Befolkningens forbruksmønster vil kunne påvirke Norges framtidige utslippsnivå. Vi har til en viss grad sett på endret forbruk som tiltak innenfor enkelte sektorer, men vi har ikke gjort noen heldekkende analyse av effekten av endret forbruk. Etersom oppdraget har vært å lage beslutningsgrunnlag for en ny norsk klimaforpliktelse, har hovedfokus vært på hvordan vi kan redusere utslipp fra norsk territorium. Samtidig har vi satt nasjonale tiltak og virkemidler inn i en global og langsiktig sammenheng.

Vi har hatt snaue fem måneder til å besvare fase 2 av lavutslippsoppdraget. Tidsrammen har medført at vi har måttet legge noen begrensninger på omfanget av besvarelsen. Vi har i liten grad kunnet innhente ny informasjon eller utrede nye tiltak og har i stor grad basert oss på tilgjengelig og oppdatert informasjon. Miljødirektoratet har, så langt det har vært praktisk mulig, søkt å samarbeide med relevante etater og andre aktører for å sørge for at faktagrunnlaget i form av teknologivurderinger og tiltaksbeskrivelser er best mulig. Sluttproduktet står for Miljødirektoratets regning alene. Denne rapporten inneholder ikke forslag til politikk, men gir et faglig grunnlag.

## Klimautfordringen

FNs klimapanel (IPCC) publiserer de ulike delene av sin femte hovedrapporten (AR5) i 2013 og 2014. Dette er den største og mest omfattende sammenstillingen av forskning om klimautfordringene noensinne. Sammenlignet med tidligere rapporter er AR5 mer entydig og sikker i konklusjonene om at klimaet er i endring og at det er "ekstremt sannsynlig (95–100 %)" at klimagassutslippene fra menneskelig aktivitet er hovedårsaken til temperaturendringene fra 1951 og fram til i dag. Målinger siden slutten av 1800-tallet viser at gjennomsnittstemperaturen i atmosfæren har økt med 0,85 grader Celsius fra 1880 til 2012. Hvert av de tre siste tiårene har vært varmere enn det foregående, og de tre siste tiårene har alle vært varmere enn noe tidligere tiår siden 1850.

FNs klimapanel viser at klimagassutslippene fortsatt øker, og i 2010 var globale utslipp av klimagasser på 49 milliarder tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter mens de i 1970 var 27 milliarder tonn.

Uten nye klimatiltak er vi i dag på vei mot en verden som kan bli 2,7 til 4,8 grader varmere enn den var i førindustriell tid og vi vil oppleve svært alvorlige virkninger som kan være irreversible. Dersom temperaturøkningen blir stor, vil dette kunne føre til at det blir større skadevirkninger fra flom og erosjon i kystområder og antall mennesker som rammes av store elveflommer vil øke. I byer vil ekstrem nedbør og ras utgjøre en fare for bygninger, infrastruktur, liv og helse. Havisen i Arktis vil fortsette å minke i utbredelse og tynnes gjennom hele året. Isbreer og innlandsis i ulike deler av verden vil fortsette å miste masse. Det gjennomsnittlige havnivået kommer til å fortsette å stige. Havforsuringen vil fortsette å øke utover i dette århundret i takt med økende konsentrasjon av CO<sub>2</sub> i atmosfæren som igjen vil få konsekvenser for de marine økosystemene. Vi kan ikke tilpasse oss alle endringer i den verdenen vi er i ferd med å skape med dagens utslippsutvikling.

### Status i arbeidet med å begrense klimaendringene

Gjennom internasjonale klimaforhandlinger har verdens ledere sluttet opp om et mål om ikke å øke den globale gjennomsnittstemperaturen med mer enn to grader ("togradersmålet"). FNs klimapanel sier at for å ha mer enn 66 prosent sjanse for å nå togradersmålet, må konsentrasjonen av klimagasser i atmosfæren begrenses til mellom 430 og 480 ppm CO<sub>2</sub>-ekvivalenter, også referert til som 450 ppm scenarioet<sup>1</sup>. Til forskjell fra IPCCs fjerde hovedrapport (IPCC, 2007) sier IPCCs femte hovedrapport mer om utslippsreduksjoner etter 2050 og frem mot 2100. Mange av klimamodellene som er benyttet har lagt inn muligheten for en kombinasjon av "overshoot" og negative nettoutslipp. Det vil si at modellene tillater at konsentrasjonen av klimagasser i atmosfæren først overstiger 450 ppm grensen, og at dette kompenseres senere med netto negative globale utslipp mot slutten av århundret. Dette kan for eksempel skje gjennom omfattende kraftproduksjon basert på bioenergi, der CO<sub>2</sub> fra forbrenningen fanges og lagres (CCS) eller gjennom omfattende skogplanting.

En omfattende energiproduksjon basert på biomasse vil bety en svært utfordrende global omstilling som krever påskoging på store arealer, noe som kan komme i konflikt med blant annet matproduksjon i en verden hvor befolkningen øker. For å unngå slike arealkonflikter og være minst mulig avhengig av teknologi som per i dag ikke er moden, må utslippsutviklingen snus før 2030.

Det arbeides nå intenst med å komme frem til en ny internasjonal klimaavtale i Paris i 2015. Målet er en avtale som setter bindende utslippsforpliktelser for alle de største utslippslandene. En slik avtale vil kreve en viss grad av overnasjonale elementer og bestemmelser. Utfallet av forhandlingene er derimot høyst uvisst, og graden av overnasjonal struktur i en ny avtale er blant de mest omstridte punktene. En ny avtale som er politisk bindende, men ikke nødvendigvis juridisk eller folkerettslig bindende, kan være et mulig utfall. En slik type avtale er ofte beskrevet som en "nedenfra-og-opp" avtale og ville innebære at land legger på bordet et utslippsmål formulert gjennom egne interne prosesser. Dette står i motsetning til den "ovenfra-og-ned"-tilnærming som Kyotoprotokollen representerer. Det er også godt mulig at en ny avtale i Paris ikke vil reflektere et samlet ambisjonsnivå i tråd med et togradersmål. En ny avtale vil gjelde fra perioden etter 2020, men samtidig viser IPCC i sin femte hovedrapport at de internasjonale forpliktelsene frem til 2020, som det ble enighet om i Cancun i 2010, ikke er tilstrekkelig for å nå togradersmålet.

<sup>1</sup> Til sammenligning var konsentrasjonen i 2011 på 430 ppm CO<sub>2</sub>-ekvivalenter (usikkerhet 340-520 ppm). Årsaken til at spennet er så stort er først og fremst usikkerhet i klimaeffekten av aerosoler.

## Positive globale trender

Til tross for at klimagassutslippene i verden fortsatt øker, og at det er uvisshet i klimaforhandlingene, er det noen trender som trekker i riktig retning. Disse må forsterkes dersom vi skal lykkes i å unngå de mest alvorlige konsekvensene av klimaendringene. Framdriften i klimaforhandlingene er avhengig av at noen land og regioner går foran og utvikler både klimapolitikk og klimaløsninger. Da kan andre kopiere politikk som virker etter hensikten og unngå politikk som ikke virker. Implementering av nye teknologier i noen land vil også kunne redusere kostnaden for teknologien betydelig og dermed gjøre det lettere for andre land å implementere de samme teknologiene.

Med sin **Energiewende** er Tyskland et foregangsland når det gjelder omlegging av kraftsystemet. I 2010 innførte Angela Merkels regjering ambisiøse målsetninger for andelen fornybar kraft i hvert tiår frem mot 2050: 40–45 prosent innen 2025, 55–60 prosent innen 2035 og minst 80 prosent fornybar kraftproduksjon innen 2050. Det viktigste tyske energivirkemiddelet har vært innmatingstariffer (feed-in tariff). Resultatet er imponerende: 40 000 vindmøller og mer enn 1,4 millioner solanlegg ved utgangen av 2013. Storskala bygging av sol og vind har ført til at prisene på disse teknologiene er langt lavere enn for bare få år siden.

