

Rapport 2025: 04

Gjennomgang av forutsetninger i nasjonale klimagassberegninger

Ragnhild Børke, Emil Dæhlin,
Reidun Marie Romundstad

Tittel	Gjennomgang av forutsetninger i nasjonale klimagassberegninger
Forfattere	Ragnhild Børke, Emil Dæhlin, Reidun Marie Romundstad
Sammendrag	På oppdrag fra WWF har CICERO utført tre separate analyser med utgangspunkt i Miljødirektoratets tiltaksanalyser, de nasjonale utslippsframskrivingene og regjeringens politikk for bruk av biodrivstoff. I den første delen ser vi på hvilke av tiltakene i Miljødirektoratets tiltaksanalyser som forutsetter bruk av teknologi som per i dag er umoden, og hvor stort potensial for utslippsreduksjoner fra disse tiltakene Miljødirektoratet har beregnet. Vi har kategorisert tiltakene som enten moden teknologi, delvis moden teknologi eller umoden teknologi. I den andre delen gjennomgår vi forutsetningene som ligger til grunn for utslippsframskrivingene for petroleumssektoren, og ser på hvordan redusert petroleumssproduksjon og elektrifisering bidrar til at utslippene reduseres fram mot 2035 i framskrivingene. I den tredje delen sammenstiller vi beregninger av hvor store utslippsreduksjoner som kommer fra bruk av biodrivstoff i tre ulike scenarioer: utslippsframskrivingene i Nasjonalbudsjettet 2025, Miljødirektoratets tiltaksanalyser, og Regjeringens klimastatus og -plan 2025.
Kvalitetssikring	Frode Longva
Utgiver	CICERO
Sted og dato	Oslo, 01.04.2025
Finansieringskilde	Stiftelsen WWF Verdens naturfond
Oppdragsgiver	Stiftelsen WWF Verdens naturfond
Prosjekt	Gjennomgang av forutsetninger i nasjonale klimagassberegninger
Prosjektleder	Ragnhild Børke
Forsidebilde	Emil Dæhlin, CICERO Senter for klimaforskning

Innhold

	Sammendrag	2
1	Innledning	4
1.1	Om oppdraget	4
1.2	Bakgrunn	5
2	Teknologisk modenhet	7
2.1	Barrierer, virkemidler og skalering i Miljødirektoratets tiltaksanalyser	8
2.2	Metode	11
2.3	Overordnede resultater	12
2.4	Sektorvis gjennomgang av tiltakene	16
3	Framskriving av utslippene fra petroleumsproduksjon	31
3.1	Kilder	32
3.2	Utslippsframskrivingene i Nasjonalbudsjettet 2025	32
3.3	Sokkeldirektoratets prognoser	33
3.4	Referansebanen og tiltak i Miljødirektoratets tiltaksanalyser	36
3.5	Utslippsreduksjoner fra elektrifisering og redusert aktivitet	37
4	Biodrivstoff	38
4.1	Biodrivstoff i referansebanen	39
4.2	Biodrivstoff i Miljødirektoratets tiltaksanalyser	42
4.3	Biodrivstoff i Regjeringens klimastatus og -plan 2025	44
4.4	Sammenstilling av anslag for biodrivstoff i 2030, for ulike scenarioer	46
	Referanser	47

Sammendrag

På oppdrag fra WWF har CICERO gjennomført tre separate analyser knyttet til regjeringens kunnskapsgrunnlag for klimapolitikken. Den første delen handler om i hvilken grad tiltakene i Miljødirektoratets tiltaksanalyser er basert på umoden teknologi. Den andre delen handler om hvilke forutsetninger som ligger til grunn for utslippsframskrivingene for petroleumssektoren. Den tredje delen handler om hvor store utslippsreduksjoner som kommer fra bruk av biodrivstoff i kunnskapsgrunnlaget og regjeringens politikk.

Teknologisk modenhet

CICEROs oppdrag har vært å gjennomgå Miljødirektoratets tiltaksanalyser og kategorisere tiltakene etter teknologisk modenhet. Vi har kategorisert tiltakene som enten moden teknologi, delvis moden teknologi eller umoden teknologi. På bakgrunn av dette, har vi beregnet hvor store utslippsreduksjoner som kommer fra lite utprøvd teknologi.

I rapporten viser vi at:

Teknologi som per i dag er umoden, utgjør en del av potensialet for utslippsreduksjoner, særlig innenfor industri og energiforsyning. I industri og energiforsyning står tiltak som krever umoden teknologi for nær 40 prosent av utslippsreduksjonen i Miljødirektoratets tiltaksanalyser i 2035. I øvrige sektorer står tiltak som krever umoden teknologi for om lag 8 prosent av utslippsreduksjonene i 2035.

Blant de ti største tiltakene i Miljødirektoratets tiltaksanalyser, krever fem av tiltakene i stor grad teknologi som er omtalt som umoden, hvorav fire industriltak (CCS på industrianlegg, biomasse, DACCS, hydrogen) og ett tiltak innenfor sjøfart (hydrogen).

Teknologi kan modnes over tid, og aktiv politikk for å fremme teknologien kan bidra til dette. Kategoriseringen viser til modenhet per i dag, og dette kan endre seg fram mot 2035.

Teknologisk umodenhet er én av flere barrierer mot å gjennomføre tiltakene. Det eksisterer barrierer mot å gjennomføre alle typer klimatiltak, både de som er basert på moden teknologi og de som krever bruk av teknologi som i dag er umoden.

Framskrivning av utslippene fra petroleumsproduksjon

CICEROs oppdrag har vært å gå gjennom forutsetningene i utslippsframskrivingene. Vi har sett på hvor stor aktivitetsreduksjon som ligger til grunn og hvordan redusert petroleumsproduksjon og elektrifisering bidrar til at utslippene reduseres fram mot 2035 i framskrivingene.

I rapporten viser vi at:

I Søkeldirektoratets prognoser reduseres aktiviteten med om lag 28 prosent i 2035 sammenliknet med 2022. Det er betydelig usikkerhet omkring omfanget av ny produksjon, og Søkeldirektoratet har scenarier som spenner fra 3 prosent redusert produksjon til 48 prosent redusert produksjon i 2035.

I 2035 kommer om lag halvparten av produksjonen i Søkeldirektoratets prognoser fra prosjekter som ikke var besluttet gjennomført per juni 2024. I utslippsframskrivingene har Søkeldirektoratet lagt til grunn at alle nye, selvstendige utbygginger har tilnærmet utslippsfri kraftforsyning.

Elektrifisering bidrar til betydelige utslippsreduksjoner i utslippsframskrivingene fram mot 2035. Både elektrifiseringsprosjekter som er i ferd med å realiseres og prosjekter på utredningsstadiet er forutsatt gjennomført i framskrivingene.

Etter 2035 forventes nedstenging av installasjoner og felt å være hoveddriveren for utslippsreduksjoner i sektoren. Ved siden av elektrifisering bidrar redusert produksjon trolig til reduserte utslipp også fram mot 2035 i framskrivingen.

Biodrivstoff

CICEROs oppdrag har vært å gjennomgå henholdsvis referansebanen og tiltaksanalysene til Miljødirektoratet og regjeringens opptrappingsplan for biodrivstoff som presentert i «Regjeringens klimastatus og -plan» og synliggjøre hvor store utslippsreduksjoner som kommer fra biodrivstoff.

I rapporten viser vi at:

I referansebanen gir bruk av biodrivstoff en utslippsreduksjon på om lag 1,4 millioner tonn CO₂ i 2030. Da er det lagt til grunn en videreføring av omsetningskrav for biodrivstoff på 2024-nivå.

Dersom tiltakene i Miljødirektoratets tiltaksanalyser gjennomføres, forventes bruken av biodrivstoff i 2030 å reduseres med mer enn 20 % sammenliknet med referansebanen. Her er det også lagt til grunn en videreføring av omsetningskrav for biodrivstoff på 2024-nivå, men med gjennomføring av tiltak som øker nullutslippsandeler og reduserer trafikkarbeid forventes en reduksjon i bruk av flytende biodrivstoff.

Med en gjennomføring av Regjeringens klimastatus og -plan 2025 forventes bruken av biodrivstoff i 2030 å øke med mer enn 90 % sammenliknet med referansebanen. Dette følger av planlagt opptrapping av omsetningskravene.

Per 2023 er 98 % av omsatt biodrivstoff avansert biodrivstoff. Dette følger av bevisst politikk gjennom innretningen av omsetningskravene. Regjeringen har ikke tatt stilling til om økningen i omsetningskrav fram mot 2030 skal skje med avanserte eller konvensjonelt biodrivstoff.

1 Innledning

På oppdrag fra WWF har CICERO utført tre separate analyser med utgangspunkt i Miljødirektoratets tiltaksanalyser, de nasjonale utslippsframskrivingene og regjeringens politikk for bruk av biodrivstoff. I dette kapittelet presenterer vi oppdraget og sentrale begreper som ligger til grunn for oppdraget.

1.1 Om oppdraget

Miljødirektoratet publiserer årlig en analyse av tiltak som kan kutte klimagassutslippene i Norge. Tiltaksanalysene som ble publisert i januar 2025 viste tiltak som kan redusere utslippene med over 60 prosent i 2035, sammenliknet med 1990. WWF arbeider med å synliggjøre tiltak som kan kutte utslippene i samme omfang, men hvor det legges større vekt på å oppnå utslippsreduksjoner gjennom redusert aktivitet og mindre vekt på utslippsreduksjoner som forutsetter bruk av lite utprøvd teknologi eller bruk av konvensjonelt biodrivstoff.

CICERO har fått følgende oppdrag for WWF:

- Å gjennomgå Miljødirektoratets tiltaksanalyser og kategorisere tiltakene etter teknologisk modenhet. På bakgrunn av dette, å beregne hvor store utslippsreduksjoner som kommer fra lite utprøvd teknologi, gitt tilstrekkelig datagrunnlag. Gjennomgangen legger hovedvekt på tiltak i industrien, men går også gjennom tiltakene i andre sektorer.
- For utslipp fra petroleumssektoren: å gå gjennom forutsetningene i referansebanen og, gitt tilstrekkelig datagrunnlag:
 - beregne hvor store utslipp i 2035 som kommer fra felt/anlegg som ikke er besluttet ennå,
 - anslå hvor stor aktivitetsreduksjon som ligger inne i referansebanen.
- For bruk av biodrivstoff:
 - Å gjennomgå referansebanen og tiltaksanalysene til Miljødirektoratet og synliggjøre hvor store utslippsreduksjoner som kommer fra biodrivstoff (henholdsvis avansert og konvensjonelt hvis mulig)
 - Å gjennomgå regjeringens opptrappingsplan for biodrivstoff som presentert i «*Regjeringens klimastatus og -plan*» og synliggjøre hvor store utslippsreduksjoner som kommer fra biodrivstoff (hhv. avansert vs. konvensjonelt hvis mulig).

Oppdraget er basert på gjennomgang av offentlig tilgjengelige kilder, det vil si Miljødirektoratets rapporter, utslippsframskrivingene presentert i Nasjonalbudsjettet, Sjøkeldirektoratets analyser av utviklingen i petroleumsaktiviteten mv.

Rapporten følger samme struktur som kulepunktene ovenfor. I kapittel 2 går vi gjennom tiltakene i Miljødirektoratets tiltaksanalyser og kategoriserer dem etter teknologisk modenhet. I kapittel 3 ser vi på hva som ligger til grunn for utslippsframskrivingene for petroleumssektoren. I kapittel 4 går vi gjennom hvor store utslippsreduksjoner som

kommer fra biodrivstoff i referansebanen, i tiltaksanalysene til Miljødirektoratet og i «Regjeringens klimastatus og -plan».

1.2 Bakgrunn

Denne rapporten tar utgangspunkt i data og analyser som er utført av nasjonale myndigheter, og som er en del av kunnskapsgrunnlaget for regjeringens klimapolitikk. I dette delkapittelet presenterer vi de mest sentrale analysene som vi gjør vurderinger av i rapporten.

Klimagassregnskapet viser klimagassutslippene i Norge fra 1990 til 2023. For å følge med på utviklingen i klimagassutslippene, bruker man et klimagassregnskap (utslippsregnskap) som viser utslippene per år, fordelt på utslippssektorer og klimagasser. Det nasjonale klimagassregnskapet lages av SSB, Miljødirektoratet og Nibio og publiseres av SSB. Per mars 2025 inneholder klimagassregnskapet tall for årene 1990-2023 (SSB, 2024).

Utslippsframskrivingene gir et anslag på hvordan utslippene kan utvikle seg framover med dagens klimapolitikk. Finansdepartementet, i samarbeid med andre departementer og etater, framskriver klimagassutslippene. De mest oppdaterte utslippsframskrivingene ble presentert i Nasjonalbudsjettet 2025, og dekker perioden fram til 2040 (Meld. St. 1 (2024-2025)). Framskrivningene bygger på klimagassregnskapet med data fram til 2022 og prognoser for befolkningsutvikling, utvikling i økonomien mv. I framskrivingene legges det til grunn at klimapolitikk, slik som CO₂-avgiften, kvotesystemet for industrien, omsetningskrav for biodrivstoff og andre forskriftskrav, videreføres på 2024-nivå. Man antar ingen styrking eller endring av klimapolitikken, heller ikke der hvor slike endringer er under arbeid. Kombinasjonen av historiske utslippstall fra klimagassregnskapet og utslippsframskrivingene omtales som *referansebanen* i Miljødirektoratets tiltaksanalyser.

Miljødirektoratet publiserer årlig et sett av tiltaksanalyser som anslår hvor mye utslippene kan kuttes gjennom bestemte tiltak. Denne rapporten tar utgangspunkt i tiltaksanalysene publisert i januar 2025 (Miljødirektoratet, 2025b), (Miljødirektoratet, 2025a).¹ Med *tiltak* menes her fysiske handlinger som ulike aktører (slik som bedrifter, husholdninger og statlige og kommunale virksomheter) kan gjennomføre for å redusere utslippene av klimagasser.

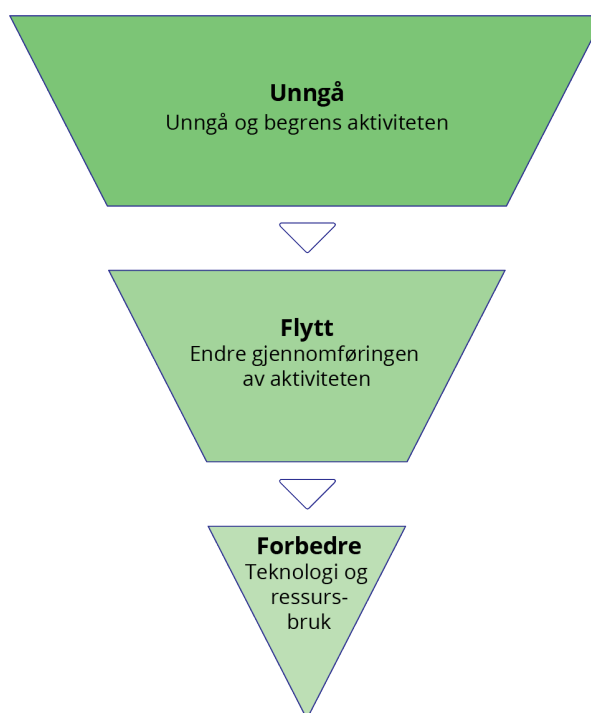
Bruken av biodrivstoff i Norge blir fremmet gjennom omsetningskrav. De som selger drivstoff, er pålagt å sørge for at en viss andel av drivstoffet de selger er biodrivstoff.² I «Regjeringens klimastatus og -plan 2025» la regjeringen fram en plan for opptrapping av omsetningskravene fram mot 2030 (Klima- og miljødepartementet, 2024b). Økt bruk av biodrivstoff vil bidra til utslippsreduksjoner i Norge, men tilgangen på bærekraftig råstoff er begrenset og det er risiko for at produksjon av biodrivstoff bidrar til avskoging og naturtap. Dette er blant annet beskrevet i «Regjeringens klimastatus og -plan 2025».

¹ Når vi i denne rapporten omtaler «Miljødirektoratets tiltaksanalyser» viser dette – dersom ikke annet er presisert – til Miljødirektoratets rapport *Klimatiltak i Norge: Kunnskapsgrunnlag 2025* (M-2920) med vedlegg M2870 og de tilhørende tiltaksarkene slik de forelå på Miljødirektoratets nettsider i februar 2025. Enkelte steder i rapporten er tidligere utgaver av tiltaksanalysene brukt til å gi utdypende informasjon.

² Omsetningskravene, herunder hvordan kravene skiller mellom avansert og konvensjonelt biodrivstoff, er forklart på Miljødirektoratets nettsider: [Biodrivstoff i Norge - miljodirektoratet.no](https://www.miljodirektoratet.no/biodrivstoff-i-norge)

Klimautvalget 2050 anbefalte at tiltak tar utgangspunkt i UFF-rammeverket (Unngå - Flytte - Forbedre) (NOU 2023:25). UFF-rammeverket er et verktøy for å hjelpe til med prioritering og politikkutforming i overgangen til lavutslippssamfunnet. Rammeverket angir en prioritering, både på overordnet nivå og mellom enkelttiltak. Rammeverket kategoriserer tiltak i tre hovedkategorier og bygger på prinsippet om at tiltak som unngår aktivitet bør prioriteres, deretter tiltak som flytter aktivitet, og til sist tiltak som forbedrer aktiviteten:

- **Unngå:** Redusere aktiviteter som fører til utslipp, som å reise mindre eller unngå utbygginger.
- **Flytte:** Endre måten aktiviteter utføres på, for eksempel ved å ta toget i stedet for å fly eller å bygge ut grå arealer framfor karbonrike arealer.
- **Forbedre:** Gjøre teknologiske forbedringer eller sørge for mer effektiv ressursbruk, som for eksempel elektrifisering for å erstatte fossil energibruk.



Figur 1: Rammeverket "unngå-flytte-forbedre" (UFF). Kilde: NOU 2023:25.

UFF-rammeverket er ikke benyttet i denne rapporten, men rammeverket er beskrevet her fordi det utgjør en del av konteksten for oppdraget. I Miljødirektoratets tiltaksanalyser er UFF-rammeverket brukt innenfor sektoren landtransport, maskiner og luftfart.

2 Teknologisk modenhet

I dette kapittelet ser vi på hvilke av tiltakene i Miljødirektoratets tiltaksanalyser som forutsetter bruk av teknologi som per i dag er umoden, og hvor stort potensial for utslippsreduksjoner fra disse tiltakene Miljødirektoratet har beregnet.

Vi har kategorisert tiltakene som enten moden teknologi, delvis moden teknologi eller umoden teknologi. Kategoriseringen er ment å gi et oversiktsbilde av i hvilken grad teknologisk umodenhet er en utfordring for ulike tiltak og i ulike sektorer per i dag. I praksis er overgangen mellom umoden og moden teknologi flytende og det kan være vanskelig å sammenlikne teknologimodenhet på tvers av tiltak og sektorer.

At en teknologi er umoden innebærer at det er behov for å utvikle teknologien videre før den er kommersielt tilgjengelig. Teknologien kan for eksempel være på pilot- eller demonstrasjonsstadiet. Tiltakene som inngår i Miljødirektoratets tiltaksanalyser, er plukket ut basert på vurderinger av forventet teknologisk og markedsmessig modenhet. En del tiltak er basert på teknologi som er umoden per i dag, men hvor direktoratet mener utviklingen går i en takt som gjør det mulig å ta i bruk teknologien innen 2035. Vi har ikke gjort egne vurderinger av dette. Teknologi kan modnes over tid, og bevisst politikk for å fremme teknologien kan bidra til dette.

Teknologisk umodenhet er én av flere barrierer mot å gjennomføre tiltakene.

Offentlige og private aktører som skal gjennomføre klimatiltak står ofte overfor ulike barrierer eller hindringer, for eksempel høye kostnader, manglende infrastruktur, manglende tilgang på kraft, lite informasjon/kunnskap eller umoden teknologi. Det eksisterer barrierer mot å gjennomføre alle typer klimatiltak, både de som er basert på moden teknologi og de som krever bruk av teknologi som i dag er umoden. Vi har gått gjennom hvilke tiltak som har teknologisk umodenhet som en barriere. Vi har derimot ikke vurdert de samlede barrierene eller hvilke tiltak det vil være mest krevende å gjennomføre.

I industri og energiforsyning står tiltak som krever teknologi som er kategorisert som umoden for drøyt 3 millioner tonn CO₂-ekvivalenter i 2035. Tiltakene i Miljødirektoratets analyser har samlet sett potensial for å redusere utslippene i disse sektorene med i overkant av 8 millioner tonn CO₂-ekvivalenter i 2035, sammenliknet

med 2023. Tiltak som forutsetter delvis moden teknologi, utgjør om lag 4,5 millioner tonn CO₂-ekvivalenter.

I øvrige sektorer står tiltak som krever teknologi som er kategorisert som umoden for om lag 0,7 millioner tonn CO₂-ekvivalenter i 2035. Tiltakene i Miljødirektoratets analyser har samlet sett potensial for å redusere utslippene i disse sektorene med i omkring 9,5 millioner tonn CO₂-ekvivalenter i 2035, sammenliknet med referansebanen. Tiltak som forutsetter delvis moden teknologi, utgjør om lag 2,5 millioner tonn CO₂-ekvivalenter.

Blant de ti største tiltakene i Miljødirektoratets tiltaksanalyser, krever fem av tiltakene i stor grad teknologi som er omtalt som umoden, hvorav fire industritiltak (CCS på industrianlegg, biomasse, DACCS, hydrogen) og ett tiltak innenfor sjøfart (hydrogen).

