

Bergens klimagassutslipp mot 2030

Referansebane og mulighetsscenarioer



Bergens klimagassutslipp mot 2030

Referansebane og mulighetsscenarioer

16. oktober 2020

Jan Ivar Korsbakken
Anne Madslie
Reidun Marie Romundstad
Borgar Aamaas

CICERO Senter for klimaforskning

P.B. 1129 Blindern, 0318 Oslo
Telefon: 22 00 47 00
E-post: post@cicero.oslo.no
Nett: www.cicero.oslo.no

Transportøkonomisk institutt

Gaustadalléen 21, 0349 Oslo
Telefon: 22 57 38 00
E-post: toi@toi.no
Nett: www.toi.no

Tittel: Bergens klimagassutslipp mot 2030: Referansebane og mulighetsscenarioer

Forfattere: Jan Ivar Korsbakken, Reidun Marie Romundstad og Borgar Aamaas (CICERO), Anne Madslie (TØI)

Finansiert av: Bergen kommune

Prosjekt: Utslppsframskrivninger i klimabudsjett

Prosjektleder: Borgar Aamaas (fungerende prosjektleder under permisjon: Jan Ivar Korsbakken)

Nøkkelord: Bergen, utslipp, CO₂, transport, oppvarming, energiforsyning, sjøfart, referansebane, utslppsreduksjoner, tiltak, scenarier

Sammendrag:

CICERO og TØI har laget en modell for framskrivninger av klimagassutslipp i Bergen, på oppdrag fra Bergen kommune. Modellen er brukt til å konstruere en referansebane for klimagassutslipp fram til 2030, og tre mulighetsscenarioer med utslppsreducerende tiltak. Referansebanen gir et anslag for utviklingen av utslippene i et scenario uten nye virkemidler utover det som var vedtatt innen utgangen av 2018 eller dem som ligger i Bergen kommunes klimabudsjett. Mulighetsscenarioene representerer stigende ambisjonsnivåer for utslppsreduksjoner, fra Bergens nåværende klimabudsjett, til tiltak i Klimakur 2030, til «radikale» tiltak som forsøker å kutte gjenværende utslipp så mye som rimelig mulig, og samtidig illustrerer hvilke områder som vil være særlig utfordrende for å nå Bergen kommunes mål om fossilfritt Bergen i 2030

Utslippene i referansebanen går ned med 19 prosent fra 2018 til 2030, hovedsakelig som følge av økende elbilandel gjennom perioden, samt økt biodrivstoffandel fram mot 2020 og nasjonalt forbud mot fossil oljefyring fra 2020. Det er imidlertid stor usikkerhet, med kvantifisert usikkerhet som strekker seg fra en marginal økning i utslippene fram mot 2030, til en nedgang på over 30 prosent. Tiltakene i klimabudsjettet (utenom karbonfangst i avfallsforbrenning) reduserer utslippene i 2030 med 13 prosent i forhold til referansebanen. Utvalgte tiltak fra Klimakur 2030 (inkludert karbonfangst i avfallsforbrenning) i tillegg til klimabudsjetttiltakene reduserer utslippene i 2030 ned til 42 prosent under referansebanen. Mer drastiske reduksjoner krever kraftigere midler, som forbud mot kjøring med fossile biler, påbud om elektrifisering eller 100 prosent biodiesel for dieseldrevne motorredskaper, og påbud om bruk av landstrøm for alle skip med fossil drift. Selv i det mest ambisiøse scenariet gjenstår ca. 110 tusen tonn CO₂-ekvivalenter, hovedsakelig fra skipsfart (utenfor havn) og fra industri. For skipsfart er ytterligere tiltak på grensen av det teknisk og politisk mulige innenfor den aktuelle tidsrammen, mens tiltak i industriektoren ikke er evaluert innenfor rammene av dette oppdraget på grunn av mangel på data om hvilke aktiviteter utslippene stammer fra.

Språk: Norsk

Innhold

1	Sammendrag	4
2	Innledning.....	6
3	Metode	8
	3.1 Generell metode	8
	3.2 Sentrale antakelser for referansebanen	11
	3.3 Mulighetsscenarioer	13
	3.4 Usikkerhet	20
4	Sektorspesifikk metodikk	22
	4.1 Overordnede faktorer	22
	4.2 Veitrafikk	23
	4.3 Energiforsyning	31
	4.4 Oppvarming	38
	4.5 Annen mobil forbrenning	42
	4.6 Sjøfart	45
	4.7 Avfall og avløp	51
	4.8 Industri, olje og gass	54
	4.9 Luftfart	55
	4.10 Jordbruk	57
5	Anbefalinger om bruk og tolkning	59
6	Resultater	61
	6.1 Overordnede resultater	61
	6.2 Veitrafikk	65
	6.3 Energiforsyning	70
	6.4 Oppvarming	75
	6.5 Annen mobil forbrenning	78
	6.6 Sjøfart	81
	6.7 Avfall og avløp	86
	6.8 Industri, olje og gass	88
	6.9 Luftfart	89
	6.10 Jordbruk	91
7	Ordforklaringer.....	94