Det er mye som tyder på at vi står ovenfor et **transformativt skifte innenfor fornybar kraftproduksjon**. FNs klimapanel fremhever avkarbonisering av kraftsektoren som en avgjørende forutsetning for at togradersmålet kan realiseres. I 2013 var 22,1 prosent av den globale elektrisitetsproduksjonen fornybar; 16,4 prosent var fra vann, 2,9 prosent fra vind, 1,8 prosent fra biomasse, 0,7 prosent fra solceller (PV) og 0,4 prosent fra andre kilder som geotermisk og CSP (Concentrated Solar Power) (IEA, 2013). Andelen fra sol og vind er fortsatt liten, men veksten i installert kapasitet har vært langt større enn forventet. Prisen på solceller er halvert siden 2008. Amerikansk vindkapasitet er tredoblet siden 2008, og hadde i 2013 en samlet kapasitet tilsvarende 60 større atomkraftverk. I Kina var 68 prosent av kapasiteten som ble installert i 2013 fornybar. Mesteparten av dette var vannkraft, med vind og sol hakk i hel. Kina er i dag verdens største produsent av solceller og Bloomberg New Energy Finance forventer at innen 2020 vil mesteparten av ny installert kapasitet i Kina komme fra sol.

Tradisjonelt har kraftforsyningen vært dominert av store sentraliserte enheter (typisk et kullkraftverk) som har produsert strøm og distribuert den enveis til kundene. De sentraliserte kraftverkene suppleres nå i økende grad av småskala kraftproduksjon. Private husholdninger og bedrifter med solanlegg på taket produserer selv deler av sin kraft og selger samtidig strøm tilbake til nettet.

**Elbiler nærmer seg bensin- og dieselbiler i funksjon og etterhvert også i pris.** I følge det amerikanske energidepartementet er kostnadene på batteriene som selges i stor skala blitt halvert i løpet av de siste fire årene. Deres mål er å få batterikostnaden videre ned slik at elbiler med rekkevidde på 450 kilometer skal være like billige som standard bensin- og dieselbiler innen 2022. California har et mål om 1,5 millioner nullutslippsbiler på veiene innen 2025. Kineserne satser også på utslippsfrie biler. Myndighetenes mål er å ha 5 millioner lavutslippsbiler (el-, hydrogen- og hybridbiler) på kinesiske veier innen 2020. I sommer ble det bestemt at kjøpere av lavutslippsbiler skal slippe å betale innkjøpsavgiften, som er på 10

prosent av kjøpsprisen. Denne ordningen skal vare til utgangen av 2017<sup>2</sup>. I tillegg tilbyr kinesiske myndigheter direkte subsidier til elbilkjøpere.

Et viktig utviklingstrekk de siste par årene har vært **finansverdenes økte fokus på klima- og karbonrisiko** samt at "grønne" investeringer blir stadig mer attraktive. Stadig flere investorer etterspør tydeligere og mer langsiktig klimapolitikk som kan redusere risikoen ved å investere i lavutslippsteknologi og infrastruktur. Et annet område som illustrerer skiftet i finansmarkedene er fremveksten av et marked for grønne obligasjoner. I 2013 utgjorde dette markedet i overkant av 10 milliarder dollar, mens det estimeres at markedet i 2014 vil være omtrent 50 milliarder dollar, samtidig som det utgjør en svært liten del av det totale markedet.

**I Kina er luftkvalitetsproblemene så alvorlige** at det er kommet på toppen av den politiske agendaen. Behovet for å redusere lokal luftforurensning er en av hovedbegrunnelsene for Kinas mål om å redusere kullforbruk og utslipp fra transportsektoren.

I USA har Obama-administrasjonen valgt å bruke luftforurensningsloven (*the Clean Air Act*) som virkemiddel for å gjennomføre innstramninger i utslipps- og effektivitetsstandardene for kjøretøyer og til å begrense utslippene fra kraftsektoren. 2. juni 2014 la **amerikanske forurensningsmyndigheter frem «the Clean Power Plan»** med forslag til nye regler for utslipp av CO<sub>2</sub> fra amerikansk kraftproduksjon. Målet med regelverket er å redusere utslipp fra kraftsektoren med 30 prosent i forhold til 2005-utslippene, innen 2030. I følge EPA tilsvarer dette utslippene fra 150 millioner biler.

### Ambisiøs europeisk klimapolitikk

EU vedtok en omfattende klima- og energilovgivning i 2009. Fram mot 2050 skal EU redusere utslippene av klimagasser med 80-95 prosent sammenliknet med nivået i 1990. Minst 80 prosent skal tas som utslippsreduksjoner i EU, mens resten av intervallet kan dekkes gjennom bruk av fleksible mekanismer (finansiere utslippsreducerende tiltak i andre land). EU forbereder nå nye mål og virkemidler for perioden etter 2020. EU-kommisjonen la 3. mars 2014 fram et forslag om at EU skal redusere utslippene med 40 prosent innen 2030. I forslaget forutsettes det at 43 prosent av utslippskuttene tas i kvotepliktig sektor, mens 30 prosent tas i ikke-kvotepliktig sektor. Alle disse utslippsreduksjonene foreslås tatt i EU uten bruk av internasjonale kreditter. Det er foreslått å videreføre et felles mål for å fremme fornybar energi og energieffektivisering. Det forventes at beslutningen om overordnede mål tas på rådsmøte 23. - 24. oktober.

**Tyskland** har satt mål om å redusere sine utslipp av klimagasser med 40 prosent fra 1990 til 2020. Tysklands offisielle 2050-mål er å kutte klimagassutslippene med 80 til 95 prosent sammenliknet med 1990-nivået, og å øke andelen av elektrisitetsforbruk som kommer fra fornybare energikilder til 80 prosent. I tillegg skal energiforbruket halveres.

**Storbritannia** har satt som mål at utslippene av klimagasser skal reduseres med 80 prosent fra 1990 til 2050. Målet er forankret i en egen klimalov som blant annet forplikter regjeringen til å utarbeide karbonbudsjetter for framtidige 5-års perioder. Det fjerde og nyeste karbonbudsjettet gjelder for perioden 2023-2027 og innebærer at de britiske

<sup>2</sup> <http://www.theguardian.com/environment/2014/jul/10/china-exempts-electric-cars-from-tax>

klimagassutslippene reduseres 50 prosent innen 2027 sammenliknet med 1990. Det åpnes for bruk av internasjonale kreditter i måloppnåelsen. I følge klimaloven skal det settes en grense for bruken av internasjonale kreditter senest 18 måneder forut for hver karbonbudsjettperiode.

I **Danmark** la regjeringen fram sin klimaplan i 2013. Hovedmålet er 40 prosent utslippskutt i perioden 1990–2020, som et bidrag til EUs langsiktige mål om 80-95 prosent kutt i 2050. Det er ikke formulert et spesifikt mål for utslippskutt for 2050, men hele Danmarks energiforsyning, inklusive transportenergiforbruket skal være dekket av fornybar energi i 2050. I tillegg spesifiseres det at Danmarks langsiktige mål er å bidra til EUs mål om 80-95 prosent utslippskutt innen 2050.