2.1 Barrierer, virkemidler og skalering i Miljødirektoratets tiltaksanalyser

Mange av tiltakene i Miljødirektoratets tiltaksanalyser innebærer at man skifter fra en teknologi til en annen, for eksempel fra kjøretøy med forbrenningsmotor til elektriske kjøretøy. I mange tilfeller er den teknologien man skifter til allerede i bruk, og tiltaket består i at flere tar i bruk den samme teknologien. I andre tilfeller er teknologien under utvikling og tiltaket består i å ta i bruk ny teknologi.

2.1.1 Barrierer

I tiltaksanalysene vurderer Miljødirektoratet ulike barrierer mot gjennomføring av tiltakene. Barrierer er hindringer som private og offentlige virksomheter og privatpersoner står overfor, som gjør det vanskelig å gjennomføre tiltakene. Det kan være glidende overganger mellom disse barrierene og ikke alltid like lett å skille mellom dem. Flere barrierer spiller også ofte sammen. De ulike barrierer som blir vurdert av Miljødirektoratet omfatter:

- Kostnader
- Teknologisk umodenhet
- Infrastruktur (for eksempel ladeinfrastruktur, kraft, transport-/lagerløsninger for CO₂)
- Ressurstilgang (for eksempel kraft, biomasse og areal)
- Regulering/institusjoner
- Informasjon/kunnskap
- Atferd
- Kvalitets- eller funksjonsforskjeller

Teknologisk umodenhet blir altså behandlet som en av flere barrierer i Miljødirektoratets tiltaksanalyser. Selv om et tiltak bygger på moden teknologi kan det altså være andre barrierer som gjør det vanskelig å gjennomføre tiltakene, som mangel på kraft eller utfordringer med å påvirke folks atferd. I tiltaksarkene som omtaler hvert enkelt tiltak framhever Miljødirektoratet de viktigste barrierene i en egen boks øverst (1-4 barrierer), samtidig som langt flere barrierer typisk omtales i løpende tekst.

2.1.2 Virkemidler og risiko

I klimapolitikken kan man rette inn *virkemidler* mot barrierene. Virkemidler er de verktøyene myndighetene kan bruke for å styre eller påvirke andre aktører, for eksempel reguleringer, avgifter, subsidier og informasjon. Støtte til forskning, innovasjon og

utprøving av ny teknologi er typiske virkemidler rettet mot teknologisk umodenhet. Myndighetene kan altså påvirke (men ikke styre) modningen av teknologiske løsninger.

Teknologiutvikling kan ta lang tid og lengre tid enn antatt. Slik sett innebærer umoden teknologi en risiko. I følge Prosess21 kan teknologiutviklingsløp for prosessindustrien fra et lavt teknologimodenhets nivå ta flere tiår. Det er heller ikke alltid gitt at de lykkes. Når teknologien er på markedsintroduksjonsnivå, kan kommersialisering ta 5-10 år (Prosess21, 2021).

2.1.3 Utvalg og skalering av tiltak

Miljødirektoratet identifiserer og analyserer tiltak i samarbeid med andre etater, og utformer tiltakene basert på kunnskapsgrunnlag innhentet gjennom egne analyser og fra forskningsinstitusjoner og andre analysemiljø. Det innhentes også innspill fra industri og næringsliv. I Miljødirektoratets metodenotat for tiltaksanalyser heter det: *«Ofte er det hensiktsmessig å begynne med å se på teknisk potensiale for utslippsreduksjoner for senere å justere tiltaket basert på hva som realistisk å få til med hensyn til barrierer, kostnader osv.»* (Miljødirektoratet, 2019). Direktoratet gjør altså vurderinger av hva som er realistisk før de velger ut hvilke tiltak som tas med i tiltaksanalysene. Tiltak som avhenger av svært umoden teknologi (lavt TRL-nivå, jf. kap. 2.1.4), er dermed normalt ikke inkludert i Miljødirektoratets tiltaksanalyser. Vi har ikke funnet noen helt systematisk beskrivelse av hvordan direktoratet vurderer teknologisk modenhet og realisme, og trolig er dette i betydelig grad basert på faglig skjønn og helhetsvurderinger av teknologisk modenhet og andre barrierer.

Tiltak basert på svært umoden teknologi er i en del tilfeller omtalt i Miljødirektoratets rapporter, men uten at de inngår i det tallfestede utslippsreduksjonspotensialet fram mot 2035. Dette gjelder blant annet visse nye teknologier i industrien som grunnleggende endrer hvordan prosessene gjennomføres. For eksempel arbeider Hydro med en pilot for en ny prosess for elektrolyse av aluminiumklorid som i prinsippet kan eliminere alle utslippene fra denne prosessen, men teknologien er så forskjellig fra eksisterende løsning at Miljødirektoratet kun vurderer den som aktuell for nye anlegg.

Mange tiltak er i realiteten summen av mange mindre tiltak, og kan derav skaleres. Eksempler på skalering kan for eksempel være at to av ti industribedrifter gjennomfører tiltaket, eller at det legges inn ulik innfasingstakt for ulike kjøretøytyper. Der hvor det finnes definerte politiske målsetninger for utviklingen framover, skaleres tiltakene typisk i samsvar med dette, men Miljødirektoratet avviker i enkelte tilfeller fra de politiske målsetningene der hvor de vurderer utviklingen til å gå saktere eller raskere (for eksempel innfasingen av elektriske varebiler). Skaleringen innebærer med andre ord en vurdering av forventet utvikling i teknologisk (og markedsmessig) modenhet, og realistisk innfasing. Mange tiltak bygger dermed på teknologi som er umoden *per i dag*, men hvor utviklingen vurderes å gå i en takt som tillater den innfasingen som er valgt. Det er utfordrende å forutsi når ny teknologi vil bli tilgjengelig og hvor raskt ulike typer atferd kan endres. Disse usikkerhetene kan påvirke resultatene både i negativ og positiv retning (innfasingen kan gå både saktere og raskere enn forutsatt).

2.1.4 Teknologisk umodenhet som barriere

Teknologi som er på forsknings-, pilot- eller demonstrasjonsstadiet kan betraktes som umoden. Det er da behov for å utvikle teknologien videre før den vil være kommersielt tilgjengelig. Risiko for at en ny teknologi ikke vil fungere etter hensikten kan også betraktes som teknologisk umodenhet. Derimot betraktes ikke umodne markeder som

teknologisk umodenhet. Det er gradsforskjeller i teknologisk umodenhet: teknologi som kun er på forskningsstadiet er åpenbart mer umoden enn teknologi som er under utprøving i demonstrasjonsanlegg.

For noen av tiltakene, har Miljødirektoratet angitt graden av teknologimodenheten etter TRL-skalaen. Nivåer for teknologimodenhet (Technology Readiness Levels, TRL) er en etablert skala for å klassifisere teknologier etter modenhet. Skalaen har ni trinn, hvor trinn 1 er umoden teknologi hvor kun de grunnleggende prinsippene for teknologien er bekreftet, mens trinn 9 er teknologi som er kommersielt tilgjengelig og har vært i drift over tid. Tabell 1 beskriver de ni nivåene for teknologimodenhet, slik Innovasjon Norge har definert dem.

Tabell 1: Nivåene for teknologimodenhet (TRL). Kilde: Basert på (Innovasjon Norge, 2025).

TRL	Kort beskrivelse	Detaljert beskrivelse
1	Grunnleggende prinsipper for teknologien er bekreftet	Det er gjennomført og dokumentert vitenskapelige observasjoner av teknologiens grunnleggende egenskaper.
2	Teknologikonseptet er definert gjennom analytiske studier	Det er gjennomført analytiske studier av teknologien, der man vurderer mulige anvendelser. Plan for eksperimentering på TRL3 foreligger.
3	Konseptbevis (proof of concept) foreligger basert på innledende forskning	Det er gjennomført innledende forskning for å få bekreftet mulige konsepter (proof of concept). Det er gjennomført studier og laboratoriemålinger for å validere teorier. Det er utarbeidet en plan for TRL4, validering av teknologien i laboratorie-skala.
4	Teknologien er validert gjennom systematisk utprøving i laboratoriet	Teknologien er validert i lab-skala, gjennom systematisk utprøving av teknologien for tenkt anvendelse. Resultatene viser at forventede krav til ytelse for teknologien kan være oppnåelige. Det er klart for å teste teknologien på TRL5, under simulerte betingelser.
5	Teknologien er under simulerte driftsbetingelser	Det foreligger resultater fra testing av integrert systemløsning under simulerte driftsbetingelser.
6	Pilotskala systemløsning testet under relevante driftsbetingelser, oppfyller funksjonskrav	Det foreligger resultater fra uttesting av et pilotskala-system under relevante driftsbetingelser. Relevans av testmiljø er beskrevet (skala, valg av driftsbetingelser, sikkerhetsfunksjoner). Tydelig og omfattende teknologibeskrivelse tilgjengelig (funksjonskrav, driftsbetingelser, utført designprosess, etc.). Plan for oppnåelse av TRL7 foreligger.
7	Fullskala prototype testet under markedsrelevant skala og under reelle driftsbetingelser	Det foreligger testresultater fra utprøving av prototype systemløsning i reell/markedsrelevant skala under reelle driftsbetingelser. Evaluering av risikoprofil. Beskrivelse av testomfang, utførte valideringsaktiviteter, plan for å oppnå TRL8, etc.
8	Teknologien er ferdigstilt og kvalifisert for salg, men begrenset driftserfaring	Det foreligger dokumentasjon av drift av endelig systemløsning under reelle driftsbetingelser, men fortsatt med noe begrenset driftserfaring. Evaluering av måloppnåelse av krav (ytelses- og funksjonskrav). Operasjonsprosedyrer/driftsplaner utviklet.
9	Teknologien er kommersielt tilgjengelig og har vært i drift over tid	Dokumentasjon som bekrefter drift under alle forventede reelle driftsbetingelser over tid. Driftsrapporter, vedlikeholdsplaner, ferdigstilte operasjonsmanualer og prosedyrer foreligger.

2.1.5 Markedsmessig umodenhet

Det kan være stor variasjon i kostnader og markedsmodenhet for moden teknologi. Competitive Readiness Index (CRI) er en skala som kan brukes for å nyansere utviklingen av nye teknologier utover det rent tekniske. Den seks-delte skalaen definerer trinn for kommersialisering, fra et hypotetisk forslag til en markedsbasert løsning. Tabell 2 beskriver de ulike nivåene til CRI-skalaen.

Tabell 2: Competitive Readiness Index (CRI). Basert på Enovas definisjoner (Enova, 2025).

CRI	Kort beskrivelse	Detaljert beskrivelse
1	Hypotetisk kommersielt forslag	Mulige markeder identifisert. Kommersialiseringen drives av teknologi med liten eller ingen verifiserbare data fra sammenlignbare prosjekter. Grunnforskning og/eller industriell forskning, som støttes gjennom forskningsbaserte støtteprogrammer.
2	Kommersiell testing	Det første prosjektet finansieres med EK og statlig støtte. Ingen bankfinansiering. Lite offentlig tilgjengelig data som kan verifisere prosjektet. Identifiserte utfordringer knyttet til regulatoriske forhold. Ingen kunder tar i bruk teknologien.
3	Kommersiell oppskalering	Kunder tar i bruk teknologien. Drives fram av politikk og virkemidler. Økt innslag av gjeldsfinansiering. Lærings- og etableringsfase for forvaltning, myndighet og rammevilkår.
4	Mangfoldige kommersielle applikasjoner	Sterk utbredelse av prosjekter, men fortsatt helt avhengig av subsidier. Fortsatt utfordringer innen rammevilkår. Delvis moden forvaltning. Sterk utbredelse av prosjekter i enkelte land/regioner.
5	Markedskonkurranse og stor utbredelse	Lange og stabile rammebetingelser. Kun små differanser mellom kostnader og markedspris. Moden forvaltning. Et stort og dynamisk verdensmarked. Strømlinjeforming av finansielle produkter. Teknologiske hyllevarer.
6	Markedsbasert	Ingen subsidier. Ansett som en "Bankable" grade aktivaklasse og drives av samme kriterier som andre modne markeder og teknologier.

2.2 Metode

Vi har systematisk gått gjennom Miljødirektoratets tiltaksanalyser og plassert tiltakene i tre kategorier:

- **Moden teknologi:** Tiltak hvor teknologiutvikling i svært liten grad utgjør noen barriere. I denne kategorien har vi også plassert tiltak som primært krever endringer i atferd/praksis og som i liten grad krever bruk av teknologi.
- **Delvis moden teknologi:** Tiltak som enten krever markedsmessig umoden teknologi eller hvor deler av tiltaket krever umoden teknologi. Dette er tiltak hvor teknologi- eller markedsutvikling kan være en barriere mot gjennomføring av tiltaket.
- **Umoden teknologi:** Tiltak hvor teknologisk umodenhet er en vesentlig barriere for gjennomføring av tiltaket.

Kategoriseringen er hovedsakelig basert på at vi har identifisert de tiltakene hvor Miljødirektoratet (enten eksplisitt eller implisitt) omtaler teknologisk umodenhet som en barriere. Vi har kategorisert tiltak som «umoden teknologi» der hvor det kommer direkte fram fra tiltaksarkene eller underlaget at det kreves ytterligere teknologiutvikling. Kategoriseringen inneholder likevel en viss grad av skjønn. For eksempel er enkelte tiltak hvor Miljødirektoratet ikke eksplisitt oppgir teknologisk umodenhet som en barriere likevel kategorisert som umoden teknologi dersom teknologien omtales som å være på pilotstadiet. Samtidig er tiltak hvor Miljødirektoratet har omtalt teknologisk umodenhet,

men hvor den teknologiske umodenheten framstår som en lite sentral barriere, plassert i kategorien delvis moden teknologi.

Flere av tiltakene er samletiltak som består av deltiltak som har ulik grad av teknologisk modenhet. I gjennomgangen har vi delt opp disse tiltakene så langt det er mulig, og kategorisert deltiltakene i de tre kategoriene. For tiltakene under industri og energiforsyning er vedlegget *Grønn omstilling i industrien (2024)* brukt for å dele opp tiltakene (Miljødirektoratet, 2024d). For andre sektorer er omtalen i tiltaksarkene eller tidligere versjoner av tiltaksanalysene brukt som underlag for oppsplitting. Der hvor det ikke har vært grunnlag for en slik oppsplitting, er slike tiltak kategorisert som delvis moden teknologi. For mindre samletiltak som ikke er mulig å disaggregere, har vi gjort skjønnsmessige vurderinger for å kategorisere deler av tiltaket som modent, delvis modent og umodent.

Delvis moden teknologi omfatter også tiltak som enten er kategorisert som markedsmessig umodne av Miljødirektoratet eller hvor enkelte tekniske barrierer gjenstår. Miljødirektoratet understreker at det ikke alltid er mulig å skille moden og umoden teknologi på en entydig måte. I disse tilfellene har de valgt å beskrive løsningene som «markedsmessig umodne» (Miljødirektoratet, 2024c). For industri-tiltakene har vi i tillegg benyttet andre kilder til å utdype og nyansere de teknologiske umodenhetene.

Vi understreker at det er en flytende overgang mellom moden og umoden teknologi, og at det også for moden teknologi kan pågå inkrementelle forbedringer. Vi understreker også at kategoriseringen kun reflekterer en av flere barrierer, og at også andre barrierer vil påvirke hvilke av tiltakene som er enklest/vanskeligst å gjennomføre.

Etter at tiltakene har blitt kategorisert, har vi beregnet hvor store utslippsreduksjoner som kommer fra tiltak i hver kategori ut fra Miljødirektoratets anslag på tiltakseffekter i 2035. Vi har også beskrevet i tekst hva den teknologiske umodenheten består i for de relevante tiltakene. For de tiltakene hvor Miljødirektoratet har angitt graden av teknologimodenheten etter TRL-skalaen, har vi inkludert denne informasjonen. Der hvor Miljødirektoratet spesifikt trekker fram teknologisk umodenhet som en av de viktigste barrierene øverst i tiltaksarkene, er dette spesifisert. For tiltakene under industri og energiforsyning har vi gjort en overordnet vurdering av den markedsmessige umodenheten opp mot CRI-skalaen, der dette lar seg underbygge. CRI-nivå er ikke omtalt i Miljødirektoratets tiltaksanalyser.

2.3 Overordnede resultater

Her presenterer vi resultatene av gjennomgangen og kategoriseringen av tiltakene. Kategoriseringen av enkelttiltak er mer detaljert forklart i kapittel 2.4.

2.3.1 Utslippsreduksjoner fra umoden teknologi for alle tiltak

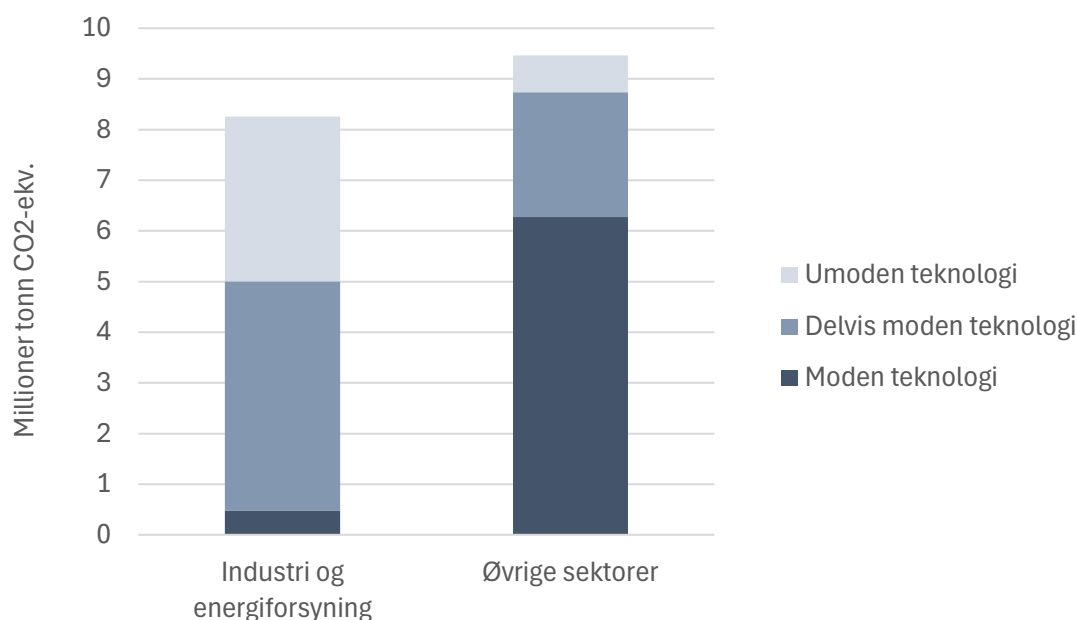
Figur 2 viser utslippsreduksjoner i 2035 for alle tiltakene i Miljødirektoratets tiltaksanalyser, kategorisert etter om tiltakene krever teknologi som er omtalt som umoden eller ikke. Figur 3 viser den samme informasjonen, men fordelt på sektorer. Hva som ligger i hver kategori, er forklart for hver sektor etter Figur 3. Merk ellers at kategorien «Moden teknologi» også rommer det som er av ikke-teknologiske tiltak.

Når vi presenterer tall på tiltakseffekter i dette kapittelet, gjelder tallene for industri og energiforsyning effekten i 2035 sammenliknet med utslippene i sektoren i 2023. For

øvrige sektorer gjelder tallene effekten i 2035 sammenliknet med utslippene i referansebanen i 2035.³

Tiltakene i industri og energiforsyning utgjør samlet sett i overkant av 8 millioner tonn CO₂-ekvivalenter i 2035 sammenliknet med utslippene i 2023⁴, og av dette utgjør tiltak som krever teknologi som er omtalt som umoden drøyt 3 millioner tonn CO₂-ekvivalenter, se Figur 2. Tiltak som krever delvis moden teknologi, utgjør om lag 4,5 millioner tonn CO₂-ekvivalenter.