1 Sammendrag

CICERO og TØI har på oppdrag fra Bergen kommune laget en modell for framskrivinger av klimagassutslipp i Bergen, og konstruert en referansebane for utviklingen av utslipp fram til 2030 samt tre «mulighetsscenarier» med tiltak for å redusere utslippene. Referansebanen anslår hvordan utslippene vil utvikle seg uten nye tiltak eller ny politikk utover det som var vedtatt innen utgangen av 2018. Mulighetsscenariene består av tiltak fra Bergens kommunes klimabudsjett for 2020, fra Klimakur 2030, og et scenario med «Radikale tiltak og påbud» som skal utforske mulighetene for å kutte så mye som mulig av de gjenværende utslippene.

Referansebanen og mulighetsscenariene skal vise hvor mye de foreslåtte tiltakene kan bidra til å redusere utslippene i Bergen innen 2030 utover den utviklingen som ellers ville funnet sted, og framheve sektorer hvor det behøves ytterligere tiltak eller hvor det vil være gjenværende utslipp som er spesielt vanskelige å kutte.

Referansebanen er *ikke* en prognose for hvordan utslippene kommer til å utvikle seg, men snarere et anslag for utviklingen i et tenkt scenario hvor kun klimapolitikk vedtatt innen utgangen av 2018 gjennomføres, og hvor ellers alle andre antakelser som inngår i beregningene holder. Man kan heller ikke sammenlikne referansebanen med faktiske utslipp og gå ut fra at differansen skyldes effekten av tiltak utenfor referansebanen. Det er svært mange tilfeldige faktorer som kan få faktisk utvikling til å avvike fra referansebanen utenom effekten av ytterligere klimatiltak. Å anslå faktisk effekt av et gjennomført tiltak krever at man undersøker utviklingen i de underliggende faktorene som tiltaket er ment å påvirke og som i sin tur reduserer utslippene. I mange sammenhenger kan det være svært vanskelig å utlede et årsaks-/virkningsforhold mellom tiltak og observerte utslippsendringer.

Utslippene i referansebanen går ned med 19 prosent fra 2018 til 2030, hovedsakelig som følge av økende elbilandel i veitrafikksektoren, spesielt for personbiler. I tillegg bidrar økt innblanding av biodrivstoff til veigående transport fram til 2020, og en kraftig reduksjon i utslipp fra fossil oppvarming som følge av nasjonalt forbud mot fossil oljefyring fra og med 2020. Reduksjonene motvirkes noe av økte utslipp fra dieseldrevne motorredskaper, tungtransport, og en viss økning i avfallsforbrenning. Usikkerheten er betydelig, med en øvre grense som tilsier en marginal økning i utslippene fra 2018 til 2030, og en nedre grense som tilsier en mer enn halvannen gang så stor utslippsreduksjon. I tillegg er det betydelige usikkerhetskilder som ikke lar seg kvantifisere, spesielt på grunn av usikkerhet i datagrunnlaget og i Miljødirektoratets statistikk, samt datakilder som ikke oppgir noen usikkerhet.

Tiltakene i klimabudsjettet utenom karbonfangst for avfallsforbrenning reduserer utslippene i 2030 med 13 prosent i forhold til referansebanen, med de største bidragene i veitrafikk, sjøfart og annen mobil forbrenning (dieseldrevne motorredskaper). Utvalgte tiltak fra Klimakur 2030 (inkludert karbonfangst for avfallsforbrenning) reduserer utslippene i 2030 ned til 42 prosent under referansebanen, igjen med de største bidragene fra de samme sektorene. For mer drastiske

reduksjoner kreves mer inngripende tiltak av typen påbud om bruk av landstrøm for skip, 100 prosent elektrifisering eller bruk av ren biodiesel for dieseldrevne motorredskaper, forbud mot kjøring med fossile biler, eller kraftige insentiver som i praksis har samme effekt. Med disse tiltakene går utslippene i 2030 ned til 84 prosent under referansebanen, men det gjenstår fortsatt ca. 110 tusen tonn CO₂-ekvivalenter. Størstedelen av dette består av utslipp fra sjøfart til sjøs innenfor kommunegrensen (utslipp i havn elimineres nesten av tiltakene), og fra industri. Sjøfartsutslippene vil være både teknisk og politisk vanskelige å kutte, mens industriutslippene ikke er inkludert i noen av scenariene på grunn av mangfoldet i sektoren og mangel på data om hvor utslippene kommer fra, som gjør det vanskelig å utforme egnede tiltak.