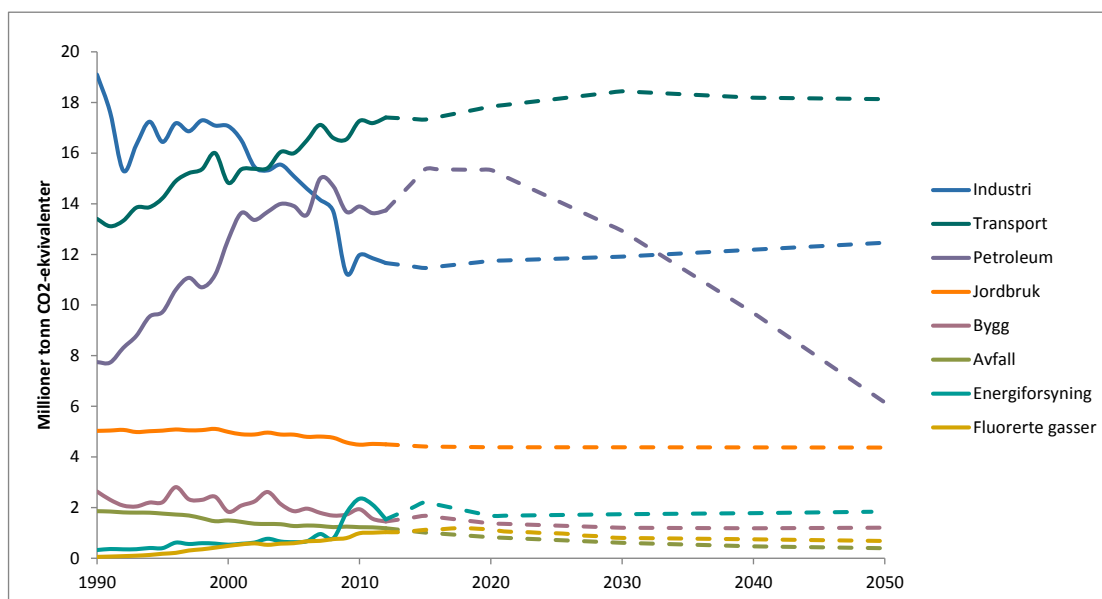
**Sverige** har en langsiktig "nettonull utslippsvisjon" fram mot 2050 og vil redusere utslippene i 2020 med 40 prosent sammenliknet med 1990. Bruken av internasjonale kreditter er ikke kvantifisert i den foreløpige underlagsrapporten for en 2050-strategi. Det svenske 2020-målet gjelder kun for den delen av økonomien som ikke er omfattet av EUs kvotesystem (om lag 30 prosent av Sveriges utslipp er kvotepliktige) og ekskluderer utslipp og opptak fra skog. Sverige har som ledd i sin politikk også angitt rammene for bruk av internasjonale karbonkreditter for å oppfylle målet (inntil 6,7 millioner tonn, tilsvarende en tredjedel av det samlede reduksjonsmålet, for 2020).

### Utslippsutviklingen i Norge

Foreløpig utslippsregnskap for 2013 viser at de norske utslippene av klimagasser i 2013 var på 52,8 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter. Utslippene har økt med 4,6 prosent siden 1990, da utslippet var på 50,4 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter.

Utslippsøkningen ville ha vært enda høyere uten de virkemidlene som har blitt innført siden 1990. I en rapport sendt til FNs Klimakonvensjon ( Klima- og miljødepartementet, 2014) har utslippseffekten av en rekke tiltak og virkemidler blitt vurdert. Her ble det estimert at utslippene ville vært 12,6-15,3 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter høyere i 2010 dersom man ikke hadde innført klimatiltak og virkemidler.

Figur 0-1 viser historisk utslippsutvikling fra 1990 og framskrivinger av utslipp mot 2050 som er lagt til grunn i tiltaksanalysen, for hver av sektorene. Framskrivingene bygger på de nasjonale framskrivingene av utslipp til luft som ble publisert i Perspektivmeldingen 2013 (PM2013). Samlede utslipp samsvarer med PM2013, men fordelingen på utslippskilder er gjort av Miljødirektoratet.



Figur 0-1 Norges klimagassutslipp fordelt på utslippssektorer 1990–2050. Millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter.

Det ble publisert nye framskrivinger fram til 2030 i forbindelse med statsbudsjettet for 2015. Disse ble utarbeidet parallelt med vår studie og vi har derfor ikke hatt mulighet til å ta hensyn til disse. De nye framskrivingene viser noe lavere utslipp i både 2020 og 2030 sammenliknet med Perspektivmeldingen 2013.

I følge vår framskriving forventes klimagassutslippene å øke med 1,8 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter (opp til 54,5 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter) fra 2012 til 2020, for deretter å gå ned med 2,2 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter fram mot 2030. Videre reduseres de totale utslippene med 6,2 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter (til 46,1 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter) fra 2030 til 2050. Hovedforklaringen til endringene er økningen i utslippene fra olje- og gassutvinning fram mot 2020 og deretter fallet i utslippene fra samme sektor mot 2050. Utslipp fra transport og industri øker noe fram mot 2050. Det er imidlertid stor usikkerhet omkring framskrivingene så langt frem i tid.

### Hva blir effekten av klimaforliket i 2030?

I Miljødirektoratet sin rapport *Faglig grunnlag for videreutvikling av den nasjonale og internasjonale klimapolitikken (M-133)* publisert i mars 2014 ble det lagt til grunn at utslippene i 2020 må ned til 42-44 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter for å nå klimaforlikets mål, gitt at CO<sub>2</sub>-opptak i skog er inkludert. Det ble videre antatt at Norge vil få godskrevet 3 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter som følge av opptak av karbon i skog, slik at norske utslipp må reduseres til mellom 45 og 47 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter i 2020, når skogtiltak ikke er inkludert.

Tiltakene som ble utredet i rapporten (M-133) ble anslått til å kunne gi en samlet utslippsreduksjon på mellom 4,9–8,4 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter sammenliknet med referansebanen for 2020. Rapporten konkluderte med at vi må oppnå utslippsreduksjoner som tilsvarer øvre del av det identifiserte potensialet for at det skal være overveiende sannsynlig at klimaforlikets mål nås. Dette vil kreve innføring av flere og sterkere virkemidler enn det vi har sett fram til i dag.



I denne rapporten, som er del II av oppdraget fra KLD, har vi gjort en overordnet vurdering av hvor store utslippsreduksjoner videreføring av tiltakene indentifisert i den forrige rapporten kan antas å gi mot 2030. Vår vurdering er at effekten av tiltakene som må til for å oppfylle klimaforliket vil holde seg nokså stabilt gjennom perioden, slik at utslippene blir i størrelsesorden 5-8 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter lavere i 2030 enn de ville ha vært uten klimaforliket. I tillegg kommer det en reduksjon på om lag 2 millioner tonn mot 2030 som følge av forventet utvikling som allerede ligger inne i framskrivningene. Det forventes derfor at utslippsnivået i 2030 vil være på om lag 45 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter i 2030 dersom tiltakene som ble skissert for å nå klimaforlikets mål for 2020 blir gjennomført.

Dersom klimaforliket forsinkes et par år vil dette ikke nødvendigvis endre utslippsnivåene i 2030 betydelig, forutsatt at de fleste tiltakene gjennomføres så raskt som mulig. I transportsektoren øker man også potensialet for framtidige utslippskutt ved å starte tidlig, siden det er tidkrevende å utvikle og implementere ny teknologi og gjennomføre store infrastrukturtiltak. Det vil også være mindre krevende og kostbart å forsyne *nye* petroleumsinnretninger med kraft fra land fra oppstart, enn å elektrifisere innretningene i ettertid. Forsinkelse av klimaforliket vil øke de akkumulerte klimagassutslipp til atmosfæren.

### Norge på vei mot lavutslippssamfunnet

Vår hovedtilnærming har vært å beskrive Norge som et lavutslippssamfunn der vi legger til grunn at verden også reduserer sine utslipp i tråd med togradersmålet. Vi nærmer oss dette spørsmålet dels fra et overordnet perspektiv, der vi tar utgangspunkt i hva FNs klimapanel sier er nødvendig for å unngå de mest alvorlige menneskeskapte klimaendringene. Samtidig har vi tilnærmet oss spørsmålet gjennom en analyse av alle sektorenes muligheter for å redusere utslipp fram mot 2050.

Dersom man legger til grunn FNs klimapanel utslippsbaner krever dette at utslipp per innbygger reduseres til mellom 1,5 til 3,1 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter per innbygger som et verdensgjennomsnitt. Faktorer som økonomisk vekst, befolkningsvekst, næringsstruktur og internasjonal handel påvirker nivået på utslipp per innbygger mellom land og regioner. Slike faktorer er omtalt nærmere i kapittel 5.2.2.

Dersom Norge skal kutte utslippene i tråd med verdensgjennomsnittet innenfor togradersmålet på 1,5 til 3,1 tonn per innbygger, må utslippene ned fra dagens nivå på om lag 52,7 millioner tonn til mellom 10,2 - 20,4 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter i 2050, gitt en befolkning på 6,6 millioner. Dette tilsvarer 60-80 prosent kutt i forhold til 1990-nivå for Norge.