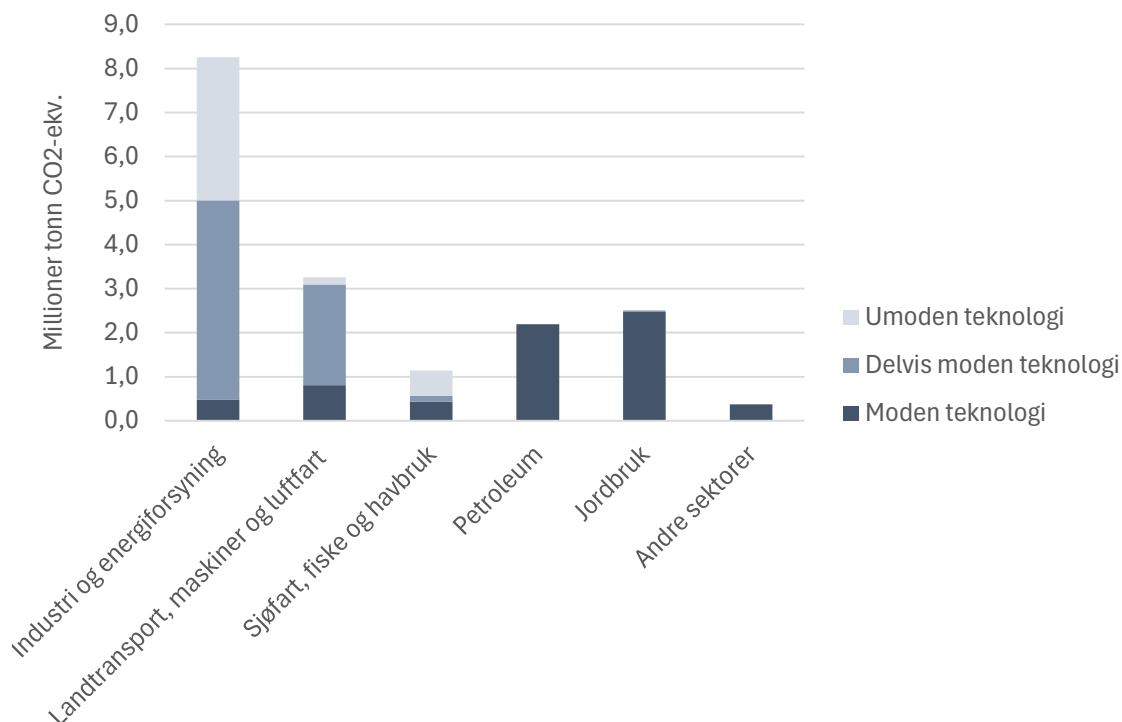
Tiltakene i de øvrige sektorene utgjør samlet sett omkring 9,5 million tonn CO₂-ekvivalenter i 2035 sammenliknet med utslippene i referansebanen i 2035. Av dette utgjør tiltak som krever teknologi som er omtalt som umoden om lag 0,7 millioner tonn CO₂-ekvivalenter. Tiltak som krever delvis moden teknologi utgjør om lag 2,5 millioner tonn CO₂-ekvivalenter.



Figur 2: Utslippsreduksjoner i 2035 for tiltakene i Miljødirektoratets tiltaksanalyser, kategorisert etter om tiltakene krever teknologi som er omtalt som umoden eller ikke. Tiltakseffekter i industri og energiforsyning er sett i forhold til utslippene i 2023, mens tiltakseffektene i øvrige sektorer er sett i forhold til utslippene i referansebanen i 2035. Kilde: Tiltakseffekter fra M2870 Klimatiltak i Norge. Kunnskapsgrunnlag 2025. Kategorisering ved CICERO

³ Tallene for industri og energiforsyning kan ikke summeres med øvrige sektorer da tallene har ulikt referansepunkt.

⁴ Sammenliknet med referansebanen utgjør tiltakene i industri og energiforsyning 6,8 millioner tonn CO₂-ekvivalenter i 2035. Miljødirektoratet har imidlertid beregnet effekten av de enkelte tiltakene sammenliknet med utslippene i 2023 (totalt 8,3 millioner tonn), og deretter nedjustert den samlede tiltakseffekten for å ta hensyn til at utslippene reduseres i referansebanen. For å kunne kategorisere tiltakene etter teknologisk modenhet, har vi benyttet tallene for de enkelte tiltakene sammenliknet med referanseåret 2023.



Figur 3: Utslippsreduksjoner per sektor i 2035 for tiltakene i Miljødirektoratets tiltaksanalyser, kategorisert etter om tiltakene krever teknologi som er omtalt som umoden eller ikke. Tiltakseffekter i industri og energiforsyning er sett i forhold til utslippene i 2023, mens tiltakseffektene i øvrige sektorer er sett i forhold til utslippene i referansebanen i 2035. Kilde: Tiltakseffekter fra M2870 Klimatiltak i Norge. Kunnskapsgrunnlag 2025. Kategorisering ved CICERO

Tiltakene innenfor **industri og energiforsyning** utgjør samlet sett om lag 8,3 millioner tonn CO₂-ekvivalenter, og domineres av teknologiske tiltak som enten er teknologisk eller markedsmessig umodne. En mindre andel på om lag 0,5 millioner tonn CO₂-ekvivalenter er kategorisert som «moden teknologi» som hovedsakelig består i konvertering fra fossil fyring i industrien og litt fra økt bruk av biomasse. Tiltakene som sorteres under «delvis moden teknologi» består hovedsakelig av markedsmessig umoden teknologi som igjen omfatter en rekke tiltak. De store bidragsyterne i denne kategorien er karbonfangst og lagring innenfor flere typer industrier og avfallsforbrenning samt bruk av biokarbon i metallindustri. En fellesnevner for disse tiltakene er at teknologien anses som moden, men at det gjenstår andre viktige barrierer som hindrer et kommersielt marked for løsningene. Eksempelvis innebærer dette lav markedsmodenhet for karbonfangst -og lagring. Tiltakene som består av «umoden teknologi» inkluderer CCS for tre industrisektorer og direkte fangst fra luft (DACCS), samt nye teknologier som trenger mer utvikling gjennom forsknings- og utviklingsprosjekter.

Innenfor **landtransport, maskiner og luftfart** er det i alt 27 tiltak, med samlet effekt på om lag 3,3 millioner tonn CO₂-ekvivalenter. Et stort antall av disse tiltakene er *ikke* teknologitiltak, men handler om redusert transport, transportmiddelskifte eller effektivisering/tilpasning av drift. Disse tiltakene kategoriseres under «moden teknologi», sammen med rene teknologitiltak som er modne (elektrifisering av personbiler og busser). Samlet sett utgjør disse om lag 0,8 millioner tonn CO₂-ekvivalenter. Tre av tiltakene kategoriseres under «delvis moden teknologi», som utgjør til sammen 2,3 millioner tonn CO₂-ekvivalenter. Dette er tiltak hvor teknologien allerede er moden eller utvikler seg raskt for hovedandelen av aktørene/tiltakshaverne, men hvor det kan være teknologiske barrierer for noen aktører. Dette gjelder elektrifisering av

langdistansebusser, varebiler og lastebiler. Kategorien domineres av tiltaket for elektrifisering av lastebiler som er det desidert største av alle transporttiltakene. Vi har ikke noe grunnlag for å splitte tiltakseffekten her mellom moden og umoden teknologi. For sju av tiltakene har Miljødirektoratet spesifikt trukket fram teknologisk umodenhet som en av de viktigste barrierene øverst i tiltaksarket. Disse tiltakene kategoriseres under «*umoden teknologi*». Dette omfatter tiltak for elektrifisering av motorsykler/mopeder/snøscootere, nullutslipps jernbane, hybrid-/elfly, syntetisk drivstoff i luftfart og nullutslipps maskiner innenfor ulike sektorer. Samlet sett utgjør disse om lag 0,2 millioner tonn CO₂-ekvivalenter.

Tiltakene innenfor **sjøfart, fiske og havbruk** utgjør samlet sett om lag 1,1 millioner tonn CO₂-ekvivalenter, hvorav 0,4 millioner tonn kategoriseres under «*moden teknologi*» (landstrøm, elektrifisering og biogass), 0,1 millioner tonn kategoriseres under «*delvis moden teknologi*» (nullutslipps ferger og hurtigbåter) og 0,6 millioner tonn kategoriseres under «*umoden teknologi*» (hydrogenbaserte drivstoff).

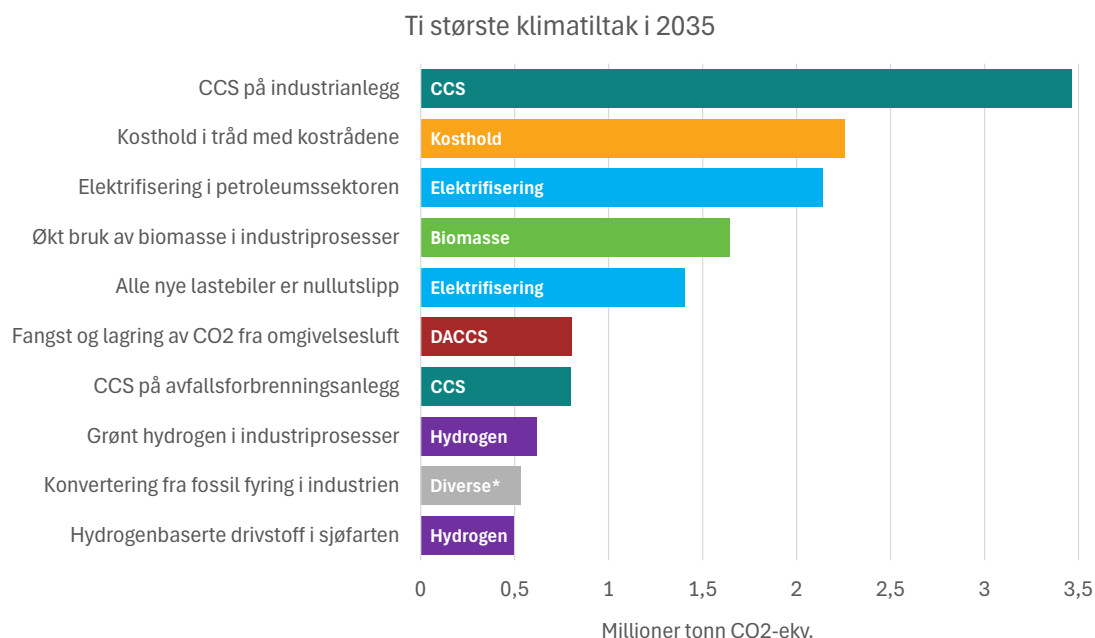
Tiltakene innenfor **jordbruk** domineres av tiltak som ikke er teknologitiltak, men i stor grad handler om endret atferd. Disse tiltakene kategoriseres under «*moden teknologi*» sammen med andre tiltak hvor teknologisk umodenhet ikke omtales som en barriere. To tiltak kategoriseres under «*delvis moden teknologi*», da teknologisk umodenhet er omtalt som én av mange barrierer, men disse tiltakene er så små at effekten ikke er synlig i Figur 3.

Hele utslippsreduksjonspotensialet innenfor **petroleum** og i **andre sektorer** kategoriseres under «*moden teknologi*».

2.3.2 Utslippsreduksjoner fra umoden teknologi for de ti største tiltakene

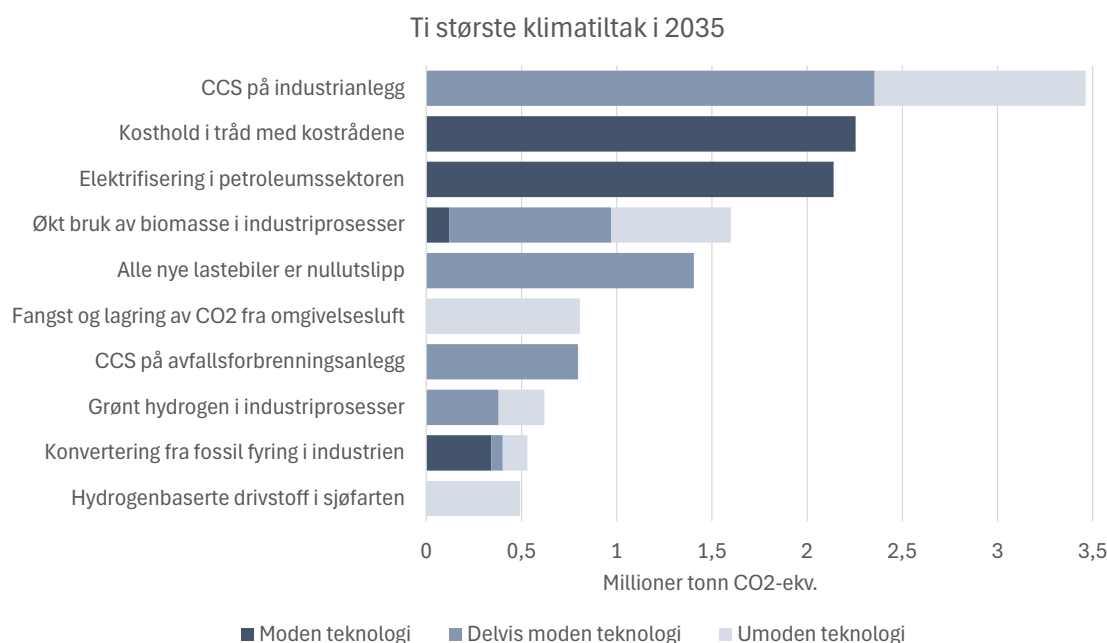
Figur 4 viser utslippsreduksjoner i 2035 for de ti største tiltakene i Miljødirektoratets tiltaksanalyser, kategorisert etter type tiltak. Figur 5 viser de samme ti tiltakene, men kategorisert etter hvor stor andel av hvert tiltak som krever teknologi som er kategorisert som moden, delvis moden eller umoden.

Kategoriseringen viser at fem av tiltakene i stor grad krever teknologi som er omtalt som umoden, hvorav fire industritiltak (CCS på industrianlegg, biomasse, DACCS, hydrogen) og ett tiltak innenfor sjøfart (hydrogen).



* En kombinasjon av diverse energikilder (elektrisitet, biomasse, hydrogen og fjernvarme)

Figur 4: Utslippsreduksjoner i 2035 for de ti største tiltakene i Miljødirektoratets tiltaksanalyser. Kilde: Tiltakseffekter fra M2870 Klimatiltak i Norge. Kunnskapsgrunnlag 2025. Kategorisering ved CICERO



Figur 5: Utslippsreduksjoner i 2035 for de ti største tiltakene i Miljødirektoratets tiltaksanalyser, kategorisert etter hvor stor andel av hvert tiltak som krever teknologi som er omtalt som umoden eller ikke. Kilde: Tiltakseffekter fra M2870 Klimatiltak i Norge. Kunnskapsgrunnlag 2025. Kategorisering ved CICERO

2.4 Sektorvis gjennomgang av tiltakene

Her presenteres de vurderingene som ligger til grunn for kategoriseringen av tiltakene.

2.4.1 Industri og energiforsyning

Utslippene i industrien kommer fra bruk av fossile brenslere og fra industriprosesser. Det meste av utslippene fra energiforsyning kommer fra avfallsforbrenning. I tillegg har denne sektoren utslipp fra annen fjernvarmeproduksjon og fra gasskraft.

Tabell 3: Tiltak innenfor industri og energiforsyning.

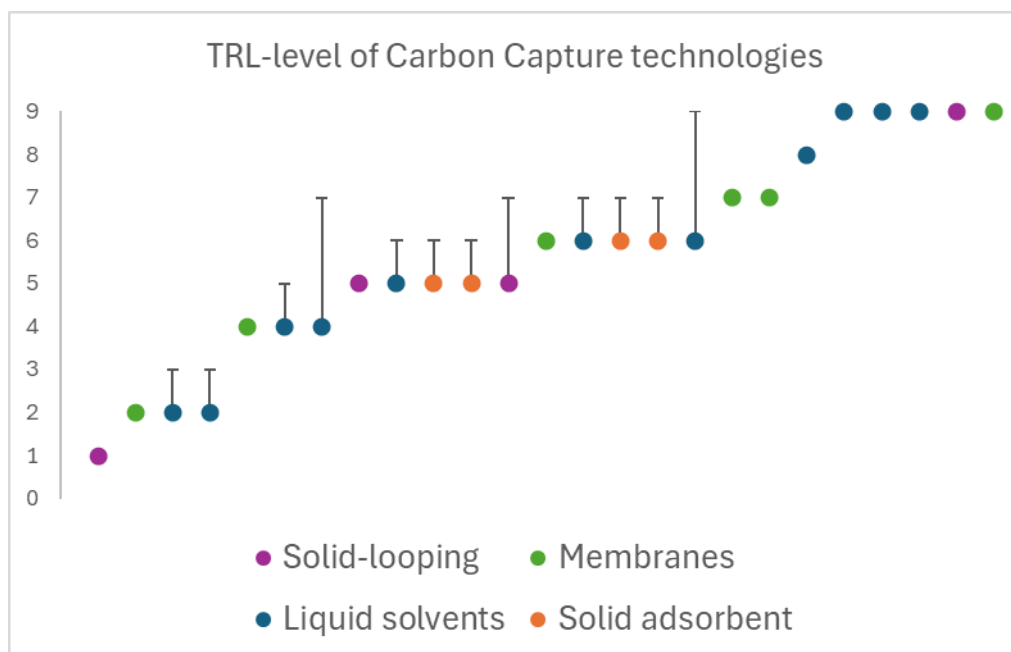
Tiltak	Kategori for teknologisk modenhet	Kommentar
I01 Karbonfangst og lagring (CCS) på avfallsforbrenningsanlegg	Delvis modent	TRL 9
I02 Karbonfangst og lagring (CCS) på industrianlegg	Umodent/delvis modent	TRL 9, lavere for noen sektorer
I03 Karbonfangst og lagring av CO₂ fra omgivelsesluft (DACCS)	Umodent	
I04 Økt bruk av biomasse i industriprosesser	Umodent/delvis modent	Umoden for noen applikasjoner
I05 Overgang til bruk av grønt hydrogen i industriprosesser	Umodent/delvis modent	TRL 9
I06 Direkte og indirekte elektrifisering av industriprosesser	Umodent/delvis modent	Varierende TRL (FoU-prosjekter)
I07 Konvertering fra fossil fyring i industrien	Umodent/delvis modent/modent	
I08 Andre tiltak fra eksisterende industriprosesser	Delvis modent	
I09 Erstatte kullkraft med fornybar energi i Longyearbyen	Umodent/delvis modent	Avhenger av løsning som velges

Før vi går inn på hvert enkelt tiltak gir vi en felles vurdering av karbonfangst og -lagring som er relevant for tiltak I01, I02, og I03.

Teknologimodenhet CCS

For å se nærmere på TRL-nivå til ulike deler av CCS-verdikjeden er det nyttig å bryte den ned i fangst, transport og lagring.

Fangst: Det finnes mange ulike teknologier for å fange CO₂ på ulike TRL-nivåer. Global CCS Institute (2021) har sammenstilt en oversikt over TRL-nivå for 25 ulike fangstteknologier. En oppsummering av dette er vist i Figur 6.



Figur 6: TRL-nivå av 25 ulike fangstteknologier, gruppert etter type teknologi. Basert på oversikt fra Global CCS Institute (2021)

Kjemisk absorpsjon trekkes fram som den teknologien som har kommet lengst. Kjemisk absorpsjon har, som alle andre fangstmetoder, fordeler og ulemper, som vist i Tabell 4. En strategi for å minimere ulempen ved denne og andre fangstteknologier kan være å heve TRL-nivåer ved å kombinere ulike teknologier, for å redusere ulemper og utnytte fordeler (Dziejarski, Krzyżyńska, & Andersson, 2023).

Tabell 4: Fordeler og ulemper ved fangst av CO₂ ved kjemisk absorpsjon.

Fordeler	Ulemper
Mest modne fangstteknologi	Avgass på renses (vann, SO _x , NO _x)
Enkelhet og mulighet til bruk med lave konsentrasjoner av CO ₂	Korrosiv påkjenning på prosessutstyr
Egnet for bygging på eksisterende industrianlegg	Høyt energibehov for å regenerere løsemiddelet
Høy absorpsjons-kapasitet	Toksisitet og tap av løsemiddel
CO ₂ - renhet >99%	Behov for stort absorbent-volum
	Miljøpåvirkning fra degradering av løsemiddel

Ulike teknologier for fangst kan være egnet for fangst på ulike punktkilder av CO₂. Konsentrasjon av CO₂, innhold av urenheter, og tilgang på prosessvarme er noen av faktorene som kan være med på å påvirke valg av fangstteknologi. Dziejarski et al. (2023) viser at TRL-nivået til ulike fangstteknologier er på ulike TRL-nivåer avhengig av hvilken sektor teknologien brukes i. Eksempelvis er kjemisk absorpsjon på TRL på 5-6 for bruk på masovn i primærstålproduksjon, mens den er på TRL 8-9 for direkte reduksjon av jern. For sement-sektoren kategoriseres den samme type teknologien til TRL7-8 (Dziejarski et al., 2023).

Transport: Transport av store volum CO₂ skjer ikke i gassform. Ved å justere trykk og temperatur kan gassen omgjøres til flytende eller superkritisk fase, som er egnet for transport. Transport av store volum over lengre avstander kan gjøres gjennom rør (på land eller undersjøiske) samt ved bruk av skip. Teknologiske løsninger for rør og skip er

på TRL9 (Dziejarski et al., 2023). Teknologi for transport på lastebil eller tog over lengre landbaserte avstander er også tilgjengelig på TRL9.

Lagring: I følge Global CCS Institute (2021) er det tre typer geologisk lagring som er teknologisk modne. Lagring gjennom injisering av CO₂ for økt oljeutvinning, lagring i saline akviferer eller i utarmede hydrokarbonformasjoner. Saline akviferer offshore har til nå vært den foretrukne løsningen for lagring i Norge (Gassnova, 2023), og er på TRL 9 (Dziejarski et al., 2023).

Totalt: Isolert sett er både fangst, transport og lagring på TRL9. Det er derfor mulig å sette sammen en verdikjede med TRL 9, men dette kan avhenge av sektor.

I01 Karbonfangst og lagring (CCS) på avfallsforbrenningsanlegg

CCS på avfallsforbrenningsanlegg vil kunne kutte store utslipp i kategorien energiforsyning i utslippsregnskapet. Miljødirektoratet har angitt TRL-nivå 9 og noe grad av teknologisk umodenhet for tiltak I01. De spesifiserer at post-combustion CCS er på TRL9, men at det fortsatt er mulig å utvikle teknologien til komponenter i systemet samt ta i bruk andre fangstteknologier (som kan ha et lavere TRL-nivå). Et foreslått virkemiddel for å adressere denne barrieren er støtte til teknologiutvikling av teknologisk umodne konsepter. Kjemisk absorpsjon (med amin-løsemiddel) er løsningen som er valgt for CO₂-fangst på avfallsforbrenningsanlegget på Klemetsrud.