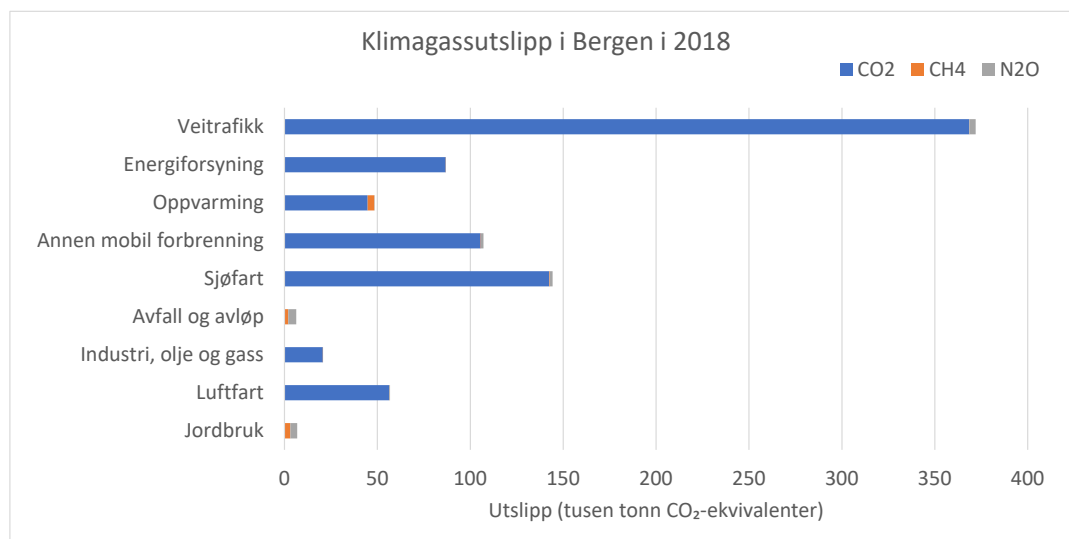
En vesentlig utfordring med arbeidet og kilde til usikkerhet i resultatene er mangel på data på lokalt nivå i mange av sektorene. Dette er også en utfordring for Miljødirektoratets kommunefordelte utslippsstatistikk, som både våre framskrivinger og svært mye annet arbeid på klimagassutslipp i kommuner bygger på. Det er en problemstilling som det arbeides mye med hos Miljødirektoratet og store brukerkommuner, men som sannsynligvis vil kreve mer direkte datainnsamling på lokalt nivå eller mer omfattende krav til rapportering fra virksomheter for å oppnå vesentlig forbedring.

2 Innledning

Bergen kommune har satt seg ambisiøse mål om kutt av klimagassutslipp innen 2030, inkludert et mål om utfasing av fossile brennstoff innen dette året. Kommunen har vedtatt en rekke klimatiltak som del av sitt klimabudsjett, men det vil kreves tiltak langt utover det vedtatte klimabudsjettet for å kunne redusere klimagassutslippene mot null, særlig innenfor en så kort tidsramme som innen 2030.

Som del av dette arbeidet har Bergen kommune gitt CICERO Senter for klimaforskning og Transportøkonomisk institutt (TØI) i oppdrag å utarbeide framskrivinger for klimagassutslipp i Bergen kommune fram til 2030. Framskrivingene består i en referansebane, som anslår hvordan utslippene vil utvikle seg uten nye tiltak utover vedtatt politikk og uten tiltakene i Bergens klimabudsjett, samt tre «mulighetsscenarioer», som inkluderer klimabudsjettet og andre tiltak som i stigende grad reduserer utslippene fram mot 2030. Mulighetsscenarioene skal vise hvor mye foreslåtte tiltak fra for eksempel Bergens Klimabudsjett og Klimakur 2030 kan bidra til å redusere utslippene i Bergen kommune innen 2030, identifisere ytterligere tiltak som kan bringe utslippene i flest mulig sektorer ned mot målet om null fossile utslipp, og kartlegge i hvilke sektorer det vil gjenstå utslipp som kan være spesielt vanskelige å kutte.

De samlede utslippene fra klimagassene karbondioksid (CO₂), metan (CH₄) og lystgass (N₂O) var 849 tusen tonn CO₂-ekvivalenter ifølge Miljødirektoratets kommunefordelte klimagasstatistikk for 2018, det siste tilgjengelige året med statistikk. Utslippene domineres av veitrafikk med 44 prosent av utslippene, men Bergen har flere andre store sektorer med flere titusentalls tonn utslipp hver. Dette gjør det nødvendig med tiltak på et stort antall ulike områder. I arbeidet med denne rapporten har vi laget en referansebane for hver sektor og hver utslippskilde innen hver sektor, samt anslått hvordan utslippsbanene endrer seg som følge av tiltak som utføres utover referansebanen.