Med dagens kunnskap er det innenfor sektorene jordbruk, industri og petroleum at det er knyttet størst usikkerhet til om utslippene kan bringes ned på svært lave nivåer i år 2050:

- Gitt dagens selvforsyningsgrad og med forventet befolkningsøkning, vil utslippet fra **jordbruket** kunne være i størrelsesorden 3-4 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter i 2050, etter at tiltak er gjennomført.
- Det er usikkerhet omkring nivået på utslippene fra **industrien** på grunn av behovet for utvikling av ny teknologi. Med teknologier for fangst og lagring av CO<sub>2</sub> eller andre teknologier som reduserer prosessutslippene tilsvarende vil det kunne være mulig å få utslippene ned til mellom 2 og 3 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter i 2050. Dette vil kreve en rekke langsiktige og målrettede FoU løp.

- Det er også knyttet usikkerhet til mulige utslippsnivå for **petroleumssektoren**, men her dreier det seg i større grad om kostnader (elektrifisering av eksisterende innretninger der man kan forvente lang levetid) enn utvikling av ny teknologi.

Med den teknologiutviklingen vi har sett de siste årene i transportsektoren, tror vi det vil være mulig å ha svært lave utslipp fra transportsektoren 35 år fram i tid. I de øvrige sektorene er det også sannsynlig at utslippene kan være svært lave i 2050.

I sum tilsier gjennomgangen at det er sannsynlig at det vil være mulig å redusere Norges utslipp i 2050 ned til om lag 7-12 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter. Gitt en befolkning på 6,6 millioner i 2050, gir dette et utslipp på om lag 1 til 2 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter per innbygger.

Det vil være svært krevende for Norge å komme ned til slike utslippsnivåer uten at land rundt oss også fører en ambisiøs klimapolitikk. Vi er avhengig av blant annet kjøretøyteknologi og teknologier for karbonfangst og lagring som utvikles internasjonalt. På samme måte kan andre land dra fordel av vår globale innsats. Norge kan påvirke denne utviklingen, men ikke drive den alene. Samtidig vil en utsettelse av overgangen til et lavutslippssamfunn føre til at vi vil risikere å bli innelåst med utslipp som det vil bli krevende å bli kvitt når de først er der. Eksempler på hvordan man kan unngå slik innelåsing kan være å forsyne nye innretninger i petroleumssektoren med kraft fra land. Et annet eksempel kan være å bygge infrastruktur som veier og bygninger på en måte som reduserer transportbehovet på lang sikt. Videre tar utskifting av kjøretøyparken tid, for eksempel er gjennomsnittlig levealder for personbiler i Norge 18,4 år. Det vil si at hvis vi skal lykkes i å ha en tilnærmet utslippsfri personbilpark i 2050, så må den siste bensin- eller dieselbilen bli solgt i 2031.

I sektoren for skog og andre landarealer vil man, dersom man gjennomfører de tiltakene som er kvantifisert i denne rapporten, kunne få et høyere netto opptak av klimagasser på ca. 3 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter per år i 2050, sammenlignet med framskrivingene. Framskrivningene på skog og andre landarealer viser et forventet nettoopptak på om lag 16 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter i 2050 som følge av tidligere aktiv skogforvaltning.

### Mulige utslippsnivåer i 2030

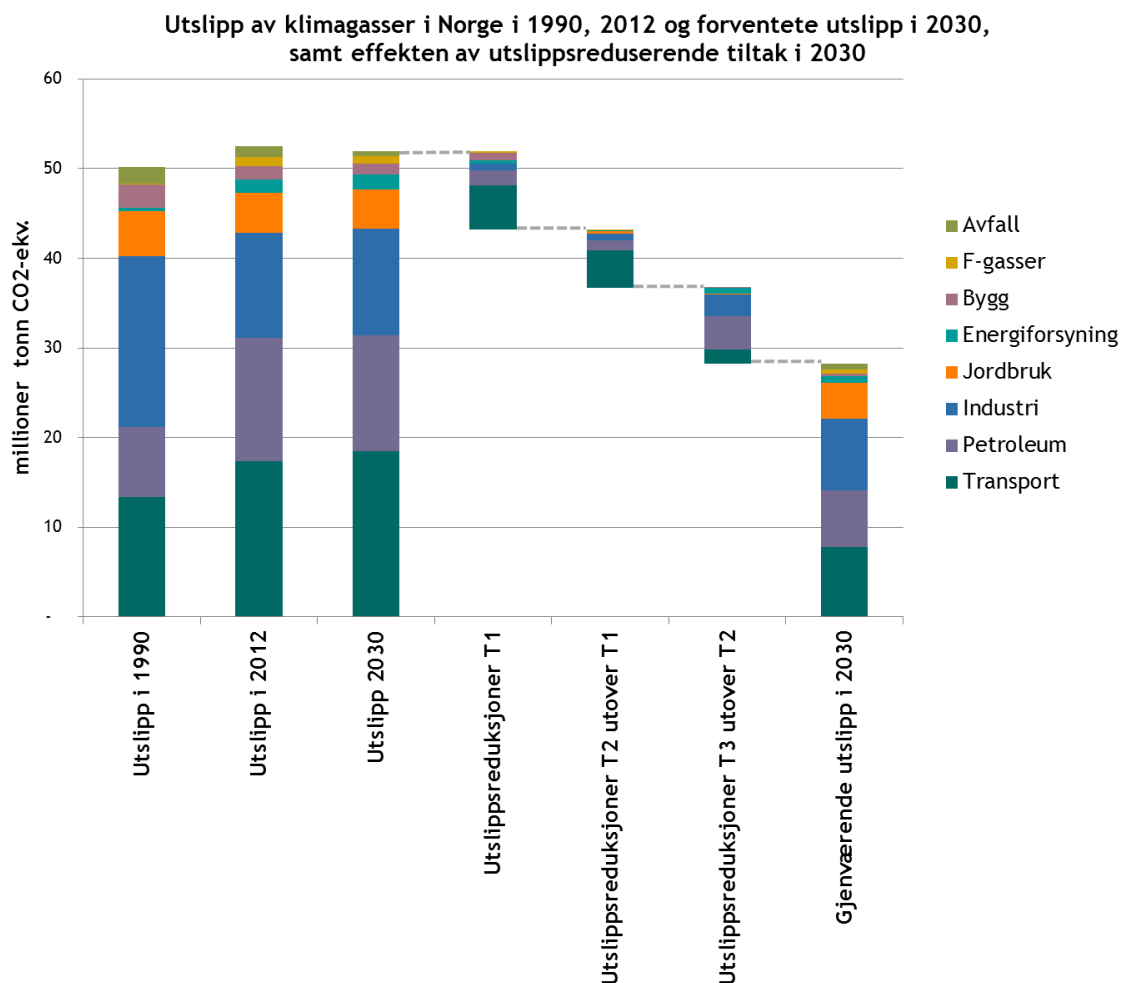
For å vurdere mulige utslippsnivåer i 2030 har vi gjennomgått mange utslippsreducerende tiltak i de ulike sektorene. Innenfor alle sektorer er tiltakene vurdert etter antatt kostnadseffektivitet og gjennomførbarhet. Vurderingene er basert på allerede tilgjengelig og til dels oppdatert informasjon, da det i liten grad har vært tid til å utrede nye tiltak i forbindelse med denne rapporten. På grunn av høy usikkerhet i kostnadsberegningene har vi valgt å dele tiltakene inn i ulike kostnadsgrupper istedenfor å oppgi konkrete tiltakskostnader; tiltakskostnader under 500 kroner per tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter, tiltakskostnader fra 500 - 1500 kroner per tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter og over 1500 kroner per tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter. Tiltakenes gjennomførbarhet er vurdert på skalaen *forholdsvis enkelt*, *middels krevende* eller *krevende*. Dette er en skjønnsmessig inndeling. Vurderingen er basert på:

- Tiltakets teknologimodenhet
- Hvorvidt det finnes, eller kan iverksettes et egnet virkemiddel (virkemidler) for å få utløst tiltaket. Det virkemidlet som er best egnet vurderes etter:
  - Grad av styringseffektivitet - Hvor sikre er vi på at virkemiddelet vil utløse tiltak og utslippsreduksjoner som anslått?