Miljødirektoratet har forutsatt at tiltaket innføres på halvparten av avfallsforbrenningsanleggene i Norge innen 2035. Teknologien beskrives som markedsmessig umoden. Det er forventet betydelig læring fra fullskala-anlegget som skal bygges på avfallsforbrenningsanlegget på Klemetsrud, som vil være verdens første fullskala CCS-anlegg for avfallsforbrenning. CICERO vurderer at karbonfangst på avfallsforbrenningsanlegg kan innplasseres på CRI-nivå 2: Kommersiell testing, gitt at investeringsbeslutning er tatt for det første anlegget på Klemetsrud, med offentlig støtte fra staten og Oslo kommune, i tillegg til Hafslund Celsios egenfinansiering (Oslo Economics & Systra, 2024).

I02 Karbonfangst og lagring (CCS) på industrianlegg

CCS trekkes fram som et viktig tiltak for å kutte utslipp fra eksisterende industri fram mot 2035, og for mange eksisterende anlegg den eneste løsningen. Miljødirektoratet har angitt TRL-nivå 9 og noe grad av teknologisk umodenhet for tiltak I02, men det trekkes ikke fram blant de viktigste barrierene. De spesifiserer at post-combustion CCS er på TRL9, men at det fortsatt er mulig å utvikle teknologien til komponenter i systemet samt ta i bruk andre fangstteknologier (som kan ha et lavere TRL-nivå). Et foreslått virkemiddel for å adressere denne barrieren er støtte til teknologiutvikling av teknologisk umodne konsepter.

Tiltak I02 innebærer fangst av CO₂ i mange ulike sektorer. Dette inkluderer produksjon av aluminium, silisiumprodukter, manganlegeringer, sement og kalk, foredlede treprodukter, petrokjemiske produkter og raffinerte oljeprodukter. Tiltaket inkluderer ikke CCS ved mineralgjødselanlegg, men dette kan være et alternativ til elektrifisering (grønn ammoniakk). I sektoren sement og kalk er karbonfangstanlegget på Norcem tatt inn i referansebanen og derfor ikke en del av potensialet for tiltakseffekt i 2035, som vist i Tabell 5.

Tabell 5: Oversikt over tiltakseffekt i ulike industrier, samt forutsetning og Miljødirektoratets omtale av teknologimodenhet.

Industri	Potensial i 2035 (mill. tonn CO ₂ /år)	Forutsetning	Miljødirektoratets omtale av teknologimodenhet og tekniske barrierer
Aluminium	0,6	Demonstrasjons-anlegg	Teknologisk usikkerhet. Markedsmessig umoden teknologi.
Silisiumprodukter	1,2	Fangst på 3 anlegg	Markedsmessig umoden teknologi.
Manganlegeringer	0,4	Fangst på 2 anlegg	Teknologisk usikkerhet. FoU-behov for å optimalisere løsninger for denne typen smelteverk.
Sement og kalk	0,1	Delvis fangst på to anlegg for kalk	Teknologisk usikkerhet. Markedsmessig umoden teknologi.
Treforedling	0,2	2 anlegg (norske skog)	Markedsmessig umoden teknologi.
Mineralgjødning	0	Overgang til grønn ammoniakk ligger inne i tiltaket, men CCS kan være et alternativ.	Ikke vurdert.
Petrokjemisk industri	0,2	Fangst på ett anlegg	Markedsmessig umoden teknologi.
Oljeraffinering	0,8	Erstatte fossil fyring med blått hydrogen.	Teknisk krevende.

Fangstgrad kan variere mellom ulike typer anlegg og er basert på hva som blir ansett som realistisk i spesifikke prosjekter. 90% fangstgrad er et normalt nivå i anslagene, men dette kan endres etter hvert som prosjektene modnes. For manganlegeringer er det for eksempel lagt til grunn en fangstgrad på 75%.

Miljødirektoratet understreker at potensialet på 190 000 tonn fra petrokjemisk industri i 2035 er usikkert, og at implementering innen 2040 kan være mer realistisk.

Miljødirektoratet har brukt begrepet *teknologisk usikkerhet* i omtale av CCS brukt i industrisektorene aluminium, manganlegeringer samt sement og kalk. For aluminium innebærer dette industrielle piloter og demonstrasjonsanlegg for denne sektoren. For de to andre sektorene, mangan samt sement og kalk, er det planlagt pilotprosjekter som tar i bruk annen fangst-teknologi enn kjemisk absorpsjon. Vi har derfor valgt å plassere alle disse industrisektorene under teknologisk umoden, ettersom alle krever pilotering av fangstteknologi. CCS for oljeraffinering omtales som teknisk krevende, men selve fangstteknologien anses å være teknologisk moden.

CCS på industrianlegg i Norge er markedsmessig umodent. Det første anlegget ved Heidelberg er forventet å åpne i løpet av 2025. For de andre industriene er det ikke tatt noen investeringsbeslutninger. Verdens første CO₂-lager av sitt slag, Northern Lights, er klart til å ta imot CO₂ fra industrikunder i Norge, Danmark og Nederland. Neste fase av prosjektet vil være å utvide lagringskapasiteten på et kommersielt grunnlag, men det er ikke tatt noen investeringsbeslutning for dette (Dagens Næringsliv, 2024). Basert på dette vurderer CICERO at CRI for fangst er på nivå 1-2, avhengig av sektor, mens transport og lagring er på nivå 2.

103 Karbonfangst og lagring av CO₂ fra omgivelsesluft (DACCS)

Fangst og lagring av CO₂ fra omgivelsesluft (DACCS) er en teknologi som kan bidra til industriell karbonfjerning. Tiltaket omtales som et teknologisk og markedsmessig

umodent tiltak som kan ha et bidrag til å redusere utslipp i Norge mot 2035. Eventuelle fullskala anlegg i denne perioden vil være å regne som teknologiutviklingsprosjekter. Tiltakseffekten Miljødirektoratet har lagt til grunn fram mot 2035 avhenger av at to av forprosjektene som er finansiert av ENOVA implementeres i fullskala.

Det finnes ulike teknologier for fangst fra omgivelsesluft. Flere av disse er konsepter som er vurdert lokalisert i Norge. TRL-nivå på DACCS er avhengig av teknologi. Flere ulike konsepter som faller innenfor hovedkategoriene DAC med flytende løsemiddel (liquid-solvent DAC) og DAC med en fast adsorbent (solid particle adsorption), er på TRL 7-9 (Bisotti et al., 2022). Rapporten fra Bisotti et al. (2022) går også inn på alternative teknologier på et lavere TRL-nivå. Ifølge arbeidet fra Dziejarski et al. (2023) er DAC på TRL7. CICERO vurderer at DACCS i Norge plasseres på CRI-nivå 1 da det kun er hypotetiske storskala-prosjekter som er i teknologiutviklingsløp på lavere TRL-nivå.

I04 Økt bruk av biomasse i industriprosesser

Dette tiltaket innebærer å erstatte fossile energikilder og reduksjonsmidler med ulike typer biomasse. Teknologisk umodenhet er blant de viktigste barrierene for enkelte løsninger under dette tiltaket. Det viktigste deltiltaket er økt bruk av biokarbone som erstatning for fossilt kull i smelteverk. Det er lagt til grunn en økning i bruk av biokarbone fra 20 til 50% biokarbone ved produksjon av silisiumlegeringer, og en økning fra 0 til 20% ved produksjon av manganlegeringer. I tillegg er det potensial for økt bruk av biomasse som innblanding av anoder for aluminiumsproduksjon, samt økt bruk av biomasse i produksjon av sement og kalk, treforedling og oljeraffinering.

Det er potensial for utvikling av ulike komponenter knyttet til teknologiene. Utvikling innen pyrolyseanlegg, bruk av ulike typer biogent råstoff, utnyttelse av biprodukter, energieffektivisering og integrasjon med karbongfangstløsninger trekkes fram som forbedringsområder. Bruk av biokarbone i anoder er umoden teknologi.

Tabell 6: Deltiltak i tiltak I04 Økt bruk av biomasse i industriprosesser.

Deltiltak	Potensial i 2035 (mill. tonn CO₂/år)	
Biokarbone i silisiumproduksjon	850	Markedsmessig umoden teknologi
Biokarbone i manganproduksjon	450	Teknologisk umoden
Biobaserte anoder. Aluminium.	180	Teknologisk umoden
Sement og kalk	12	
Treforedling	38	
Oljeraffinering	70	

Vi har ikke grunnlag for å tallfeste CRI-nivå for dette tiltaket.

I05 Overgang til bruk av grønt hydrogen i industriprosesser

Dette tiltaket omfatter bruk av grønt hydrogen til bruk til en rekke formål i industriprosesser som energi, råstoff i kjemisk industri og reduksjonsmiddel i metallurgisk industri. Teknologiske barrierer trekkes fram blant de viktigste barrierene.

Alkalisk elektrolyse kategoriseres på TRL-nivå 9, tross potensial for teknologiutvikling på ulike komponenter i systemet og teknologiske usikkerheter i oppskalering. Alternative elektrolyse-teknologier kan spille en rolle, men vil også ha ulik grad av teknologiske barrierer.

Sektorene som omfattes av tiltaket fram mot 2035 er *annen metallurgisk industri* (ved Celsa Armeringsstål og INEOS Tyssedal) og *petrokjemisk industri* (ved INEOS Rafnes, INOVYN Rafnes og Tjeldbergodden metanolfabrikk). Det er verdt å merke seg at tiltakseffekt fra omlegging til grønt hydrogen i fremstillingen av mineralgjødning har falt ut av listen etter at Yara satt planene for storskala bruk av grønt hydrogen på Herøya på vent. Yaras pilotanlegg på 24 MW ble imidlertid satt i drift i 2024 (NRK, 2024).

Tabell 7: Deltiltak i tiltak I05 Overgang til bruk av grønt hydrogen i industriprosesser.

Industri	Potensial i 2035 (mill. tonn CO ₂ /år)	Kommentar teknologi
Annen metallurgisk (armeringsstål)	0-60*	Markedsmessig umoden teknologi * usikkert om dette ligger under I05 eller I07 i analysen for 2025.
Annen metallurgisk (jern og titanoksid)	240	Teknologisk usikkerhet
Petrokjemisk (samlet)	280	Ikke kommentert av Miljødirektoratet, men markedsmessig umoden teknologi gjelder her også
Mineralgjødning	0 (tidligere 901,5)	
Annet	40-100	Ukjente tiltak.

Bruk av grønt hydrogen i industri er markedsmessig umodent. Det finnes ikke kommersiell storskala bruk av grønt hydrogen i norsk industri i dag. Grønt hydrogen til bruk i industri vurderes derfor til CRI-nivå 1.

I06 Direkte og indirekte elektrifisering av industriprosesser

Dette tiltaket omfatter direkte og indirekte elektrifisering av industriprosesser som ikke dekkes av tiltak I05. Teknologiske barrierer trekkes fram blant de viktigste barrierene. Alle deltiltakene er FoU/innovasjonsprosjekter, hvor tiltakseffekten i 2035 avhenger av at flere av de inkluderte prosjektene gjennomføres som kommersielle demonstrasjonsanlegg. Dette innebærer også en rekke teknologiske barrierer underveis i prosjektene og utfordringer knyttet til oppskalering av teknologiene. Det er usikkert om demonstrasjonsanleggene vil redusere utslipp sammenlignet med referansebanen eller om de vil føre til økt aktivitetsnivå.

Teknologier som inerte anoder og kloridelektrolyse krever i praksis svært store ombygginger eller helt nye verk. Aluminiumsindustrien er inne på flere omfattende teknologiutviklingsløp, men har oppgitt at det vil være krevende å implementere denne typen teknologier i stor skala innen 2035-2040 (Miljødirektoratet, 2024d). Inerte anoder: Dersom tiltaket gjennomføres innen 2035 vil det være et av verdens første anlegg med inerte anoder og å regne som et teknologidemonstrasjonsprosjekt.

Kloridelektrolyse: Et demonstrasjonsanlegg som produserer 50 000 tonn aluminium har en besparelse på 80 000 tonn CO₂. Dersom et eventuelt demonstrasjonsanlegg kommer i tillegg til, i motsetning til erstatning for nåværende produksjon, vil tiltakseffekten være 0. Miljødirektoratet har antatt 0 i tiltakseffekt.

Elektrisk Cracking: INOVYN Rafnes har fått støtte av EU Innovation Fund for å demonstrere verdens første cracker for VCM-produksjon (vinyl-klor-monomer) i industriell skala (prosjektnavn Electra). Dette prosjektet har potensial til å kutte 20 tusen

tonn CO₂ per år. Ifølge Miljødirektoratet jobber INEOS Rafnes ikke med elektrifisering av crackere.

Tabell 8: Deltiltak i tiltak I06 Direkte og indirekte elektrifisering av industriprosesser.

Deltiltak	Potensial i 2035 (mill. tonn CO ₂ /år)	Kommentar teknologi
Aluminium: Inerte anoder	140	TRL 7
Aluminium: Kloridelektrolyse	0 (80)	Mål å bygge industriell pilot innen 2030
Petrokjemisk: Elektriske crackere	20	INOVYN Rafnes har prosjekt. INEOS Rafnes har ikke prosjekter.
Andre tiltak/ukjent	100	
SUM	259	

CRI er ikke relevant ettersom disse teknologiene er på lavere TRL-nivåer.

I07 Konvertering fra fossil fyring i industrien

Dette tiltaket omfatter både utslippskilder som er en del av EU ETS og andre kilder som er en del av innsatsfordelingen (ESR). Miljødirektoratet har angitt at tiltaket inneholder enkelte løsninger som har teknologisk umodenhet, men uten å spesifisere TRL-nivå.

For utslippene som er omfattet av ESR, skilles det mellom direkte og indirekte fyring. Direkte fyring betyr at flammen er i direkte kontakt med produktet som produseres, mens ved indirekte fyring overføres varmen til et varmemedium (for eksempel i en kjel, eller tørke). Tiltaket inkluderer et forbud mot bruk av fossile brenslers under indirekte fyring. Miljødirektoratet har antatt at indirekte fyring står for to tredjedeler av den stasjonære forbrenningen og at dette kan reduseres med 95%. I en alternativ variant av tiltaket, hvor også direkte fyring av dekkes av forbudet, kan utslippene reduseres med ytterligere 140 000 tonn CO₂.

Delene av tiltaket under EU ETS kan deles i tre:

- 1) konvertering fra forbrenning av naturgass og LPG i aluminiumsindustrien. Gassen brukes i drift av støperier, produksjon av anoder. Miljødirektoratet skriver at disse prosessene kan elektrifiseres og utføres med induksjon. Utslippsreduksjonspotensial i 2035: 130 000 tonn.
- 2) Konvertering fra bruk av primært CO-rik brenngass til bruk av hydrogen ved Celsa sin stålproduksjon. Utslippsreduksjonspotensiale i 2035: 60 000 tonn CO₂
- 3) Elektrifiseringstiltak i lignintørkeprosessen og en multibrenslerskjel hos Borregård. Utslippsreduksjonspotensiale i 2035: 65 000 tonn CO₂.

Aluminium: Utslipp fra stasjonær forbrenning i aluminiumsindustrien kan reduseres ved å legge om til induksjon i støperiene, samt bruk av hydrogen eller biogass i anodeproduksjon og andre formål (Miljødirektoratet, 2024d). Markedet for biogass er umodent, mens bruk av hydrogen og induksjon er på innovasjonsprosjekt-stadiet, altså teknologisk umodent (Forskningsrådet, 2019).

For de andre tiltakene (Celsa og Borregaard) trekkes ikke teknologiske barrierer frem blant de viktigste.

I08 Andre tiltak fra eksisterende industriprosesser

Dette tiltaket innebærer reduksjon av utslipp knyttet til to typer utslippskilder. Teknologiske barrierer trekkes fram blant de viktigste barrierene for dette tiltaket.

Den første er utslipp av lystgass (N₂O) fra mineralgjødselsproduksjon. Dette utslippet er ikke kvotepliktig i dag. Lystgassutslippene er planlagt redusert gjennom et renseanlegg som ble installert hos Yara Porsgrunn i 2017, men som foreløpig ikke har vært i full drift. Den beregnede tiltakseffekten er avhengig av råstoffet som brukes (fosfatblanding). Miljødirektoratet trekker fram tekniske utfordringer knyttet til ny renseteknologi.

Den andre type kilden er perfluorkarboner (PFK) fra aluminiumsproduksjon. PFK-utslipp har blitt kraftig redusert de senere årene grunnet oppgradering av utstyr som gir driftsforbedringer. Tiltakseffekten fram mot 2035 legger til grunn at den beste tilgjengelige teknologien innføres på alle verkene. Det kan være tekniske barrierer knyttet til enkelte verk, men teknologien i seg selv er ikke umoden.

109 Energiomstilling i Longyearbyen

Tiltaket innebærer en omstilling fra bruk av diesel til lokal kraftproduksjon til utslippsfrie alternativer. Hvorvidt teknologisk umodenhet er en barriere avhenger av hvilke energikilder som velges. Det finnes modne teknologier, men andre hensyn vil påvirke valg av energiløsning. Teknologisk umodenhet trekkes ikke fram blant de viktigste barrierene.

2.4.2 Landtransport, maskiner og luftfart

Utslippene som omtales her kommer fra landtransport, det vil si veitrafikk og jernbane, ulike typer ikke-veigående kjøretøy og maskiner, for eksempel traktorer, anleggsmaskiner mv., og fra luftfarten. Tabell 9 viser tiltakene i transportsektoren med vurdering av hvilke tiltak som har teknologisk umodenhet som barriere.

Tabell 9: Tiltak innenfor landtransport, maskiner og luftfart. Tiltak som ikke er teknologitiltak, er kategorisert som «modent».

Tiltak	Kategori for teknologisk modenhet	Kommentar
T01 Transporteffektiv arealplanlegging	Modent	
T02 Økt bruk av hjemmekontor	Modent	
T03 Økt bruk av digitale møter	Modent	
T04 Transportmiddelskifte fra bil til gange og sykkel	Modent	
T05 Transportmiddelskifte fra bil til kollektivtransport på korte reiser	Modent	
T06 Transportmiddelskifte fra bil til kollektivtransport på lange reiser	Modent	
T07 Økt samkjøring og bildeling	Modent	
T08 Transportmiddelskifte fra fly til jernbane	Modent	
T09 Redusert fartsgrense på motorveier	Modent	
T10 100 % av nye personbiler er elektriske i 2025	Modent	

Tiltak	Kategori for teknologisk modenhet	Kommentar
T11 100 % av nye bybusser er elektriske i 2025	Modent	
T12 Elektrifisering av langdistansebusser	Delvis modent	Dårlig rekkevidde for eksisterende modeller er omtalt som én av mange barrierer, men er ikke trukket fram blant de viktigste barrierene.
T13 Elektrifisering av motorsykler, mopeder og snøscootere	Umodent	Teknologisk umodenhet omtales som en av de viktigste barrierene. Dette i form av manglende tilgjengelighet på elektriske modeller. Dårlig rekkevidde og treg lading for eksisterende modeller.
T14 Nullutslippsløsninger for jernbane	Umodent	Teknologi omtales som en av de viktigste barrierene. Dette fordi batterielektrisk fremdrift for jernbane er en ny teknologi, men begrensede erfaringer fra bruk.
T15 Hybride eller helelektriske fly på kortbanenettet	Umodent	Umoden og usikker teknologi omtales som en av de viktigste barrierene.
T16 Avansert biodrivstoff og syntetisk drivstoff i luftfart	Umodent	At syntetisk drivstoff er umoden teknologi omtales som en av de viktigste barrierene. Dette påvirker kun deler av tiltaket.
T17 Økt kapasitetsutnyttelse i varetransport	Modent	
T18 Økte godsandeler på bane	Modent	
T19 Økte godsandeler på sjø	Modent	
T20 Tyngre og lengre vogntog	Modent	
T21 Økokjøring for lastebiler	Modent	
T22 100 % av nye varebiler er elektriske i 2027	Delvis modent	Som én av mange barrierer er det omtalt at mangel på tilgang på nullutslippsmodeller <u>kan</u> være en barriere for noen aktører i dag, men dette er ikke trukket fram blant de viktigste barrierene.
T23 100 % av nye lastebiler bruker nullutslippsteknologi eller biogass i 2030	Delvis modent	Som én av mange barrierer er det omtalt at mangel på tilgang på nullutslippsmodeller <u>kan</u> være en barriere for noen aktører i dag, men dette er ikke trukket fram blant de viktigste barrierene.
T24 Bedre logistikk- og effektivisering i bygge- og anleggsprosjekter	Modent	
T25 Alle nye maskiner på bygge- og anleggsplasser er nullutslipp i 2030	Umodent	Begrenset tilgang på store utslippsfrie maskiner omtales som en av de viktigste barrierene for tiltaket.
T26 Overgang til nullutslippsmaskiner i jordbruket	Umodent	Manglende tilgjengelighet av nullutslippsløsninger til de tyngste oppgavene i jordbruket omtales som en av de viktigste barrierene.
T27 Innfasing av nullutslippsmaskiner i andre næringer	Umodent	Begrenset tilgang på nullutslippsmaskiner for flere segmenter omtales som en av de viktigste barrierene for tiltaket.