- Fordelingsvirkninger - Er det slik at noen grupper rammes ekstra hardt, eller fordeles kostnadene på mange (for eksempel over statsbudsjettet)?
- Administrative kostnader ved virkemiddelet - For eksempel vil detaljerte enkeltreguleringer av mange små utslippskilder ha høye administrative kostnader (utover tiltakskostnadene).

Det kan også være andre grunner til at tiltak er vanskelige å gjennomføre. I Klimakur ble mange av tiltakene utredet med skille mellom samfunnsøkonomisk og bedrifts-/privatøkonomisk kostnad, fordi tiltak med lav samfunnsøkonomisk kostnad kan ha høy privatøkonomisk kostnad og dermed krever sterke virkemidler for å bli utløst. Innenfor tidsrammen på dette prosjektet har vi ikke hatt mulighet til å utrede slike kostnader, slik at det er vanskelig å vurdere om det er høye privat-/bedriftsøkonomiske kostnader som er barrieren for gjennomføring av tiltakene. Andre mulige grunner til at tiltak er vanskelig gjennomførbare er målkonflikter med andre politiske mål eller at det er store prosjekter som forutsetter samhandling mellom ulike aktører, som for eksempel kan være tilfellet ved områdeelektrifisering i petroleumssektoren eller ved overføring av godstransport fra vei til bane og sjø.

Basert på vurderingene av kostnader og gjennomførbarhet, er det satt sammen tre tiltakspakker. Disse er presentert i figuren nedenfor. Tiltakspakke 1 inneholder i hovedsak tiltak med antatt tiltakskostnad < 500 kroner per tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalent og som samtidig er vurdert som forholdsvis enkle å gjennomføre. Tiltakspakke 2 inkluderer i tillegg tiltak gruppert i middels kostnadskategori og middels krevende å gjennomføre. Tiltakspakke 3 inkluderer nesten alle utredede tiltak. Figuren viser utslippsreduksjoner for de tre nivåene i antall tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter. Det er justert for overlapp mellom tiltakenes effekt. Beregninger av framtidige utslippsnivåer bygger på dagens utslippsframskrivninger.



Figur 0-2 Utslippsreduksjoner ved ulike tiltakspakker.

**Tiltakspakke 1** er, med dagens forventninger om utslippsutvikling, beregnet å redusere utslippene ned til om lag 43,5 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter i 2030. Dette tilsvarer en reduksjon på om lag 14 prosent i forhold til 1990-nivå. De største utslippsreduksjonene finner sted i transportsektoren. Eksempler på tiltak som må gjennomføres er nullvekst for personbiltransport i de store byene, overføring av 5 prosent gods fra veg til bane, økt innfasing av el- og hydrogenkjøretøy, samt 10 prosent biodrivstoff i veigående transport og skip. Eksempler på tiltak i petroleumssektoren er økt energieffektivisering, redusert fakling og elektrifisering av nye innretninger med korte avstander fra land. I industrien er det lagt til grunn konvertering fra fossile til fornybare brenslere og prosessforbedringer i aluminiumsindustrien.

**Tiltakspakke 2** er beregnet å redusere utslippene ned til om lag 37 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter i 2030. Dette tilsvarer en reduksjon på om lag 26 prosent i forhold til 1990-nivå. Eksempler på tiltak som må gjennomføres i transportsektoren for å oppnå denne utslippsreduksjonen er nullvekst i personbilkilometer i hele landet, overføring av 10 prosent gods fra vei til bane, rask innfasing av nullutslippsteknologi for veigående kjøretøy, 20 prosent biodrivstoff til vei-transport og skip og 10 prosent biodrivstoff til andre mobile kilder og innenriks fly. Eksempler på tiltak i petroleumssektoren er elektrifisering av nye innretninger hvor avstanden til land er lengre enn i nivå 1. I industrien er det lagt til grunn at

en svært stor andel av fossile brensler til stasjonær forbrenning opphører i bransjer hvor denne konverteringen kan skje med kjent teknologi, og uten at utslippene øker et annet sted. Det er også lagt inn to tiltak som går på overgang fra fossile til fornybare reduksjonsmidler i metallindustrien.

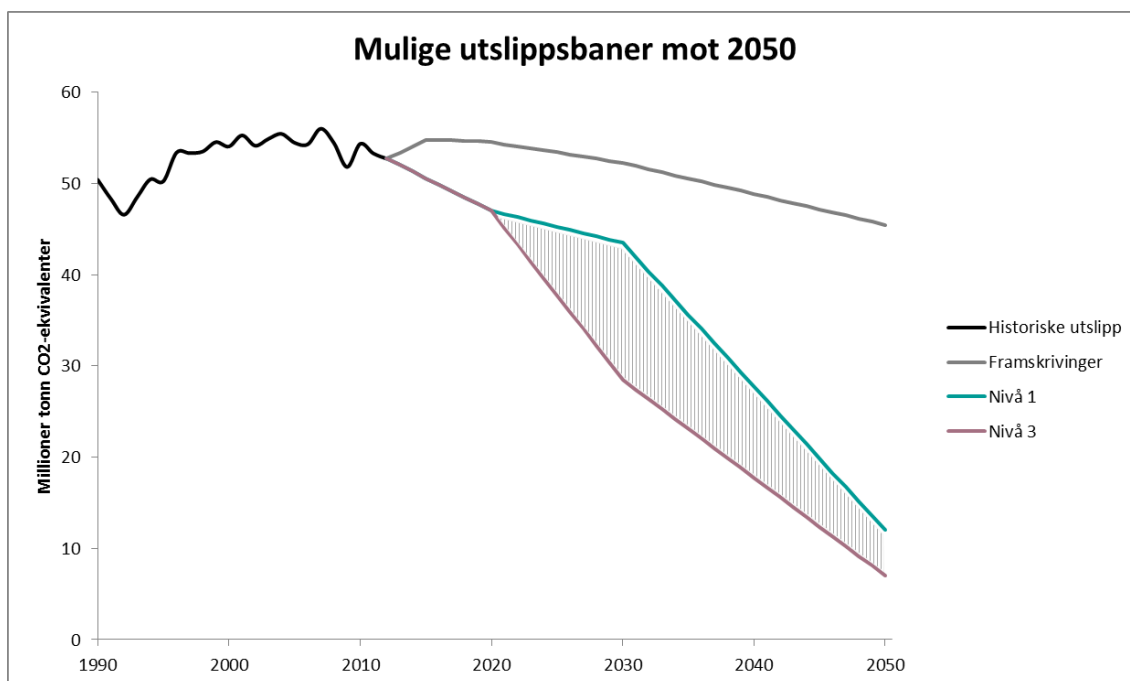
**Tiltakspakke 3** er beregnet å redusere utslippene ned til om lag 28,5 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter. Dette tilsvarer en reduksjon på om lag 43 prosent i forhold til 1990-nivå. Eksempler på tiltak som må gjennomføres for å oppnå en slik utslippsreduksjon er blant annet 10 prosent reduksjon av personbilkilometer, overføring av 20 prosent av gods fra veg til bane, 40 prosent biodrivstoff i veigående transport og skip og 20 prosent biodrivstoff i andre mobile kilder og innenriks flyvninger. Eksempler på tiltak i petroleumssektoren er deelektrifisering av områdene Norskehavet og Nordlige Nordsjø. I industrien er det lagt til grunn tre prosjekter som inkluderer CO<sub>2</sub>-fangst og lagring, samt overgang til biogass i metallindustrien og videre konvertering og effektivisering i raffinerier.

Om det kommer teknologiske gjennombrudd, for eksempel knyttet til bruk av inerte anoder i aluminiumsindustrien, eller andre teknologier som kan redusere prosessutslippene fra industrien, vil dette gjøre det mulig å redusere utslippene fra industrien i alle nivåer ytterligere i 2030. Slike gjennombrudd kan imidlertid ikke planlegges.

## Mulige utslippsbaner mot 2050

### Utslippsbaner uten opptak av karbon fra skog og andre landarealer

Figuren nedenfor illustrerer mulige utslippsbaner fra 1990, via 2020 og 2030 og til 2050. I figuren er dette vist med utgangspunkt i at målet i klimaforliket oppnås innen 2020. Den sorte linjen representerer historiske utslipp. Den grå linjen representerer utslippsframskrivingene som er lagt til grunn for denne analysen. Den blå linjen representerer en lineær utslippsreduksjon fra utslippsnivået som følger av klimaforliket i 2020, til utslippsnivået som følger av tiltakspakke nivå 1 i 2030. Tilsvarende representerer den røde linjen en lineær utslippsreduksjon fra utslippsnivået som følger av klimaforliket i 2020, til utslippsnivået som følger av tiltakspakke 3 i 2030. Mot 2050 er linjene strukket videre ned til et mulig utslippsintervall for Norge som lavutslippssamfunn i 2050, under forutsetning av at landene rundt oss også gjennomfører en ambisiøs klimapolitikk. Det er ikke slik at linjene vil være glatte i praksis, men utslippsreduksjoner vil komme mer som trappetrinn som følge av at større tiltak som for eksempel CCS ved et industrianlegg gjennomføres. Det er ikke mulig å fastslå nøyaktig når slike tiltak vil komme.



Figur 0-3 Mulige utslippsbaner fra 1990 til 2050.

Tiltakene som ligger inne i tiltakspakke 1 er beregnet å bringe utslippene ned til om lag 43,5 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter i 2030. Som forklart ovenfor forventes det at utslippsnivået i 2030 vil være på om lag 45 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter i 2030 dersom tiltakene som ble skissert for å nå klimaforlikets mål for 2020 blir gjennomført. Tiltakspakke 1 gir imidlertid ingen garanti for at klimaforlikets mål nås i 2020, dette avhenger av innfasingstakten. I rapporten *Faglig grunnlag for videreutvikling av den nasjonale og internasjonale klimapolitikken* (Miljødirektoratet, 2014b) ble det lagt til grunn gjennomføring av CO<sub>2</sub>-fangst og lagring i industrien, samt overgang til biokull i ferrolegeringsindustrien for å nå klimaforlikets mål i 2020. Disse tiltakene er ikke inkludert i nivå 1 tiltakene, men nivå 1 inneholder til gjengjeld større utslippsreduksjoner i transportsektoren fordi man da har 10 år lenger tid til å innfase tiltak.

Tiltaksnivå 1 i 2030 kan bety en viss risiko for innlåsing av framtidig utslipp, kanskje først og fremst i transportsektoren der innfasing av nullutslippskjøretøyer og tilrettelegging for et lavere transportvolum tar tid.

Tiltakene som ligger inne i nivå 3 forventes å gi en utslippsreduksjon på om lag 43 prosent i forhold til 1990-nivå i 2030, altså litt i overkant av EU-kommisjonens forslag om 40 prosent kutt i forhold til 1990-nivå for hele regionen. Dette illustrerer at dersom Norge skal legge seg på samme ambisjonsnivå som EU, så vil det være nødvendig å gjennomføre tiltak som både er krevende å gjennomføre og dyre. En viktig forklaringsfaktor for at det er mer krevende for Norge å gjennomføre utslippskutt på nivå med EUs målsetning er at mens EU har redusert sine utslipp av klimagasser med 19,2 prosent i perioden 1990-2012, har Norge økt sine utslipp med 4,6 prosent i samme periode. En av årsakene til dette er at befolkningstallet i Norge har økt med 21 prosent fra 1990-2014, mens befolkningen i EU bare økte med 7 prosent. Mange av de billigste tiltakene i EU-landene vil være å fase ut fossil kraftproduksjon med fornybar. Denne muligheten har ikke Norge, ettersom vi allerede har en tilnærmet utslippsfri kraftproduksjon. Et utslippsmål for EU som helhet gir i tillegg større fleksibilitet i tiltaksgjennomføringen enn et nasjonalt utslippsmål for Norge. Det må også presiseres at vi har vurdert tiltakene partielt

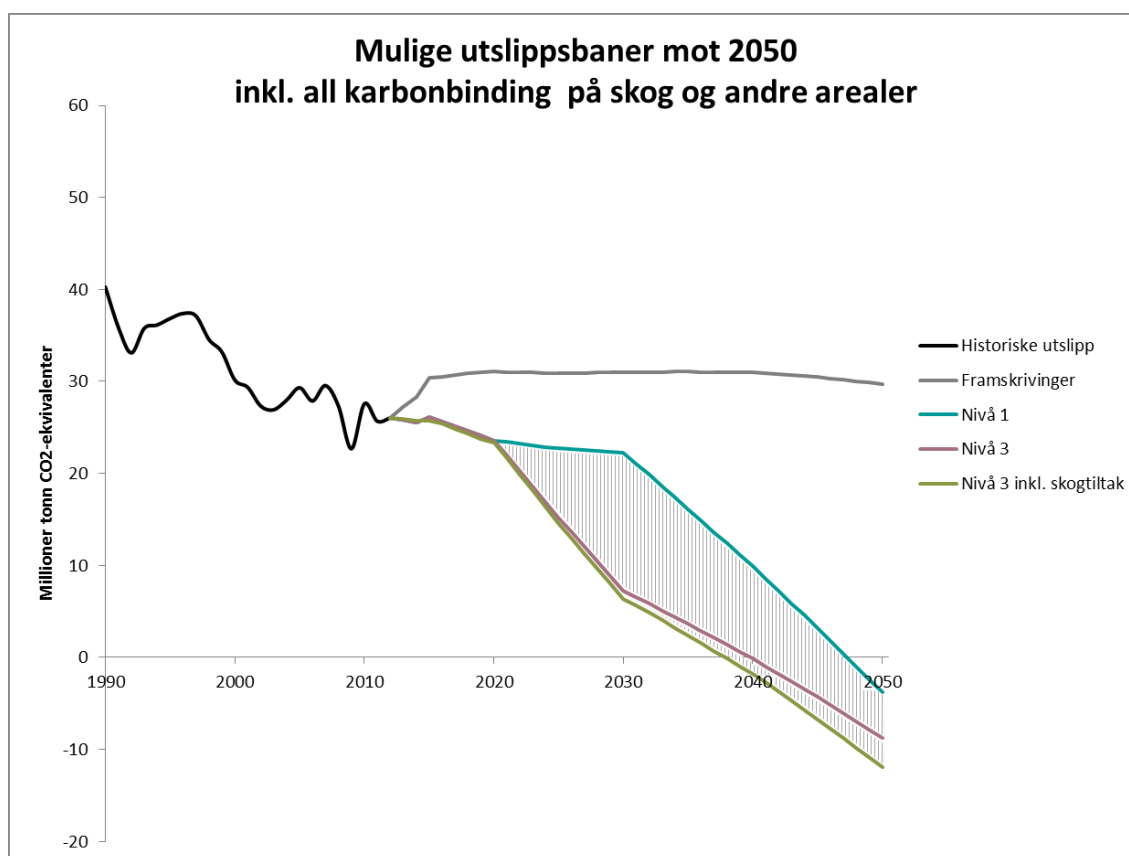
og at det vil kunne oppstå kapasitetsproblemer i økonomien dersom mange av de store teknologitiltakene skal gjennomføres på kort tid.

Utslippsnivået i Norge som et lavutslippssamfunn er grovt anslått til mellom 7-12 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter i 2050. Dette forutsetter teknologiutvikling både i Norge og resten av verden. Hvis man ligger på nivå 1 i 2030 vil dette kreve utslippsreduksjoner på nesten 4 prosent per år i perioden mellom 2030 og 2050 for å komme ned på et utslippsnivå på middelverdien av det anslåtte intervallet for 2050.