T12 Elektrifisering av langdistansebusser

Tiltaket innebærer å øke salget av nye nullutslippsbusser raskere enn NTP-målet, og legger til grunn at 100 prosent av nye langdistansebusser skal være nullutslipp (elektrisk og/eller biogass) i 2030. Dette forutsetter en årlig økning av nullutslipp i nysalg på 7 prosent. I 2021 var andelen nullutslipp i nysalg på 3 prosent. NTP-målet sier til sammenlikning at 75 prosent av nye langdistansebusser skal være nullutslipp i 2030. Miljødirektoratet omtaler at rekkevidden for elektriske langdistansebusser fortsatt er en barriere sammenliknet med for fossile langdistansebusser, men forventer at rekkevidden vil øke i årene framover.

T13 Elektrifisering av motorsykler, mopeder og snøscootere

Tiltaket innebærer at alle nye mopeder er nullutslipp i 2028. For motorsykler og snøscootere er det lagt til grunn at alle nye kjøretøy er nullutslipp i 2035. I 2023 var andelen nullutslipp i nysalg av mopeder på 32 prosent. Teknologisk umodenhet omtales som en av de viktigste barrierene for dette tiltaket. Dette i form av manglende tilgjengelighet på elektriske modeller, og lav rekkevidde og tidkrevende lading for de modellene som allerede er på markedet. Det er per i dag et større utvalg elektriske modeller for mopeder, enn for motorsykler og snøscootere, og innfasinger er derav forventet å gå raskest i mopedsegmentet, og saktere for motorsykler og snøscootere.

T14 Nullutslippsløsninger for jernbane

Tiltaket innebærer at Nordlandsbanen går over til nullutslipp i 2035, ved å innføre batteridrift med del-elektrifisering. Dette innebærer en kombinasjon av kjent teknologi med kontaktledning (strømledning over togene) på enkelte delstrekninger, i tillegg til ny teknologi med batterielektrisk framdrift på øvrige delstrekninger. Tiltaket er basert på tidligere utredninger og KVV Green fra Jernbanedirektoratet. Batteriteknologi på jernbane er en ny teknologi, med begrensede erfaringer fra bruk, og teknologisk umodenhet omtales i den forbindelse som en barriere. Det er antatt at teknologien kommer tidsnok for innfasingen som er lagt til grunn.

T15 Hybride eller helelektriske fly på kortbanenettet

Tiltaket innebærer en gradvis innfasing av hybride eller helelektriske fly på kortbanenettet mot 2035. Umoden og usikker teknologi omtales som en av de viktigste barrierene og det er stor usikkerhet i innfasingen i tiltaket. Det er lagt til grunn at fly med mer enn 19 seter som går på batteri eller hydrogen med brenselcelle (eller i kombinasjon med forbrenningsmotor som hybrid) kommer på markedet nærmere 2035. De første flyene er antatt innfaset fra 2033, og med full innfasing fra 2035.

T16 Avansert biodrivstoff og syntetisk drivstoff i luftfart

Tiltaket bygger på kommende EU-forordning ReFuelEU Aviation og innebærer at omsetningskravet for avansert biodrivstoff og syntetisk drivstoff økes til 2 prosent i 2026, til 6 prosent i 2030 og til 20 prosent i 2035. At syntetisk drivstoff er umoden teknologi omtales som en av de viktigste barrierene. I EU-forordningen ([Regulation - EU - 2023/2405 - EN - EUR-Lex](#)) er det spesifiserte delkrav for syntetisk drivstoff år for år, og for 2035 er delkravet på minimum 5 prosent syntetisk drivstoff. På bakgrunn av dette gjør vi en antagelse om at ¼ av tiltakseffekten i 2035 kan tilskrives umoden teknologi.

T22 100 % av nye varebiler er elektriske i 2027

Tiltaket legger til grunn at alle nye varebiler skal være nullutslipp i 2027. Dette innebærer å øke salget av nye elektriske lette varebiler noe senere enn NTP-målet, og nye elektriske tunge varebiler noe raskere enn NTP-målet. Dagens tilbud av elektriske varebiler antas å dekke de fleste bruksområder. Samtidig er det omtalt

at manglende egenskaper ved dagens el-varebiler kan være en barriere for noen aktører.

T23 100 % av nye lastebiler bruker nullutslippsteknologi eller biogass i 2030

Tiltaket innebærer å øke salget av nye nullutslippslastebiler (elektrisk, hydrogen og/eller biogass) i tråd med NTP-målet, og legger til grunn at alle nye lastebiler skal være nullutslipp i 2030. Tilbudet av elektriske lastebiler har økt de siste årene, og utviklingen er forventet å fortsette. Samtidig er det omtalt at manglende tilgang på nullutslippsmodeller med tilstrekkelig rekkevidde, ladehastighet eller andre ønskede egenskaper ved elektriske kjøretøy kan være en barriere for noen aktører.

T25 Alle nye maskiner på bygge- og anleggsplasser er nullutslipp i 2030

Tiltaket innebærer at alt nysalg av maskiner som brukes på bygge- og anleggsplasser er nullutslippsmaskiner i 2030. Begrenset tilgang på store utslippsfrie maskiner omtales som en av de viktigste barrierene for tiltaket. Det finnes ingen fullstendig statistikk over maskiner i Norge, eller av hvor stor andel av maskinene som brukes i bygge- og anleggsnæringen. Usikkerheten for dette tiltaket er derav betydelig.

T26 Overgang til nullutslippsmaskiner i jordbruket

Tiltaket innebærer en overgang fra dieseldrevne til elektriske maskiner i jordbruket, hvor elektrifiseringen reduserer utslippene med 9 prosent i 2030 og 20 prosent i 2035. Traktorer antas å stå for mesteparten av utslippene, men det brukes også andre maskiner og redskaper, som skurtreskere og mindre hjullastere. Manglende tilgjengelighet av nullutslippsløsninger til de tyngste oppgavene i jordbruket omtales som en av de viktigste barrierene for tiltaket. Det forventes at flere og større modeller av elektriske traktorer vil bli tilgjengelig etter hvert, men det er svært usikkert hvor raskt dette vil skje. Usikkerheten kan her slå begge veier (både tregere og raskere innfasing enn det som er forutsatt i tiltaket).

T27 Innfasing av nullutslippsmaskiner i andre næringer

Tiltaket innebærer at andel nullutslipp av nysalg er 58 prosent i 2030 og 95 prosent i 2035, for øvrige ikke-veigående maskiner. Dette omfatter maskiner i industri og bergverk, varehandel, skogbruk, renovasjon, havner, flyplasser og vedlikehold på jernbane, men ikke maskiner i bygg og anlegg eller i jordbruket. Begrenset tilgang på nullutslippsmaskiner for flere segmenter omtales som en av de viktigste barrierene for tiltaket. Maskintyper som inngår i tiltaket kan være gravemaskiner, hjullastere, gaffeltrucker, kraner og aggregater, men det er store kunnskapshull knyttet til hvilke maskiner og hvilke næringer som faktisk står for aktiviteten og utslippene. Usikkerheten for dette tiltaket er derav betydelig.

2.4.3 Sjøfart, fiske og havbruk

Utslippene som omtales her kommer fra innenriks sjøfart, fiske og fritidsbåter, og fra akvakulturanlegg. Tabell 10 viser alle tiltakene i Miljødirektoratets tiltaksanalyser, og for hvilke tiltak direktoratet har omtalt teknologisk umodenhet som en barriere.

Tabell 10: Tiltak innenfor sjøfart, fiske og havbruk.

Tiltak	Kategori for teknologisk modenhet	Kommentar
S01 Nullutslippsløsninger i offentlig passasjertransport på sjø	Modent/delvis modent/umodent	Umoden hydrogenteknologi trukket fram av Miljødirektoratet som en av de viktigste barrierene
S02 Landstrøm og batterielektrifisering	Modent	
S03 Overgang til hydrogenbaserte drivstoff i sjøfarten	Umodent	
S04 Overgang til biogass i sjøfarten	Modent	

Tiltak S01 består i å gå over til nullutslippsløsninger (elektrifisering eller hydrogendrift) på passasjerfartøy som brukes i kontrakter med offentlige oppdragsgiver, det vil si ferger, hurtigbåter og Kystruten Bergen-Kirkenes. For ferger anser Miljødirektoratet batterielektrisk drift som moden teknologi, mens det gjenstår teknologiutvikling for å sikre nullutslipp på alle hurtigbåtsamband. Det er særlig utvikling av løsninger for energioverføring/lading som gjenstår, men det har vært rask utvikling på dette området de siste årene. For noen samband kan hydrogendrift være aktuelt. Miljødirektoratet oppgir at hydrogendrift ikke er utprøvd for hurtigbåter. Miljødirektoratet oppgir umoden hydrogenteknologi som en av de viktigste barrierene mot gjennomføring av tiltaket. Vi har kategorisert nullutslippsløsninger for ferger som moden teknologi, for hurtigbåter som umoden teknologi, og for Kystruten som delvis moden teknologi. Utslippseffekten er fordelt på de tre kategoriene på grunnlag av informasjon om de ulike segmentene i Klimatiltak i Norge 2024 (Miljødirektoratet, 2024c).

Tiltak S03 omfatter bruk av hydrogen, ammoniakk og e-metanol som drivstoff til skip. Miljødirektoratet oppgir at noen hydrogenfartøy er i drift og ammoniakkfartøy er utprøvd på pilotstadiet, men at det tar tid å modne ny teknologi. Metanoldrift er mer teknisk modent. Innfasingen av ny teknologi avhenger også av utskiftingstakten for fartøy (hvor stor del av flåten som skiftes ut hvert år), og for enkelte typer fartøy har Miljødirektoratet lagt til grunn høyere utskiftingstakt framover.

Når det gjelder tiltak S04, er det en barriere at det per i dag ikke er tilstrekkelige mengder biogass tilgjengelig. Usikre markeder er en barriere mot å øke produksjonen. Her er det altså en form for umodne markeder, men dette er ikke først og fremst knyttet til teknologien, og umodenheten er dermed av en litt annen karakter enn den formen for markedsmessig umodenhet som er omtalt for enkelte av industriltakene. Vi har derfor valgt å kategorisere biogass som moden teknologi.

2.4.4 Petroleum

Utslippene i petroleumssektoren kommer hovedsakelig fra energiproduksjon på innretninger både offshore og på land. I tillegg er det utslipp av metan og CO₂ omdannet fra nmVOC fra kaldventilering og diffuse utslipp og fordamping ved lasting og lagring av petroleumsprodukter. Tabell 11 viser alle tiltakene i petroleumssektoren i Miljødirektoratets tiltaksanalyser, og for hvilke tiltak direktoratet har omtalt teknologisk umodenhet som en barriere.

Tabell 11: Tiltak i petroleumssektoren

Tiltak	Kategori for teknologisk modenhet	Kommentar
P01 Elektrifisering i petroleumssektoren	Modent	
P02 Kraft fra flytende gasskraftverk med CCS	Delvis modent	Kjent teknologi, men løsningen i sin helhet har ikke blitt gjennomført offshore før.
P03 Økt gjenvinning av metan og NMVOC ved råoljelasting offshore	Modent	
P04 Reduksjon av metan og NMVOC fra kaldventilering offshore	Modent	
P05 Reduksjon av utslipp av metan og NMVOC fra petroleumsanlegg på land	Modent	

Tiltak P02 består i å ta i bruk en egen innretning med gasskraftverk med karbonfangst og lagring på eksisterende petroleumsinnretninger. Tiltaket er et alternativ til å elektrifisere petroleumsinstallasjoner med kraft fra land (jf. tiltak P01). Elektrifisering gjennom gasskraft med CCS er imidlertid dyrere enn kraft fra land, og operatørene ser, ifølge Miljødirektoratet, ikke på dette som et alternativ for felt som er i drift i dag. Miljødirektoratet oppgir at alle deler av tiltaket er basert på kjent og tilgjengelig teknologi, men at løsningen i sin helhet ikke har blitt gjennomført offshore før. Miljødirektoratet har ikke beregnet noen utslippseffekt av tiltaket fordi tiltaket overlapper med tiltak P01.

Oppsummert er potensialet for utslippsreduksjoner i petroleumssektoren, som beregnet av Miljødirektoratet, ikke eller i liten grad avhengig av umoden teknologi.

2.4.5 Jordbruk

Tabell 12 viser alle tiltakene i jordbrukssektoren, og hvilke som har teknologisk umodenhet som barriere.

Tabell 12: Tiltak innenfor jordbruk. Kategorien «modent» inkluderer tiltak som ikke er teknologitiltak.

Tiltak	Kategori for teknologisk modenhet	Kommentar
J01 Forbruk i tråd med nasjonale kostråd	Modent	
J02 Redusert matsvinn	Modent	
J03 Husdyrgjødsel til biogass	Delvis modent	Lavt biogassutbytte på gårdsanlegg og teknologisk umodenhet for industrielle anlegg er omtalt som én av mange barrierer, men er ikke trukket fram blant de viktigste barrierene.
J04-1 Dekke på gjødsellager svin	Modent	
J04-2 Miljøvennlig spredning	Modent	
J04-3 Bedre spredetidspunkt og lagerkapasitet	Modent	
J05 Stans i nydyrking av myr	Modent	

Tiltak	Kategori for teknologisk modenhet	Kommentar
J06 Fangvekster	Delvis modent	Det mangler sorter av fangvekster tilpasset områder med kortere vekstsesong, men dette er ikke trukket fram blant de viktigste barrierene.
J09 Metanhemmere i før til melkeku	Modent	
J12 Restaurering av organisk jordbruksjord	Modent	
J13 Økt beiting for storfe	Modent	

J03 Husdyrgjødsel til biogass

Tiltaket innebærer at 30 prosent av all husdyrgjødsel blir brukt til biogassproduksjon i 2035, hvor 6 prosent behandles på gårdsanlegg og 24 prosent behandles i industrianlegg. I 2023 ble 2 prosent av husdyrgjødsel brukt til biogassproduksjon. Miljødirektoratet omtaler lavt biogassutbytte på gårdsanlegg som en barriere for denne typen anlegg, og sier videre at teknologisk umodenhet er en barriere også for industrielle anlegg.

J06 Fangvekster

Tiltaket innebærer å øke arealet med fangvekster fra 166 000 dekar i 2023 til 1 million dekar i 2035. Dette utgjør en økning fra 7 prosent til 40 prosent av arealet brukt til vårkorn, oljevekster og belgvekster. Miljødirektoratet omtaler at det mangler sorter av fangvekster tilpasset områder med kortere vekstsesong, men dette er ikke trukket fram blant de viktigste barrierene.

2.4.6 Andre sektorer

Andre sektorer omfatter utslipp fra avfall- og avløpsbehandling, bruk av fluorerte gasser (F-gasser) i produkter og oppvarming. Tabell 13 viser alle tiltakene i jordbrukssektoren, og hvilke som har teknologisk umodenhet som barriere.

Tabell 13: Tiltak innenfor andre sektorer (avfall og avløp, F-gasser og oppvarming).

Tiltak	Kategori for teknologisk modenhet
A01 Økt uttak av metan i avfallsdeponi	Modent
F01 Økt innsamling og destruksjon av brukt HFK	Modent
O01 Utfasing av fossil gass til byggvarme	Modent
O02 Forsert utskifting av vedovner	Modent
O03 Utfasing av gass til permanent oppvarming	Modent

3 Framskriving av utslippene fra petroleumsproduksjon

I dette kapittelet går vi gjennom framskrivingene av utslipp fra petroleumsproduksjon. Vi ser på hvor stor aktivitetsreduksjon som ligger til grunn og hvordan redusert petroleumsproduksjon og elektrifisering bidrar til at utslippene reduseres fram mot 2035 i framskrivingene.

I utslippsframskrivingene reduseres aktiviteten med om lag 28 prosent i 2035 sammenliknet med 2022. I Søkeldirektoratets prognoser når produksjonen av olje og gass et toppunkt i 2025, og reduseres deretter. Produksjonen reduseres med 28 prosent i 2035 sammenliknet med 2022. Det er betydelig usikkerhet omkring omfanget av ny produksjon, og Søkeldirektoratet har ulike scenarier med både høyere og lavere produksjon enn det som benyttes i utslippsframskrivingene. Utfallsrommet i direktoratets scenarier spenner fra 3 prosent redusert produksjon til 48 prosent redusert produksjon i 2035.

I 2035 kommer om lag halvparten av produksjonen i Søkeldirektoratets prognoser fra prosjekter som ikke var besluttet gjennomført per juni 2024. Vi har ikke hatt grunnlag for å anslå hvor store *utslipp* som kommer fra produksjon som ikke er besluttet ennå. Det meste av ny produksjon er antatt å knytte seg til eksisterende infrastruktur eller infrastruktur som er under bygging, mens ved nye selvstendige utbygginger er det antatt kraft fra land eller gasskraft med CCS slik at anleggene ikke har utslipp fra kraftkrevende utstyr.

Elektrifisering bidrar til betydelige utslippsreduksjoner i utslippsframskrivingene. Elektrifiseringsprosjekter som har blitt godkjent av myndighetene og er i ferd med å realiseres, herunder Hammerfest LNG, bidrar til utslippsreduksjoner i framskrivingene. I tillegg ligger det til grunn for Søkeldirektoratets beregningstekniske prognose at fire eksisterende anlegg elektrifiseres før 2035: Balder/Ringhorne/Grane, Haltenbanken, Tampen-området og Kårstø. Disse prosjektene er på utredningsstadiet, og det er usikkerhet knyttet til gjennomføringen.

Totalt sett halveres utslippene i utslippsframskrivingene i 2035 sammenliknet med 2022. Ved siden av elektrifisering antar vi at reduksjonen i produksjon som ligger til grunn for framskrivingen er en sentral årsak til dette. Etter 2035 forventes nedstenging av installasjoner og felt å være hoveddriveren for utslippsreduksjoner i sektoren.

3.1 Kilder

Gjennomgangen av utslippsframskrivingene er basert på offentlig tilgjengelige dokumenter. Vi har også vært i kontakt med Sokkeldirektoratet for oppklaringer på enkelte områder. Framskrivningene er beskrevet i Nasjonalbudsjettet 2025 (Meld. St. 1 (2024-2025)) med tilhørende metodenotat (Finansdepartementet, 2025), i Sokkeldirektoratets ressursrapport (Sokkeldirektoratet, 2024), i Energidepartementets budsjettproposisjon (Prop. 1 S (2024-2025) Energidepartementet) og i Miljødirektoratets «Klimatiltak i Norge 2024» (Miljødirektoratet, 2024c) og «Klimatiltak i Norge 2025» (Miljødirektoratet, 2025b). En utfordring i arbeidet har vært at utslippsframskrivingene ikke er beskrevet helhetlig i ett dokument. Alle kildene viser til anslag utarbeidet av Sokkeldirektoratet. Det er likevel noen små variasjoner i begrepsbruk og presentasjon av tall mellom kildene, noe som gjør det litt uklart hvordan informasjonen som er presentert i de ulike dokumentene henger sammen. Blant annet er det uklart hvordan modellverktøyet SNOW er brukt i framskrivingene..

En sentral del av datagrunnlaget for framskrivingene er informasjon som petroleumsselskapene rapporterer til Sokkeldirektoratet. Disse dataene er konfidensielle, og vi har derfor ikke hatt mulighet til å gjøre vurderinger knyttet til de enkelte feltene. Vi har heller ikke hatt tilgang til underlagsdata som gjør det mulig å skille mellom utslipp fra eksisterende/besluttet produksjon og planlagt/ikke besluttet produksjon.

3.2 Utslippsframskrivingene i Nasjonalbudsjettet 2025

I Nasjonalbudsjettet 2025 (Meld. St. 1, 2024-2025) ble det presentert helhetlige utslippsframskrivinger for Norge fram til 2040. Framskrivningene er utarbeidet av Finansdepartementet og er et anslag på framtidige utslipp av klimagasser i Norge basert på antakelser om underliggende utviklingstrekk i norsk og internasjonal økonomi. Videreføring av dagens klimapolitikk, både i Norge og internasjonalt, ligger til grunn for framskrivingene.

Framskrivningene er utført i den makroøkonomiske modellen SNOW. Nasjonalregnskapet og utslippsregnskapet er det viktigste datagrunnlaget for modellen. 2022 er det siste året med historiske data i modellen.

For olje- og gassvirksomheten bygger framskrivingene på informasjon fra Sokkeldirektoratet. Sokkeldirektoratets anslag er i hovedsak basert på operatørenes egne innrapporteringer og planer fra høsten 2023, og i tillegg informasjon om utslipp fra landanlegg, se nærmere beskrivelse i kap. 3.2. Anslagene fra Sokkeldirektoratet er omregnet til utslippsintensiteter som er lagt inn i SNOW (Finansdepartementet, 2025). Ut fra den informasjonen vi har hatt tilgang til, er det noe uklart hvorvidt bruken av SNOW innebærer at det kan være forskjeller mellom Sokkeldirektoratets anslag og framskrivingene i Nasjonalbudsjettet. I kapittel 3.3. ser vi likevel nærmere på Sokkeldirektoratets prognoser fordi de inneholder mer detaljert informasjon om hva som styrer utslippsutviklingen.

Framskrivningene av utslipp i petroleumsvirksomheten omfatter alle petroleumsinstallasjoner offshore, landanleggene på Kollsnes, Sture, Nyhamna (Ormen-

Lange-feltet), Hammerfest LNG-anlegg (Snøhvit-feltet), Mongstad (indirekte utslipp fra råoljeterminal) og Kårstø. Om lag 96 prosent av utslippene er kvotepliktige. Utslipp fra maritime støttetjenester og helikoptertrafikk i petroleumsvirksomheten inngår i andre utslippskilder.

Tabell 14 viser de kvotepliktige utslippene fra olje- og gassvirksomheten med historiske tall til og med 2022 og framskrivninger deretter. I 2023 hadde sektoren om lag 0,5 millioner tonn CO₂-ekvivalenter som ikke er kvotepliktige. I Nasjonalbudsjettet 2025 er disse utslippene plassert i en samlekategori for «øvrige utslipp» under innsatsfordelingen.

Tabell 14: Kvotepliktige utslipp av klimagasser fra olje- og gassvirksomheten. Mill. tonn CO₂-ekvivalenter.
Kilde: Basert på tabell 3.13 i Meld. St. 1 (2024-2025).

	1990	2005	2022	2030	2035	2040
Olje- og gassvirksomheten	7,2	12,9	11,5	7,8	5,3	3,6

3.3 Søkeldirektoratets prognoser

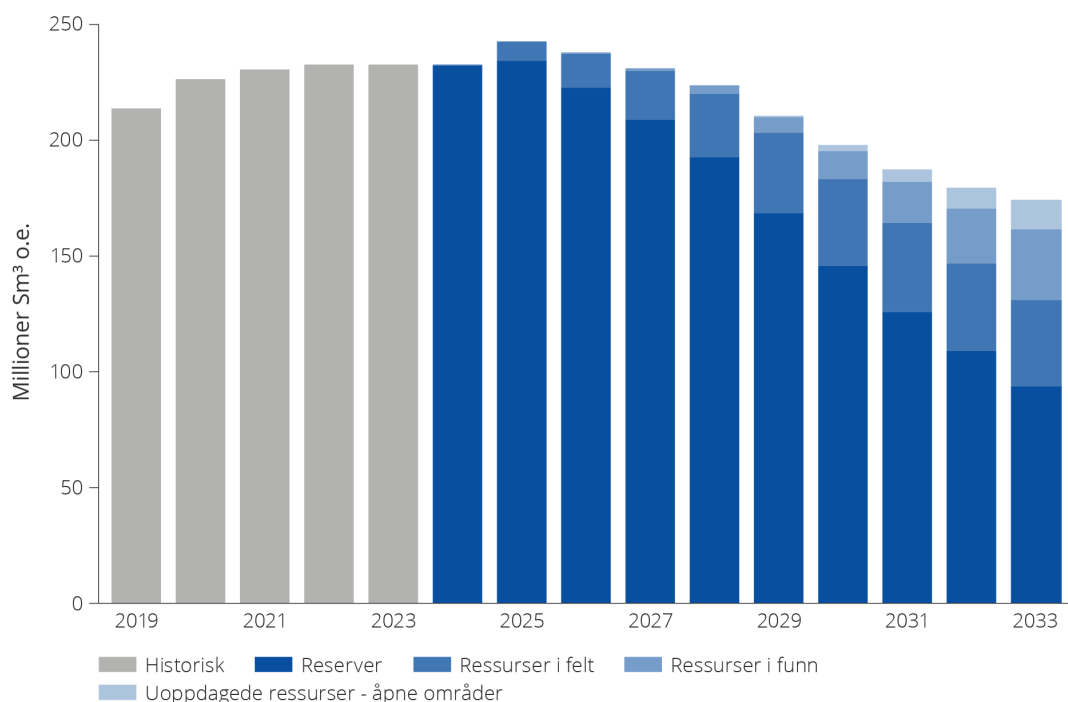
Olje- og gassoperatørene rapporterer årlig til Søkeldirektoratet om egne prosjekter, planer for eksisterende felt, utvikling av funn og leteaktivitet mv. På grunnlag av rapporteringen utarbeider Søkeldirektoratet anslag for produksjon og utslipp fra olje- og gassvirksomheten. Disse anslagene ligger til grunn for utslippsframskrivingene i Nasjonalbudsjettet (Finansdepartementet, 2025).

3.3.1 Anslag for produksjonen av olje og gass

I ressursrapporten fra 2024 presenterte Søkeldirektoratet anslag for framtidig produksjon av olje og gass (Søkeldirektoratet, 2024).

Figur 7 viser historisk produksjon av olje og gass og Søkeldirektoratets prognose for produksjonen. Prognosen skiller mellom reserver, ressurser i funn, ressurser i felt og uoppdagede ressurser i åpne områder. Reserver er petroleumsmengder det er besluttet å utvinne. Ressurser i felt og ressurser i funn er såkalt betingede ressurser og omfatter utvinnbare mengder som er funnet, men som det ennå ikke er tatt beslutning om å utvinne og prosjekter for å øke utvinningen fra feltene.

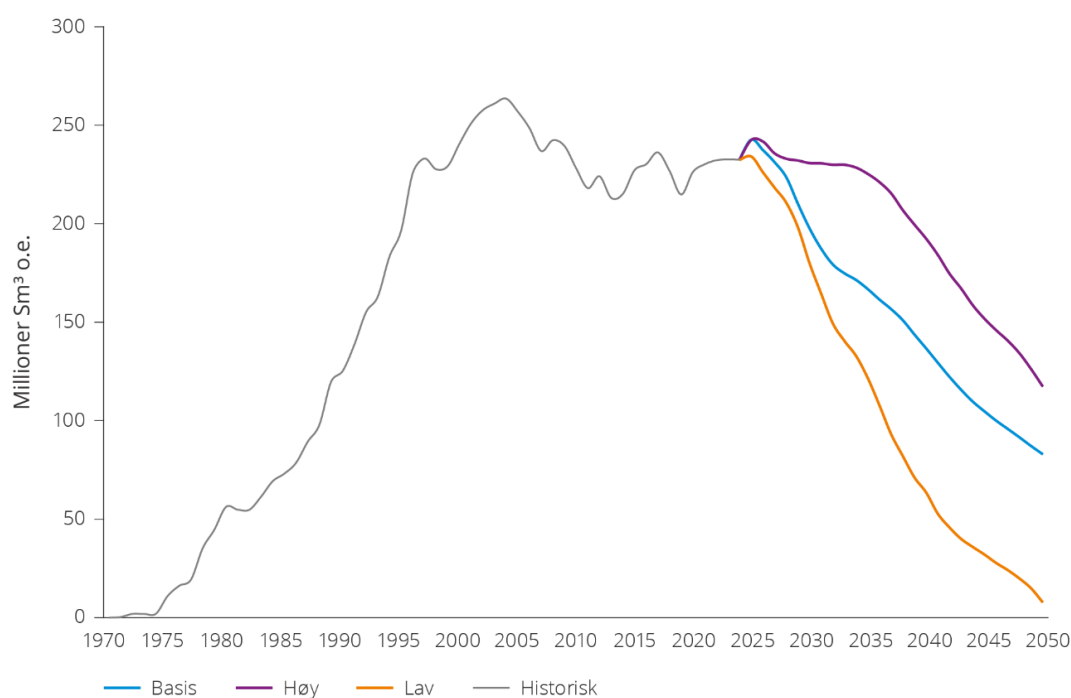
I prognosen når produksjonen et toppunkt i 2025. I 2033 er 46 prosent av produksjonen i prognosen, produksjonen som ikke er besluttet ennå.



Figur 7: Produksjonshistorikk og prognoser fordelt på ressursklasser. Kilde: Sjøkeldirektoratet, 2024.

Det er betydelig usikkerhet om framtidig produksjon. Dette skyldes både usikkerhet om hvor store de gjenværende ressursene på norsk sokkel er, og usikkerhet om framtidig teknologiutvikling, energipriser mv.

På grunn av usikkerheten, har Sjøkeldirektoratet også utviklet tre mulighetsbilder for total petroleumproduksjon på norsk sokkel fram til 2050. Disse mulighetsbildene skal i større grad enn enkeltstående prognose spenne ut utfallsrommet for framtidig produksjon. I alle tre mulighetsbildene reduseres produksjonen, men tidspunktet og omfanget av reduksjonen varierer betydelig, se Figur 8.



Figur 8: Tre mulighetsbilder for framtidig produksjon av olje og gass. Kilde: Sjøkeldirektoratet, 2024.

I basisscenariet følger produksjonen fram til 2033 prognosen presentert i Figur 8. I dette scenariet reduseres produksjonen med 28 prosent i 2035 sammenliknet med 2024. Ser man på scenariene med høy og lav produksjon, spenner imidlertid utfallsrommet fra en reduksjon på 3 prosent til 48 prosent, se Tabell 15.

Tabell 15: Endring i samlet petroleumsproduksjon i 2035 og 2050 i Sjøkeldirektoratets tre mulighetsbilder, i prosent av produksjonen i 2024. Kilde: Basert på Sjøkeldirektoratet, 2024.

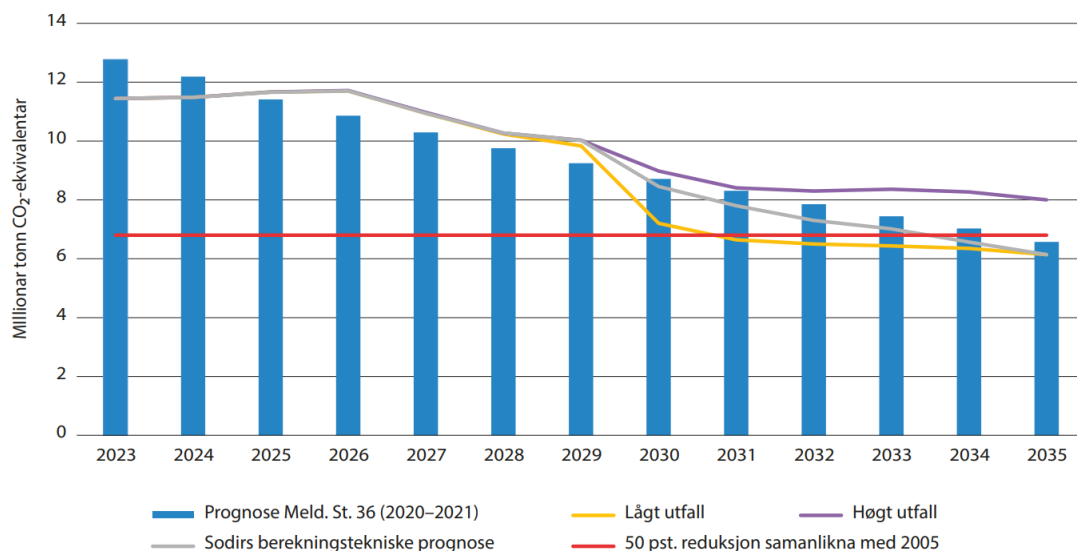
	Basis	Høy	Lav
2035	-28 %	-3 %	-48 %
2050	-64 %	-50 %	-97 %

Det er produksjonen i basisscenariet som ligger til grunn for utslippsframskrivingene. Mulighetsbildene synliggjør imidlertid at utfallsrommet for produksjonen er stort, noe som indikerer at det også er stor usikkerhet om utslippene. Hvor mye større/mindre utslippene vil være dersom produksjonen blir høyere eller lavere enn i basisscenariet er vanskelig å anslå, da dette også avhenger av utslippsintensiteten. I utslippsframskrivingene har Sjøkeldirektoratet lagt til grunn at alle nye, selvstendige utbygginger har tilnærmet utslippsfri kraftforsyning. Gitt en slik forutsetning, vil utfallsrommet for utslippene være mindre enn utfallsrommet for produksjonen. I Sjøkeldirektoratets mulighetsbilder er det leteaktiviteten og i hvilken grad leting resulterer i funn, samt teknologiutvikling og utvikling i enhetskostnader som utgjør forskjellen mellom scenariene. Det er med andre ord ikke ulik klimapolitikk som fører til forskjellene i produksjon i scenariene, men det er mulig å benytte politikk til å påvirke noen av faktorene som fører til forskjellene i produksjon.

3.3.2 Anslag for utslippsutviklingen

Sjøkeldirektoratet har utarbeidet tre mulige utslippsbaner fram mot 2035, se Figur 9. Sjøkeldirektoratets beregningstekniske prognose er den utviklingen som ligger til grunn for utslippsframskrivingene i Nasjonalbudsjettet, mens lavt og høyt utfall er utslippsbaner med henholdsvis raskere og mindre elektrifisering.

I alle tre utslippsbanene ligger det til grunn at Hammerfest LNG blir drevet med kraft fra nettet fra og med 2030. I tillegg gjennomføres utslippsreduksjoner som tilsvarer at planlagt elektrifisering av Balder/Ringhorne/Grane, Haltenbanken, Tampen-området og Kårstø, men med noe forsinket gjennomføring sammenliknet med selskapenes planer (Prop. 1 S (2024–2025) Energidepartementet). I «lavt utfall» blir disse prosjektene gjennomført før 2030. Utslippene reduseres dermed tidligere, men er på samme nivå i 2035 som i den beregningstekniske prognosen. I «høyt utfall» blir disse fire prosjektene ikke gjennomført før etter 2035.



Figur 9: Sokkeldirektoratets anslag for utslippsutviklingen i petroleumssektoren fram mot 2035. Kilde: Prop. 1S (2024-2025) Energidepartementet.

Ifølge Miljødirektoratet vil gjenværende utslipp i 2035 og 2050 i Sokkeldirektoratets anslag i stor grad være knyttet til eksisterende infrastruktur. Framtidige utbygginger antas i hovedsak å være basert på relativt små ressurser, hvor flertallet vil bygges ut ved bruk av eksisterende infrastruktur samt infrastruktur som nå er under utbygging. Det er lagt til grunn at selvstendige utbygginger ikke har utslipp knyttet til kraftkrevende utstyr, men lavutslippsløsninger som kraft fra land, direkte eller via et vertsfelt, eller fra gasskraftverk med CCS. Sokkeldirektoratet har inkludert et kraftbehov tilsvarende 1 TWh knyttet til nye selvstendige utbygginger i 2035. Funn som tilknyttes eksisterende felt vil forlenge levetiden til disse (Miljødirektoratet, 2024c).

Alle de tre utslippsbanene er basert på basisscenariet for petroleumsproduksjon, jf. kapittel 3.3.1. Dette innebærer at spennet mellom utslippsbanene ikke gjenspeiler usikkerheten om produksjonen av olje og gass.

3.4 Referansebanen og tiltak i Miljødirektoratets tiltaksanalyser

I «Klimatiltak i Norge» benytter Miljødirektoratet utslippsbanen «høyt anslag» fra Sokkeldirektoratet, framfor Sokkeldirektoratets beregningstekniske prognose. Dette innebærer at de fire elektrifiseringsprosjektene omtalt i kapittel 3.2. ikke gjennomføres i referansebanen (Miljødirektoratet, 2025b). Disse fire prosjektene er i utredningsfasen, og Miljødirektoratet begrunner sitt valg med at gjennomføringen av disse tiltakene er usikker. Elektrifisering er derimot det viktigste *tiltaket* i sektoren i «Klimatiltak i Norge». Elektrifiseringstiltaket i Miljødirektoratets tiltaksanalyser inneholder i stor grad de samme prosjektene som inngår i framskrivingene i Nasjonalbudsjettet 2025.

Tabell 16 oppsummerer utslippene i referansebanen som brukes av Miljødirektoratet og hvor store utslippsreduksjoner som oppnås gjennom tiltak. Utslippsreduksjoner på om lag 2,1 millioner tonn CO₂-ekvivalenter oppnås gjennom elektrifisering, og dette reduserer de kvotepliktige utslippene. Om lag 0,1 millioner tonn oppnås gjennom andre tiltak, og dette reduserer de ikke-kvotepliktige utslippene.

Tabell 16: Referansebanen og effekt av tiltak i petroleumssektoren i Miljødirektoratets tiltaksanalyser. Millioner tonn CO₂-ekvivalenter. Kilde: Basert på Miljødirektoratet (2025b).

		2023	2030	2035
Kvotepliktige utslipp	Referansebanen	11	8,6	7,7
	Effekt av tiltak		-1,8	-2,1
	Utslipp etter tiltak		6,8	5,6
Ikke-kvotepliktige utslipp	Referansebanen	0,5	0,5	0,4
	Effekt av tiltak		0,0	-0,1
	Utslipp etter tiltak		0,5	0,3
Sum kvotepliktige og ikke-kvotepliktige utslipp	Referansebanen	11,5	9,1	8,1
	Effekt av tiltak		-1,8	-2,2
	Utslipp etter tiltak		7,3	5,9

3.5 Utslippsreduksjoner fra elektrifisering og redusert aktivitet

Nedenfor vurderer vi hvor mye av utslippsreduksjonene i utslippsframskrivingene som kommer fra henholdsvis elektrifisering og redusert aktivitet. Det publiserte datagrunnlaget er ikke tilstrekkelig til å gi presise anslag, og våre vurderinger er derfor usikre. Vi tar utgangspunkt i tallgrunnlaget fra Miljødirektoratet (jf. kapittel 3.4) da dette er det mest detaljerte.

I Miljødirektoratets analyser reduseres utslippene som følge av elektrifisering både i referansebanen og som følge av ytterligere tiltak. Som vist i tabell 16, gir elektrifisering som tiltak utslippsreduksjoner på 2,1 millioner tonn CO₂-ekvivalenter i 2035. Vi har ikke tilgang data som viser hvor mye utslippene i referansebanen reduseres som følge av elektrifisering. Miljødirektoratet oppgir imidlertid at elektrifiseringsprosjekter som har blitt godkjent av myndighetene inngår i referansebanen. Dette gjelder Sleipner, Oseberg feltcenter og Oseberg Øst, Troll (Troll B og Troll C), Njord, Draugen og Hammerfest LNG, samt utbyggingen av Yggdrasil-området (Miljødirektoratet, 2025b). Disse prosjektene kan, ifølge en oversikt fra Energi og klima, bidra til unngåtte utslipp i 2035 på 2,1 millioner tonn CO₂-ekvivalenter i 2035, hvor elektrifisering av Hammerfest LNG er det største enkeltbidraget (Energi og klima, 2025).⁵ Et anslag for unngåtte utslipp er ikke direkte sammenliknbar med klimagassregnskapet eller referansebanen, men gir en viss indikasjon på størrelsesordenen.

Utslippsreduksjonen i referansebanen er på totalt 3,4 millioner tonn CO₂-ekvivalenter i 2035 sammenliknet med 2023, jf. tabell 16. I tillegg til elektrifisering, kan energieffektivisering, redusert faking og andre tekniske tiltak som inngår i selskapenes planer, samt redusert aktivitet være årsaker til utslippsreduksjonen. Gitt at produksjonen reduseres med 28 prosent fra 2024 til 2035, antar vi at redusert aktivitet er en vesentlig årsak til reduksjonen. Etter 2035 er nedstenging av installasjoner og felt forventet å være hoveddriveren for utslippsreduksjoner (Miljødirektoratet, 2025b).

⁵ Utgangspunktet for å beregne «unngåtte utslipp» er trolig hva utslippene i 2035 kunne ha vært dersom produksjonen ble gjennomført med konvensjonell gassdrift. Tallet angir altså ikke utslippsreduksjonen fra 2023.

4 Biodrivstoff

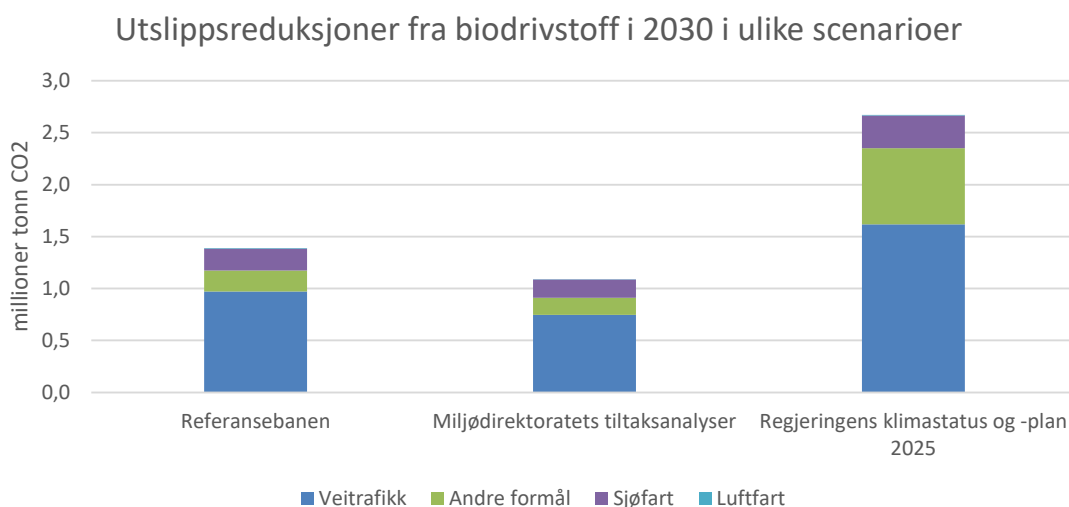
I dette kapitlet gjennomgår vi antagelsene for bruk av biodrivstoff i tre ulike scenarioer.

I **utslippsframskrivingene i Nasjonalbudsjettet 2025 (referansebanen)** er det lagt til grunn en videreføring av omsetningskrav for biodrivstoff på 2024-nivå. Dette svarer til en utslippsreduksjon fra biodrivstoff på om lag 1,4 millioner tonn CO₂ i 2030.

I **Miljødirektoratets tiltaksanalyser** er det også lagt til grunn en videreføring av omsetningskrav for biodrivstoff på 2024-nivå, men med gjennomføring av tiltak som øker nullutslippsandeler og reduserer trafikkarbeid forventes en reduksjon i bruk av flytende biodrivstoff med mer enn 20 % sammenliknet med referansebanen i 2030.