### Utslippsbaner med opptak av karbon fra skog og andre landarealer

For å unngå farlige klimaendringer er det sentralt å begrense utslippene av klimagasser. I en helhetlig tilnærming til lavutslippssamfunnet bør alle sektorer inngå. Det er derfor nyttig å illustrere utviklingen dersom man også tar med sektoren for skog og andre landarealer. Skog og andre landarealer har et årlig nettoopptak av CO<sub>2</sub> i Norge. Dette gjør sektoren forskjellig fra de andre sektorene i Norge. Dersom opptaket inkluderes i referansebanen har vi et lavere samlet nettoutslipp; rundt 40 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter i 1990. Nettoutslipp i 2050 vil være rundt 30 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter. Framskrivningen i figuren nedenfor viser totalt netto utslipp fra Norge for alle sektorer, inkludert skog og andre landarealer.

Det er viktig å presisere at tallene som presenteres her inkluderer hele netto-opptaket i sektoren skog og andre landarealer. Under Kyotoprotokollen har man kun hatt anledning til å bokføre en liten andel av alle utslipp og opptak fra sektoren skog og andre landarealer. Det er uvisst hvordan sektoren vil inkluderes i en klimaavtale post-2020.



Figur 0-4 Mulige utslippsbaner mot 2050 inkludert alle utslipp og opptak i sektoren "skog og andre landarealer" (LULUCF), dvs. uten de begrensninger som dagens bokføringsregler under Kyotoprotokollen angir.

Figuren viser at ved å inkludere opptaket i skog og andre landarealer, vil vi kunne ha negative utslipp rundt år 2045, dersom vi i tillegg implementerer alle tiltakene for å redusere utslipp tilsvarende tiltakspakke 1. Implementerer vi tiltakene i tiltakspakke 3 i tillegg til skogtiltakene, vil vi ha negative utslipp allerede før 2040. Dersom vi ikke implementerer noen tiltak som reduserer utslipp, men bare implementerer tiltak i sektoren for skog og andre landarealer, vil Norges utslipp ligge på cirka 30 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter også i 2050.

For å sikre overgangen til et lavutslippssamfunn bør opptaket i skog og andre landarealer komme i tillegg til, og ikke til erstatning for, utslippsreduksjoner i andre sektorer.

## Energikonsekvenser

Norsk kraftforsyning er i dag basert på en stor andel fornybar energi. Samtidig har vi et generelt høyt energiforbruk som inkluderer betydelige mengder fossil energi. Norge har et stort naturgitt potensial for ytterligere fornybar produksjon. Dette gir muligheter både innenlands og knyttet til utveksling med andre land.

Vi har sett på energikonsekvenser som følge av overgangen til lavutslippssamfunnet slik det ellers er beskrevet i denne rapporten. Oppsummert har vi kommet til følgende:

*Elektrisk kraft:* Tiltakspakkene vi har utredet gir fra ingen til moderat økt etterspørsel etter elektrisitet mot 2030. Etterspørselen vil avhenge av ambisjonsnivået i sektorene med betydelig fossil energibruk, særlig i transport- og petroleumssektoren, og av i hvilken grad det gjennomføres effektiviseringstiltak. Både industri- og byggsektoren har et stort effektiviseringspotensial som kan kompensere for økt etterspørsel etter elektrisitet. Energieffektivisering er også viktig fordi all energiproduksjon har miljøkonsekvenser. Potensialet for ny produksjon av fornybar kraft i Norge er stort sammenliknet med etterspørselskonsekvensene av våre tiltak mot 2030.

Mot 2050 kan en økende andel nullutslippskjøretøy gi økt etterspørsel etter elektrisitet, særlig hvis hydrogen får stort gjennomslag som drivstoff. I industrien vil ytterligere konvertering fra fossil energi til elektrisitet tilsi større etterspørsel. I petroleumssektoren forventes det en noe lavere energietterspørsel i 2050 sammenliknet med 2030.

*Bioenergi:* Tiltakspakkene vi har utredet gir en moderat til betydelig økning i etterspørsel etter bioenergi mot 2030. Økningen ser ut til å være innenfor de teoretiske potensialene for produksjon av bioenergi i Norge. Samtidig vil bruk av biomasse til energiformål kreve avveininger mot alternative bruksområder for biomasse som for eksempel trematerialer eller som reduksjonsmidler i industrien. I hvilken grad økt bruk av bioenergi påvirker naturmangfold, landskap og friluftsliv avhenger først og fremst av hvilke biomasseressurser som benyttes og i hvilket omfang.

Mot 2050 kan etterspørselen etter bioenergi øke. Dersom det viser seg at avansert biodrivstoff blir dominerende i transportsektorene vil dette kreve betydelige biomasseressurser. Tilsvarende kan biomasse brukt som energi eller råstoff bli mer etterspurt i industrien, for eksempel i produksjon av biobaserte kjemikalier og bioplast. Bioraffinerier forventes å kunne levere biobaserte produkter med en svært høy utnyttelse av biomassen. Andre biomasseressurser kan også bli gjort tilgjengelig mot 2050, slik som alger.



## Kostnader

Det er svært krevende å anslå hva kostnadene for de enkelte tiltakene vil være. Spesielt er det krevende å estimere den totale kostnaden for Norge for ulike nivåer av utslippsreduksjoner i et så langt tidsperspektiv. Det vil være svært usikkert hvilke teknologier som får gjennombrudd og når dette skjer. For eksempel vil det ha stor betydning for kostnadene hvor rask teknologiutviklingen blir for nullutslippsbiler, som elbiler og hydrogenbiler, og når disse kan konkurrere med bensin- og dieslbiler. For andre typer tiltak er det mindre usikkerhet om hva som er nødvendig for å nå togradersmålet, for eksempel bygging av infrastruktur som kan legge til rette for økt andel sykling eller mer offentlig kommunikasjon. Endringene som kreves er så omfattende at de verktøyene vi har innen samfunnsøkonomisk analyse har begrensninger. Vi har derfor valgt å plassere de ulike tiltakene i kostnadskategorier for å synliggjøre den store usikkerheten i estimatene.

Tabellen nedenfor viser hvordan tiltakene er fordelt på de tre kostnadsklassene for hver sektor. Utslippsreduksjon er angitt i tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter utslippsreduksjon i forhold til referansebanen i 2030.

Tabell 0-1 Oversikt over utslippsreduksjoner per kostnadskategori i tiltakspakke 3. Utslippsreduksjonene er i tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter i forhold til utslippene i referansebanen for 2030.

Sektor	Under 500 kr/tonn	500-1500 kr/tonn	>1500 kr/tonn
<b>Transport</b>	2 870 000	2 470 000	5 350 000
<b>Petroleum</b>	1 675 000	1 075 000	3 803 000
<b>Industri</b>	1 100 000	1 135 000	1 620 000
<b>Jordbruk</b>	228 000	183 000	-
<b>Energiforsyning</b>	270 000	110 000	620 000
<b>F-gasser</b>	190 000	95 000	-
<b>Bygg</b>	880 000	20 000	20 000
<b>Avfall*</b>	-	-	-
<b>Totalt</b>	<b>7 213 000</b>	<b>5 088 000</b>	<b>11 413 000</b>

\* Effekten av tiltak og virkemidler i avfallssektoren er ført i sektoren der tiltakene gir utslippsreduksjon.

Tabell 0-1 oppsummerer de sektorvise tiltaksvurderingene og viser fordelingen av utslippsreduksjoner i tonn i 2030 for hver kostnadskategori i tiltakspakke 3 (som inneholder alle tiltakene). Resultatene indikerer at vi kan oppnå utslippsreduksjoner på omkring 7 millioner tonn fram mot 2030 til en tiltakskostnad på under 500 kroner per tonn og ytterligere 5 millioner tonn til en kostnad på inntil 1500 kroner per tonn. Totalt ser det altså ut til at man kan oppnå over 12 millioner tonn reduksjoner til en tiltakskostnad på under 1500 kr per tonn. De resterende utslippsreduksjonene, på omkring 11 millioner tonn, er vurdert å ha kostnader over 1500 kroner per tonn.