I **Regjeringens klimastatus og -plan 2025** skisseres derimot en opptopping i omsetningskravene år for år fram mot 2030, og det forventes en økning i bruk av flytende biodrivstoff med mer enn 90 % sammenliknet med referansebanen i 2030.

Per 2023 er 98 % av omsatt biodrivstoff avansert som følge av bevisst politikk, men regjeringen har ikke tatt stilling til om økningen i omsetningskrav fram mot 2030 skal skje med avanserte eller konvensjonelt biodrivstoff.



Figur 10: Sammenstilling av anslag for utslippsreduksjoner fra biodrivstoff i 2030, for ulike scenarioer. Millioner tonn CO₂. Luftfart utgjør kun om lag 4-5 tusen tonn CO₂, og er derfor knapt synlig i figuren.

4.1 Biodrivstoff i referansebanen

4.1.1 Historiske år 2015-2023

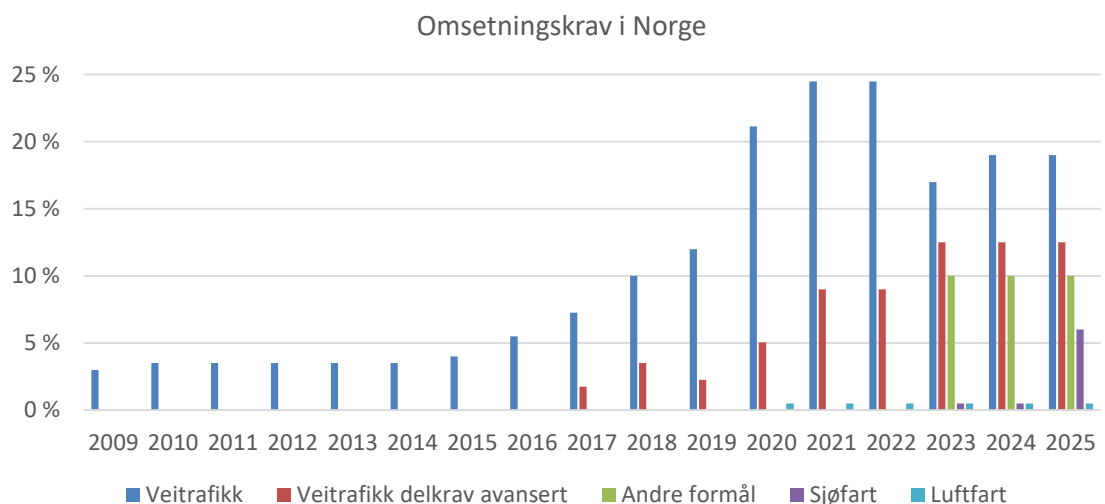
4.1.1.1 Omsetningskrav for biodrivstoff

Så å si all bruk av biodrivstoff i Norge er knyttet til omsetningskravene, som er fastsatt i Produktforskriften (FOR-2004-06-01-922). Per 1.1.2025 er det krav til omsetning av flytende biodrivstoff til veitrafikk, luftfart, sjøfart og andre formål (ikke-veigående maskiner). Biogass er holdt utenfor kravene.

For veitrafikk er det et delkrav om at et visst volum skal være avansert biodrivstoff. Avansert biodrivstoff ut over delkravet teller dobbelt, slik at faktisk andel biodrivstoff kan være lavere enn omsetningskravet.

For luftfart, sjøfart og andre formål er krav om at hele volumet skal være avansert biodrivstoff. Militære luftfartøy, fartøy i utenriks sjøfart, og innretninger på kontinentalsokkelen er holdt utenfor kravene.

De ulike omsetningskravene er innført og økt på ulike tidspunkt, som vist i Figur 11. Omsetningskravet for veitrafikk er i realiteten økt fra 2022 til 2023, selv om prosenten har gått kraftig ned. Årsaken til at prosenten går ned er fordi reglene for dobbelttelling ble endret i produktforskriften fra og med 2023. Før 2023 var det dobbelttelling for alt avansert biodrivstoff, også det volumet som ligger innenfor delkravet. Fra og med 2023 er det dobbelttelling kun for det volumet som går ut over delkravet. Faktisk innblanding som kreves for å oppfylle kravet er derfor i realiteten økt. For 2017 og 2020 ble omsetningskravet endret midt i året og figuren viser gjennomsnitt. Omsetningskravet for sjøfart ble innført 1. oktober 2023.

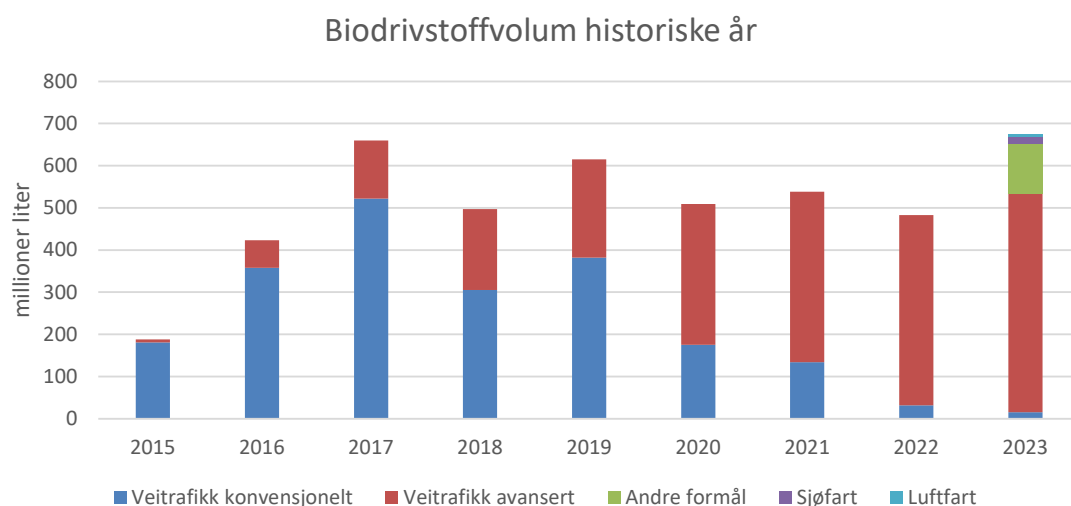


Figur 11: Omsetningskrav for biodrivstoff til ulike formål. Volumprosent. Kilde: Produktforskriften ([FOR-2004-06-01-922](#))

4.1.1.2 Biodrivstoffvolum

Miljødirektoratet fører statistikk over solgte volum (millioner liter) innenfor omsetningskravene, basert på innrapportert data fra omsettere av drivstoff. Solgte volum for årene 2015-2023 er vist i Figur 12. For veitrafikk skilles det mellom konvensjonelt og avansert biodrivstoff, mens for luftfart, sjøfart og andre formål er hele volumet avansert.

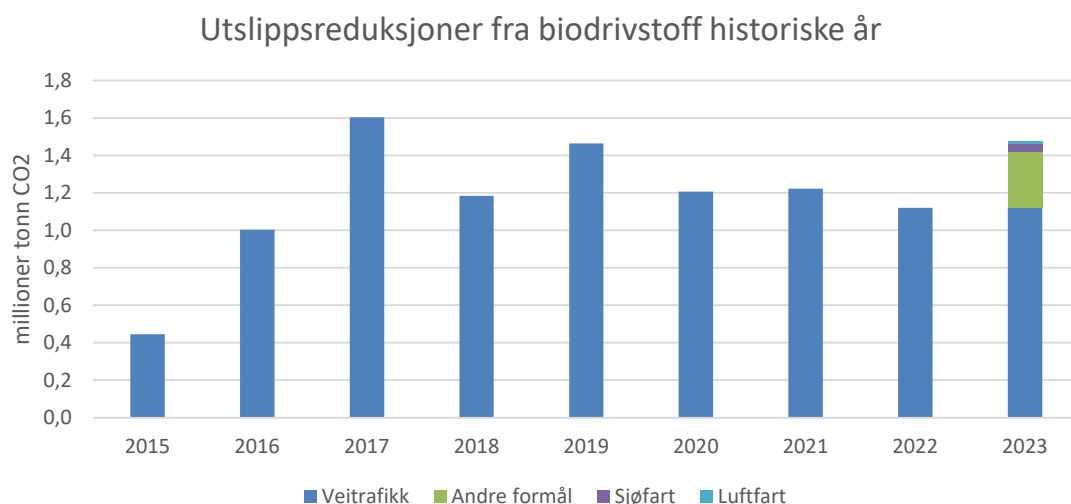
Det har vært en klar vridning fra konvensjonelt til avansert biodrivstoff over perioden, og per 2023 er 98 % av omsatt biodrivstoff avansert. Som omtalt i rapporten *Kunnskapsgrunnlag til kontrollpunkt for flytende biodrivstoff* (Miljødirektoratet, 2024e) skyldes vridningen en bevisst politikk med prioritering av avansert biodrivstoff i omsetningskrav, samt fjerning av fritak for veibruksavgift på biodrivstoff omsatt utover omsetningskravet fra 2020. Miljødirektoratet anbefaler i overnevnte rapport å fase ut bruken av konvensjonelt biodrivstoff innen 2030.



Figur 12: Salg av flytende biodrivstoff til ulike formål. Millioner liter. Kilde: Biodrivstoff i Norge (Miljødirektoratet, 2024a)

4.1.1.3 Utslippsreduksjoner

Basert på solgte volum er det mulig å gjøre et overslag over hvor store utslippsreduksjoner som kommer fra biodrivstoff for årene 2015-2023, som vist i Figur 13.



Figur 13: Utslippsreduksjoner fra biodrivstoff 2015-2023. Millioner tonn CO₂. Kilde: Beregninger fra CICERO

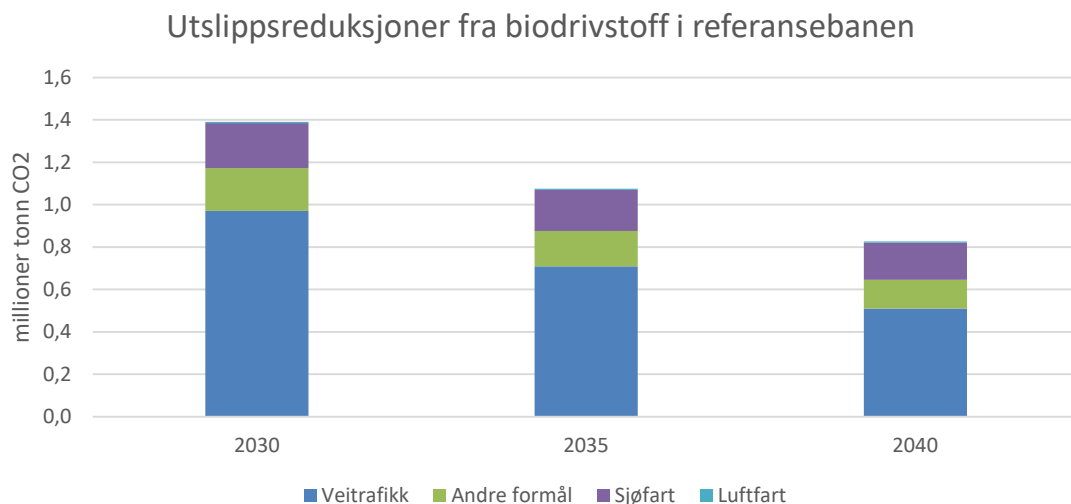
Alle utslippsreduksjoner i dette kapitlet viser til effekt på direkte utslipp sammenliknet med fossilt drivstoff, og ikke livsløpseffekter. For livsløpseffekter vil det være store forskjeller mellom ulike råstoff, hvor biodrivstoff fra enkelte råstoff vil kunne ha høyere livsløpsutslipp enn fossilt drivstoff.

4.1.2 Utslippsframskrivinger i referansebanen til 2040

I utslippsframskrivingene i Nasjonalbudsjettet 2025 (Meld. St. 1 (2024-2025)) er det lagt til grunn en videreføring av omsetningskrav for biodrivstoff på 2024-nivå. Det vil si 19 volumprosent med delkrav om 12,5 volumprosent avansert til veitrafikk, 0,5 volumprosent til luftfart, 6 volumprosent til sjøfart og 10 volumprosent til andre formål. Hvilket faktisk volum biodrivstoff dette svarer til avhenger av hvordan det totale drivstoffsalg utvikler seg i perioden, som igjen påvirkes av hastigheten på overgangen til nullutslippskjøretøy, aktivitetsutvikling etc.

4.1.2.1 Utslippsreduksjoner

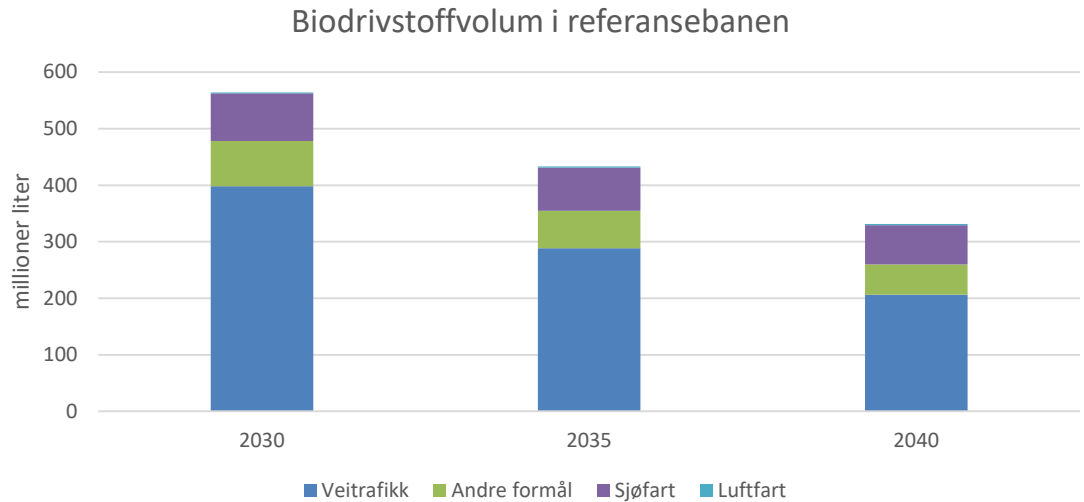
Med utgangspunkt i utslippsnivået som er angitt for hver av sektorene i utslippsframskrivingene i Nasjonalbudsjettet 2025, kan man gjøre et enkelt overslag over hvor store utslippsreduksjoner som kommer fra biodrivstoff i referansebanen i 2030, 2035 og 2040, som vist i Figur 14. For å komme fram til disse tallene har vi gjort enkelte antakelser om fordelingen av utslipp på sektorer i 2030, 2035 og 2040 ut over det detaljnivået som framgår av nasjonalbudsjettet 2025, samt en fordeling på bensin og diesel for veitrafikk. Resultatene må derfor betraktes som anslag med en god del usikkerhet. Denne usikkerheten vil følge beregningene for biodrivstoff videre nedover i rapporten.



Figur 14: Anslag for utslippsreduksjoner fra biodrivstoff i referansebanen i 2030, 2035 og 2040. Millioner tonn CO₂. Kilde: Beregninger fra CICERO

4.1.2.2 Biodrivstoffvolum

Et anslag for hvilket drivstoffvolum dette forventes å tilsvare er vist i Figur 15.



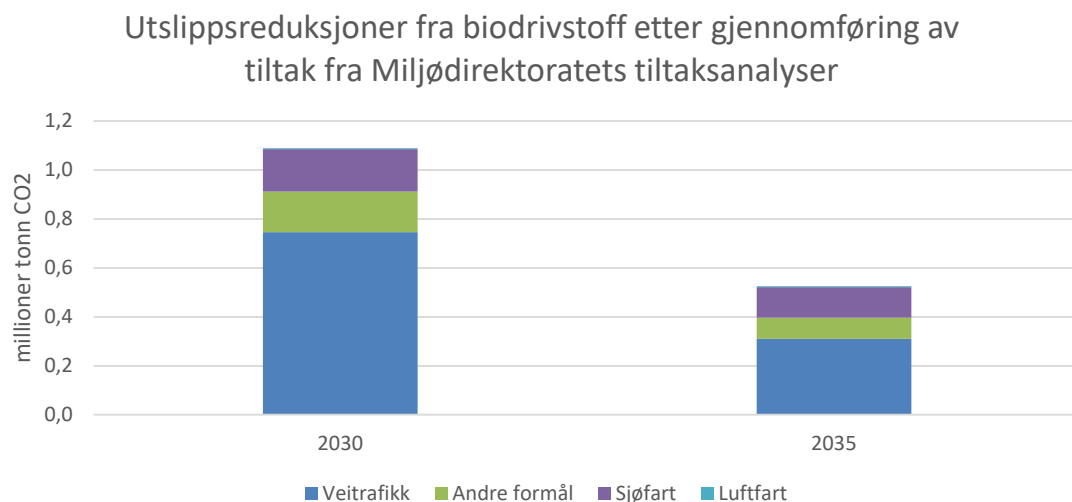
Figur 15: Anslag for biodrivstoffvolum i referansebanen i 2030, 2035 og 2040. Millioner liter. Kilde: Beregninger fra CICERO

4.2 Biodrivstoff i Miljødirektoratets tiltaksanalyser

Miljødirektoratet inkluderer ikke økt bruk av biodrivstoff ut over det som ligger i referansebanen, i sine tiltaksanalyser. Men dersom tiltakene gjennomføres som skissert i Miljødirektoratets nyeste tiltaksanalyser (Miljødirektoratet, 2025b), vil dette øke andelen nullutslippskjøretøy og redusere trafikkarbeidet i årene fram mot 2030, sammenliknet med referansebanen. Dette innebærer at det totale drivstoffsalget reduseres, og dermed også volumet av flytende biodrivstoff.

4.2.1.1 Utslippsreduksjoner

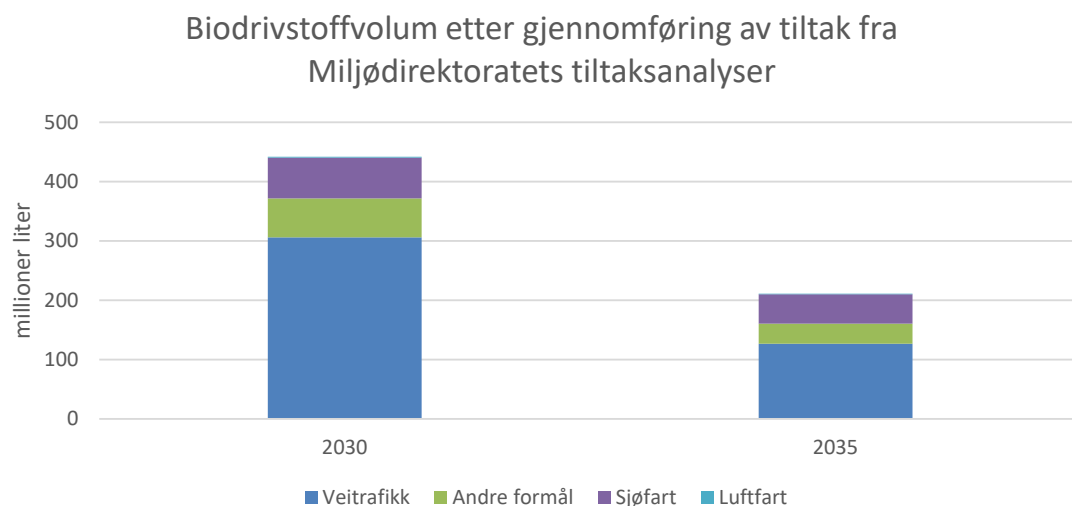
Med utgangspunkt i utslippsnivået som er angitt for hver av sektorene i utslippsframskrivingene i Nasjonalbudsjettet 2025, kan man gjøre et enkelt overslag over hvor store utslippsreduksjoner som kommer fra biodrivstoff etter gjennomføring av nullutslippstiltak og aktivitetsreduserende tiltak i henhold til Miljødirektoratets tiltaksanalyser i 2030 og 2035, men uten videre økning i omsetningskravet ut over det som ligger i referansebanen, som vist i Figur 16.



Figur 16: Anslag for utslippsreduksjoner fra biodrivstoff etter gjennomføring av tiltak i henhold til Miljødirektoratets tiltaksanalyser i 2030 og 2035. Millioner tonn CO₂. Kilde: Beregninger fra CICERO

4.2.1.2 Biodrivstoffvolum

Et anslag for hvilket drivstoffvolum dette forventes å tilsvare er vist i Figur 17.



Figur 17: Anslag for biodrivstoffvolum etter gjennomføring av tiltak i henhold til Miljødirektoratets tiltaksanalyser i 2030 og 2035. Millioner liter. Kilde: Beregninger fra CICERO

4.3 Biodrivstoff i Regjeringens klimastatus og -plan 2025

Regjeringen har varslet en økning i omsetningskravene fram mot 2030, til henholdsvis 33 prosent for veitrafikk, 18 prosent for sjøfart og 28 prosent for andre formål. Regjeringens klimastatus og -plan 2025 (Klima- og miljødepartementet, 2024b) skisserer en opptrapping år for år som vist i Tabell 17. For veitrafikk er det lagt til grunn at reglene for dobbelttelling videreføres og tabellen viser antatt faktisk volumandel biodrivstoff (som er lavere enn selve omsetningskravet). Som tabellen viser er dagens omsetningskrav i veitrafikken på 19 volumprosent med delkrav om 12,5 volumprosent avansert, antatt å gi en faktisk volumandel på 15,8 prosent. I 2030 antas omsetningskravet på 33 volumprosent å gi en faktisk volumandel på 29,8 prosent.

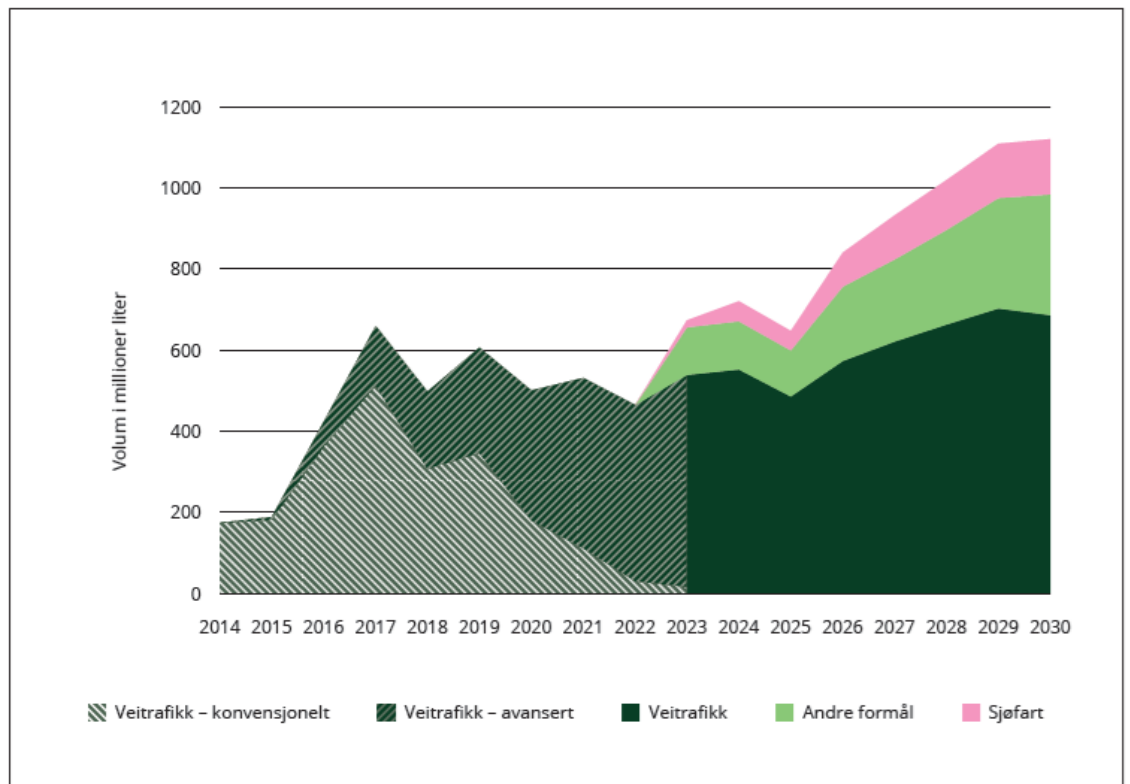
Tabell 17: Regjeringens opptrappingsplan for biodrivstoff fram mot 2030. Volumprosent. Kilde: Dokumentasjon av beregning av utslippseffekt av virkemidler og tiltak i Regjeringens klimastatus og -plan (Klima- og miljødepartementet, 2024a)

Andel biodrivstoff	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Veitrafikk totalt	14,8	15,8	15,8	19,8	22,8	25,8	28,8	29,8
Bensin	24,8	10,7	10,7	14,7	17,7	20,7	23,7	24,7
Diesel	11,4	17,3	17,3	21,3	24,2	27,1	30,1	31,0
Luftfart	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Sjøfart og fiske	1,5	6,0	6,0	10,0	13,0	15,0	17,0	18,0
Ikke-veigående	10,0	10,0	10,0	16,0	18,0	21,0	25,0	28,0

Økningen i omsetningskravene vil isolert sett trekke biodrivstoffvolumene opp. Samtidig vil øvrige virkemidler (endrede klima- og miljøavgifter og målrettede satsinger for å fase ut fossile utslipp) føre til en reduksjon i det totale drivstoffsaltget, noe som isolert sett vil redusere volumene av biodrivstoff. Nettoeffekten er allikevel en kraftig økning i biodrivstoffvolum fram mot 2030, som omtalt under.

4.3.1.1 Biodrivstoffvolum

Nettoeffekten av å øke omsetningskravene samtidig som man innfører øvrige virkemidler som skissert i Regjeringens klimastatus og -plan 2025 er vist i Figur 18. Denne figuren er hentet fra Regjeringens klimastatus og -plan 2025, og viser at regjeringens opptrappingsplan for biodrivstoff er ventet å øke biodrivstoffvolumene kraftig fram mot 2030. Regjeringen har ikke tatt stilling til om økningen skal skje med avanserte eller konvensjonelt biodrivstoff, men Klima- og miljødepartementet har gitt Miljødirektoratet i oppdrag å vurdere om det er mulig å differensiere mellom ulike typer konvensjonelt biodrivstoff med hensyn til risiko for arealbruksendringer. Miljødirektoratet leverte sin vurdering på sluttet av 2024 i rapporten *Differensiering av konvensjonelt biodrivstoff* (Miljødirektoratet, 2024b), og konkluderer med at selv om det i praksis er mulig å differensiere mellom ulike typer biodrivstoff vil økt bruk av konvensjonelt biodrivstoff trolig likevel ha negative konsekvenser for natur og klima.



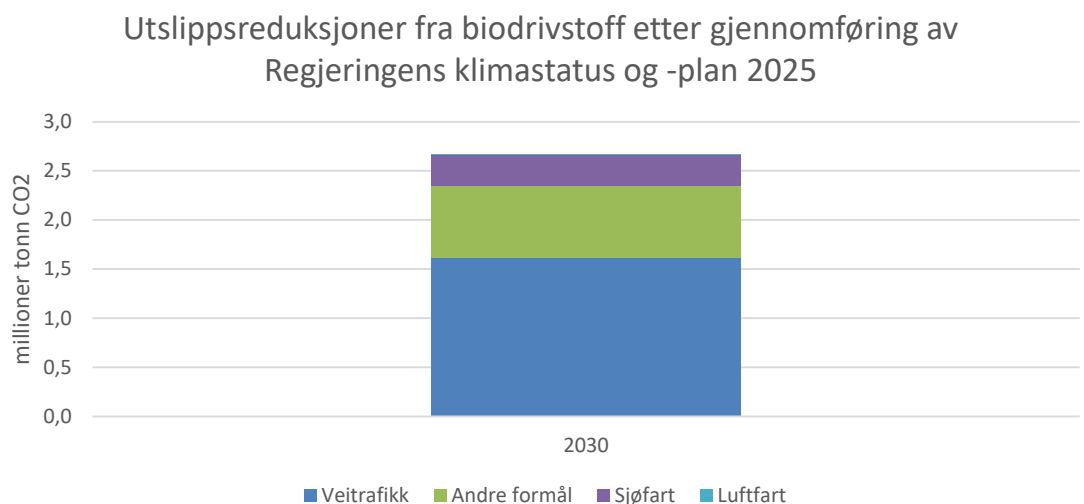
Figur 3.21 Volum biodrivstoff rapportert i omsetningskrav fra 2014–2023 og beregnet bruk under omsetningskravene for 2024–2030. Figuren skiller mellom avansert og konvensjonelt biodrivstoff i veitrafikk for rapportert volum.

Kilder: Statistisk sentralbyrå, Miljødirektoratet, Finansdepartementet, Klima- og miljødepartementet.

Figur 18: Anslag for biodrivstoffvolum fram til 2030, etter gjennomføring av Regjeringens klimastatus og -plan 2025. Millioner liter. Kilde: (Klima- og miljødepartementet, 2024b).

4.3.1.2 Utslippsreduksjoner

Basert på biodrivstoffvolumene som er vist i Figur 18, er det mulig å gjøre et overslag over hvor store utslippsreduksjoner som kommer fra biodrivstoff i 2030 etter gjennomføring av Regjeringens klimastatus og -plan, som vist i Figur 19.



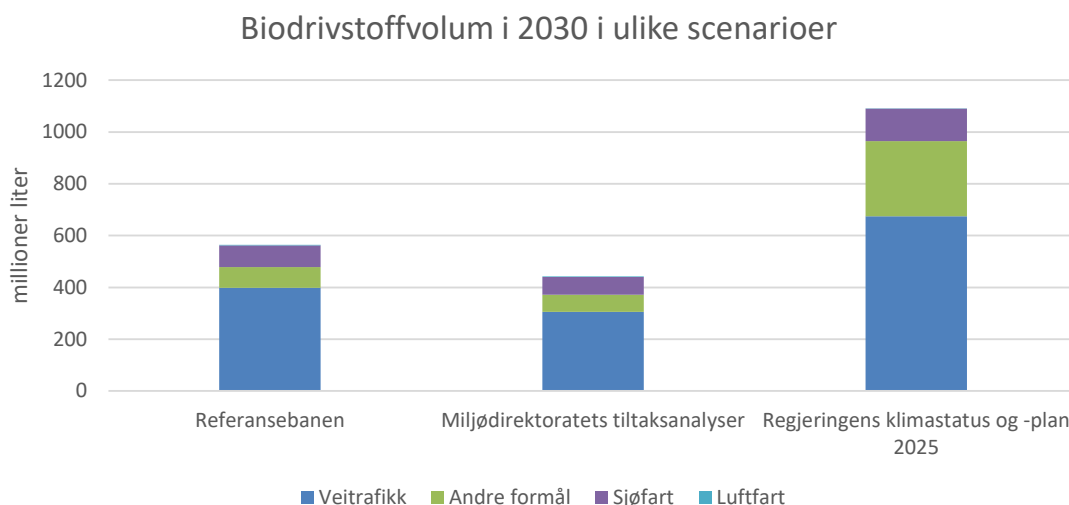
Figur 19: Anslag for utslippsreduksjoner fra biodrivstoff i 2030, etter gjennomføring av Regjeringens klimastatus og -plan 2025. Millioner tonn CO₂. Kilde: Beregninger fra CICERO

4.4 Sammenstilling av anslag for biodrivstoff i 2030, for ulike scenarier

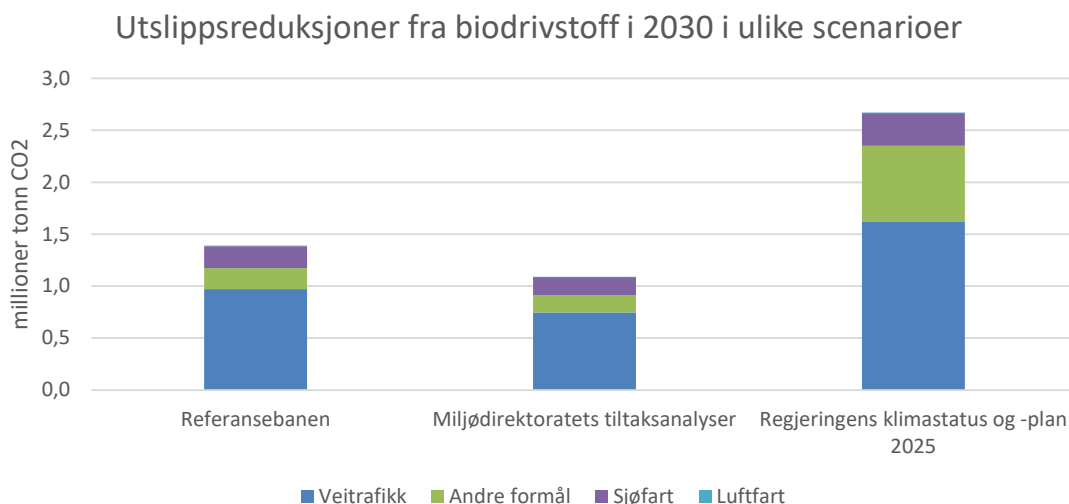
Dersom vi sammenstiller resultatene for biodrivstoff i 2030, for de tre scenarioene det er gjort beregninger for over, får vi resultatene som vist i Figur 20 og Figur 21.

Vi ser at med en gjennomføring av tiltak i henhold til Miljødirektoratets tiltaksanalyser, forventes bruken av biodrivstoff i 2030 å *reduseres med mer enn 20 % sammenliknet med referansebanen*. I begge disse scenarioene er det lagt til grunn en videreføring av omsetningskrav for biodrivstoff på 2024-nivå, men med gjennomføring av tiltak som øker nullutslippsandelene og reduserer trafikkarbeidet forventes redusert drivstoffsalg, og dermed også redusert volum av flytende biodrivstoff.

På den andre siden ser vi at en gjennomføring av Regjeringens klimastatus og -plan 2025, med en økning i omsetningskravene fram mot 2030, forventes bruken av biodrivstoff i 2030 å *øke med mer enn 90 % sammenliknet med referansebanen*.



Figur 20: Sammenstilling av anslag for biodrivstoffvolum i 2030, for ulike scenarier. Millioner liter.



Figur 21: Sammenstilling av anslag for utslippsreduksjoner fra biodrivstoff i 2030, for ulike scenarier. Millioner tonn CO₂. Luftfart utgjør kun om lag 4-5 tusen tonn CO₂, og er derfor ikke synlig i figuren.

Referanser

- Bisotti, F., Ringdal, H., Rosnes, O., Mathisen, A., Hoff, K. A., & Hovland, J. (2022). *Direct air capture of CO₂: A review*. Retrieved from <https://www.miljodirektoratet.no/publikasjoner/2023/mars-2023/direct-air-capture-of-co2/>
- Dagens Næringsliv. (2024). Milliardsatsing på CO₂-lagring er klar - neste fase fortsatt i det blå. Retrieved from <https://www.dn.no/klima/karbonfangst-og-lagring/milliardsatsing-pa-co2-lagring-er-klar-neste-fase-fortsatt-i-det-bla/2-1-1714597>
- Dziejarski, B., Krzyżyńska, R., & Andersson, K. (2023). Current status of carbon capture, utilization, and storage technologies in the global economy: A survey of technical assessment. *Fuel*, 342.
- Energi og klima. (2025, 03.02.2025). Disse feltene får kraft fra land innen 2030. Retrieved from <https://www.energiogklima.no/nyhet/disse-feltene-far-kraft-fra-land-innen-2030>
- Enova. (2025). *Kommersialisering - Competitive Readiness Index (CRI)*. Retrieved from <https://www.enova.no/bedrift/industri-og-anlegg/tema/cri/>
- Finansdepartementet. (2025). *Dokumentasjon av forutsetninger for fremskrivingen av klimagassutslipp til Nasjonalbudsjettet 2025*. Retrieved from <https://www.regjeringen.no/contentassets/9537aa8aeb3a42368722ebbcf29ab6c8/dokumentasjon-av-forutsetninger-for-fremskrivingen-av-klimagassutslipp-til-nasjonalbudsjettet-2025.pdf>
- Forskrift om begrensning i bruk av helse- og miljøfarlige kjemikalier og andre produkter (produktforskriften), (2023).
- Forskningsrådet. (2019). *Kart over støtteordninger*. Retrieved from <https://www.maritim21.no/siteassets/kart-stotteordninger.pdf>
- Gassnova. (2023). Sikker lagring av CO₂. Retrieved from <https://gassnova.no/nyheter/sikker-lagring-av-co%E2%82%82>
- Global CCS Institute. (2021). *Technology Readiness and Costs of CCS*. Retrieved from <https://www.globalccsinstitute.com/wp-content/uploads/2022/03/CCE-CCS-Technology-Readiness-and-Costs-22-1.pdf>
- Innovasjon Norge. (2025). Business Readiness Level (BRL) og Technology Readiness Level (TRL). Retrieved from <https://www.innovasjonnorge.no/artikkel/brl-og-trl>
- Klima- og miljødepartementet. (2024a). *Dokumentasjon av beregning av utslippseffekt av virkemidler og tiltak i Regjeringens klimastatus og -plan*. Retrieved from <https://www.regjeringen.no/contentassets/1b2fd715fe494bd886a4756a49737670/dokumentasjon-av-beregning-av-utslippseffekt-klimastatus-og-plan-for-2025.pdf>
- Klima- og miljødepartementet. (2024b). *Regjeringens klimastatus og -plan. Særskilt vedlegg til Prop. 1 S (2024-2025)*. Retrieved from <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/regjeringens-klimastatus-og-plan/id3056241/?ch=1>
- Meld. St. 1 (2024-2025). (2024). *Nasjonalbudsjettet 2025*. Retrieved from <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-1-20242025/id3056833/>
- Miljødirektoratet. (2019). *Metodikk for tiltaksanalyser (M-1084)*. Retrieved from <https://www.miljodirektoratet.no/publikasjoner/2018/juni-2018/metodikk-for-tiltaksanalyser/#:~:text=Notatet%20presenterer%20et%20metodisk%20rammeverk%20for%20arbeid%20med,klimagassutslippene%20i%20Norge%20og%20hva%20det%20kan%20koste>
- Miljødirektoratet. (2024a). Biodrivstoff i Norge. Retrieved from <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/klima/transport/biodrivstoff/>

- Miljødirektoratet. (2024b). *Differensiering av konvensjonelt biodrivstoff* (M-2902 | 2024). Retrieved from <https://www.miljodirektoratet.no/publikasjoner/2024/desember-2024/differensiering-av-konvensjonelt-biodrivstoff/>
- Miljødirektoratet. (2024c). *Klimatiltak i Norge: Kunnskapsgrunnlag 2024* (M-2760 | 2024). Retrieved from <https://www.miljodirektoratet.no/publikasjoner/2024/april-2024/klimatiltak-i-norge-kunnskapsgrunnlag-2024/>
- Miljødirektoratet. (2024d). *Klimatiltak i Norge: Kunnskapsgrunnlag 2024. Vedlegg 1: Grønn omstilling i industrien* (2024) (M-2760 | 2024). Retrieved from <https://www.miljodirektoratet.no/publikasjoner/2024/april-2024/klimatiltak-i-norge-kunnskapsgrunnlag-2024/>
- Miljødirektoratet. (2024e). *Kunnskapsgrunnlag til kontrollpunkt for flytende biodrivstoff* (M-2814 | 2024). Retrieved from <https://www.miljodirektoratet.no/publikasjoner/2024/august-2024/kunnskapsgrunnlag-til-kontrollpunkt-for-flytende-biodrivstoff/>
- Miljødirektoratet. (2025a). *Klimatiltak i Norge - tiltaksark* (M2870). Retrieved from <https://www.miljodirektoratet.no/tjenester/klimatiltak/tiltaksark-2025/>
- Miljødirektoratet. (2025b). *Klimatiltak i Norge: Kunnskapsgrunnlag 2025* (M-2920). Retrieved from <https://www.miljodirektoratet.no/publikasjoner/2025/januar-2025/klimatiltak-i-norge-kunnskapsgrunnlag-2025/>
- NOU 2023:25. (2023). *Klimautvalget 2050: Omstilling til lavutslipp. Veivalg for klimapolitikken mot 2050*. Retrieved from <https://files.nettsteder.regjeringen.no/wpuploads01/sites/479/2023/10/Klimautvalget-2050.pdf>.
- NRK. (2024). *Yaras elektrifiseringsplaner lagt på is: - En start på døden til fabrikken*. Retrieved from <https://www.nrk.no/vestfoldogtelemark/full-elektrifisering-pa-yara-i-porsgrunn-lagt-pa-vent-1.16967726>
- Oslo Economics, & Systra. (2024). *KS2 supplerende analyse Langskip: Modenhet i Hafslund Celsios prosjekt*. Retrieved from <https://www.regjeringen.no/globalassets/departementene/ed/2024/pdf/rapport-ks2-sa-hafslund-celsio-2024.pdf>
- Prop. 1 S (2024-2025) Energidepartementet. (2025). *Proposisjon til Stortinget (forslag til stortingsvedtak) for budsjettåret 2025*. Retrieved from <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/prop.-1-s-20242025/id3056642/>
- Prosess21. (2021). *Prosess21 Veikart - Muligheter og utfordringer ved å nå netto null utslipp fra norsk prosessindustri innen 2050*. Retrieved from https://www.prosess21.no/contentassets/39713b28868a41858fc2c8a5ff347c0b/210120-prosess21_veikart_rapport.pdf
- Sokkeldirektoratet. (2024). *Ressursrapport 2024*. Retrieved from <https://www.sodir.no/aktuelt/publikasjoner/rapporter/ressursrapporter/ressursrapport-2024/>
- SSB. (2024). *Utslipp til luft i Norge. Kildetabell 13931*. Retrieved from: <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/forurensning-og-klima/statistikk/utslipp-til-luft>

CICERO ble etablert i 1990 av den norske regjeringen med mandat til å utvikle kunnskapsgrunnlaget i nasjonal og internasjonal klimapolitikk. I dag er CICERO en uavhengig forskningsstiftelse med ca. 100 ansatte og over 100 millioner kroner i årlig omsetning.

CICERO bidrar til omstilling gjennom forskning, analyse, rådgivning og informasjon om klimarelaterte globale miljøspørsmål og internasjonal klimapolitikk. Målet er å generere kunnskap som bidrar til å redusere klimaproblemet og styrke det internasjonale klimasamarbeidet.

CICERO er internasjonalt anerkjent som et ledende institutt for klimaforskning. Seks av instituttets forskere bidro til å skrive den sjette hovedrapporten fra FNs klimapanel, og fler enn 25 av våre forskere har bidratt til klimapanelets rapporter siden 1992. CICERO leder og deltar i store EU- og nasjonale forskningsprosjekter som involverer et bredt spekter av samfunnsaktører.