For transportsektoren gir ikke Tabell 0-1 et fullstendig bilde, fordi bare tiltakspakke 3 beskrives. I denne sektoren er det en større andel av tiltakene som er forventet å være i den laveste kostnadskategorien i de to andre tiltakspakkene (T1 og T2). Tiltakspakke 1, der tiltakene er vurdert til å ha en kostnad på under 500 kr/tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter, er anslått til å

gi en utslippsreduksjon på cirka 5 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter. Dette er illustrert i Figur 0-2.

## Hvor kan Norge gjøre en forskjell?

Tidligere i sammendraget har vi pekt på de positive trendene som er viktige i et globalt perspektiv. Felles for dem alle er at myndigheter viser retning og er støttespillere for teknologiutvikling og innfasing av nye teknologier. Vi har i de ulike sektorvurderingene pekt på områder der Norge kan spille en rolle i den globale dugnaden som må til - og samtidig legge til rette for norske utslippsreduksjoner og et framtidrettet næringsliv. Nedenfor fremheves noen områder som vi mener vil være sentrale. Selv om mange av disse strategiene må utvikles over tid, er det viktig å starte omstilling og omlegging nå.

### Storskala elektrifisering av transportmidlene

Avkarbonisering av transportsektoren er av stor betydning for utslippsnivået i 2030 og 2050. Her har vi vært et foregangsland med virkemidler som har stimulert markedsintroduksjonen av elektriske biler og utvikling av ladestasjoner. Det er viktig å fortsette denne satsingen på kjøretøy med lave utslipp ved å videreføre virkemidlene og utvide satsingen til å inkludere flere kjøretøytyper enn personbiler (lastebiler, busser, anleggsmaskiner, traktorer, skip og ferger). Fordi utskiftningen av kjøretøyparken tar tid er det viktig å starte overgangen til nullutslipps-kjøretøy så tidlig som mulig: Eksempelvis må 100 prosent av nybilsalget av personbiler være nullutslippsbiler innen 2030 dersom personbilparken skal kunne bli utslippsfri i 2050.

### Bygge framtidens byer og tettsteder

De mange små og store beslutningene ved ulike infrastrukturinvesteringer må trekke i samme retning, både i privat og offentlig sektor. Dette gjelder for eksempel beslutninger knyttet til etablering av nye næringsbygg, kjøpesenter og nye boligområder. Byggene må være energieffektive og ikke minst plasseres slik at transportbehovet blir minimalt. Storstilt utbygging av infrastruktur for kollektivtransport i og rundt de tettest befolkede områdene er nødvendig for å legge til rett for økt bruk av bane, tog og busser - samt mer sykkel og gange.

### Styrke areal- og transportplanleggingen

På veien mot lavutslipp kreves det omstilling og bidrag fra mange aktører, og blant disse står norske kommuner i en særstilling. I kraft av å være planmyndighet, eier av infrastruktur og bygninger, innkjøper av varer og tjenester og lokal koordinator har kommunene en nøkkelrolle knyttet til mange viktige utfordringer for å redusere utslipp av klimagasser. Det er spesielt rollen som planmyndighet som gir kommunen mulighet til å påvirke samfunnsutviklingen på sentrale områder. Plasseringen av servicetilbud, boliger, arbeidsplasser og infrastruktur i forhold til hverandre legger også sterke føringer for hvordan transportbehovet kan dekkes, og dermed for det lokale utslippsnivået. Det er ikke mulig å se for seg at transportbehovet kan reduseres og bilavhengigheten går ned uten at klimahensyn tillegges vesentlig større vekt i areal- og transportplanlegging.

### Karbonfangst og lagring (CCS)

Vår rapport viser at CCS antagelig blir avgjørende for å redusere norske industriutslipp fra for eksempel produksjon av sement, mineralgjødsel og kjemisk industri. Det er behov for teknologiutvikling både knyttet til fangst av utslipp fra ulike industrikilder og til transport og lagring. Her kan Norge bidra til å utvikle en teknologi som også kan spres til andre land. For eksempel står verdens sementproduksjon for ca. 5 prosent av de globale utslippene. Dersom

CCS skal tas i bruk i stor utstrekning er det viktig at denne teknologien demonstreres i stor skala.

#### Utvikling av nye industriprosesser med minimale klimagassutslipp for norsk prosessindustri

Å utvikle teknologi som reduserer utslipp fra produksjon av sement og mineralgjødning er viktig fordi disse sektorene er store utslippskilder globalt. Teknologi som reduserer prosessutslipp fra for eksempel ferrolegering- og aluminiumsproduksjon er viktig for å muliggjøre vekst av denne produksjonen globalt, uten å øke de globale utslippene. For å redusere utslippene ytterligere i disse sektorene, er det behov for teknologigjennombrudd. Videreføring av forskning, utvikling og etablering av pilotanlegg er viktig for å lykkes.

#### Styrke satsingen på utviklingen av biologisk baserte kjemikalier og drivstoff

Dette er et område hvor Norge har industriell kompetanse, hvor blant annet våtorganisk avfall og den norske skogen er et viktig ressursgrunnlag. Ressursgrunnlaget kan på lengre sikt økes gjennom nye ressurser som eksempelvis alger eller tare.

#### Utnytte ressursene i avfall

I et lavutslippsperspektiv forventer vi høyere grad av ressursutnyttelse av avfall enn i dag. Vi antar at det meste av potensialet for utslippsreduksjoner fra avfallsdeponier som ble identifisert i Klimakur er utløst, og det derfor først og fremst er ved tiltak rettet mot materialgjenvinning og biologisk behandling at avfallssektoren kan bidra med utslippsreduksjoner. Tiltak som bidrar til avfallsforebygging kan gi reduserte utslipp gjennom livsløpet fra framstilling av råvare og produkt til behandling av avfallet.

#### Hva bør man starte med raskt?

I tillegg til å ta tak i de langsiktige strategiene, er det en rekke tiltak som kan gjennomføres på kort sikt og som vil raske utslippsreduksjoner og samtidig bidra til å hindre "lock-in" i fossil infrastruktur som gjør det vanskeligere å nå et lavutslippssamfunn.

Ett viktig område er å følge opp og se til at virkemiddelapparatet er tilstrekkelig for å gjennomføre "enkle" utslippsreduksjoner. Det gjelder eksempelvis utfasing av fossil energi i byggsektoren. Dette er allerede vedtatt, men virkemidlene må på plass. Et annet område er utfasing av fossile energibærere til stasjonær forbrenning i industri og husholdninger der det er mulig, gjennom overgang til elkjeler, varmepumper, biokjeler eller biogass/oljer. Et tredje eksempel er å realisere energieffektiviseringsgevinster i industri, næringsliv og husholdninger.

Å få på plass ytterligere demonstrasjonsanlegg og systemer som demonstrerer klimaløsninger, eksempelvis innen CCS, eller lavutslippsløsninger i transport, vil øke forståelsen og erkjennelsen av at klimautfordringen er mulig å løse.

### Miljødirektoratet

Telefon: 03400/73 58 05 00 | Faks: 73 58 05 01

E-post: [post@miljodir.no](mailto:post@miljodir.no)

Nett: [www.miljodirektoratet.no](http://www.miljodirektoratet.no)

Post: Postboks 5672 Sluppen, 7485 Trondheim

Besøksadresse Trondheim: Brattørkaia 15, 7010 Trondheim

Besøksadresse Oslo: Strømsveien 96, 0602 Oslo

Miljødirektoratets hovedoppgaver er å redusere klimagassutslipp, forvalte norsk natur og hindre forurensning.

Vi er underlagt Klima- og miljødepartementet og har mer enn 700 ansatte ved våre to kontorer i Trondheim og Oslo, og ved Statens naturoppsyn (SNO) sine mer enn 60 lokalkontor.

Våre viktigste funksjoner er å overvåke miljøtilstanden og formidle informasjon, være myndighetsutøver, styre og veilede regionalt og kommunalt nivå, samarbeide med berørte sektormyndigheter, være faglig rådgiver og bidra i internasjonalt miljøarbeid.