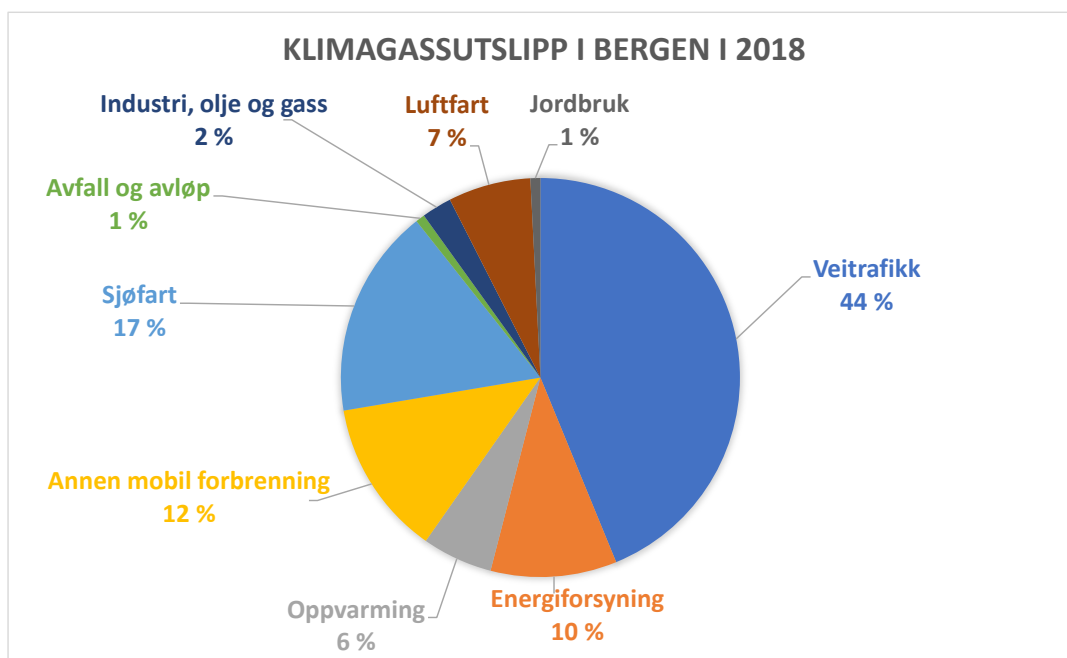


Figur 1: Hvilke sektorer som står bak de direkte klimagassutslippene i Bergen i 2018, ifølge Miljødirektoratets kommunefordelte statistikk for klimagassutslipp (Miljødirektoratet, 2020c). Utslippssektoren avfall og avløp har i tillegg metanutslipp fra avfallsdeponier, men denne utslippskilden er midlertidig tatt ut av Miljødirektoratets kommunefordelte statistikk.

I kapittel 3 beskriver vi den generelle metodikken for hvordan vi har framskrevet utslippene i referansebanen og anslått effekt av tiltakene i hvert mulighetsscenario, samt hvordan mulighetsscenariene er konstruert. I kapittel 4 beskriver vi utførlig hvordan utregningene er gjort spesifikt for hver sektor og hvert tiltak. I kapittel 5 gjør vi kort rede for hvordan referansebanen bør brukes (og ikke brukes), og eventuelt oppdateres i framtiden. I kapittel 6 presenterer vi så resultatene av beregningene sammen med kortfattede kommentarer om hvordan resultatene skal tolkes, samt konklusjoner om behov for ytterligere tiltak.

Utslippsbildet i Bergen er sammensatt av mange svært ulike sektorer, og datagrunnlaget for mange av dem på lokalt nivå er ofte mangelfullt. En modell for å framskrive utslipp og effekt av tiltak blir derfor nødvendigvis kompleks og avhengig av en rekke antakelser. For å sikre at forutsetningene for beregningene er tydelige, har vi beskrevet den sektorspesifikke metodikken i kapittel 4 i relativt høy detaljgrad. Lesere som er mest interessert i resultatene og/eller den overordnede metodikken kan derfor med fordel lese først kapittel 3 og 5, og heller slå opp detaljer i kapittel 4 etter behov.

Arbeidet med modellen og rapporten ble gjennomført i tidsrommet februar til oktober 2020.



Figur 2: Fordeling av klimagassutslippene i Bergen mellom sektorer. Kilde: Miljødirektoratet (2020c)

3 Metode

3.1 Generell metode

I dette oppdraget har vi beregnet et anslag for utviklingen av klimagassutslipp i Bergen kommune fram til 2030 i to ulike typer scenarier: 1) en *referansebane*, som i grove trekk antar at det ikke innføres nye klimatiltak etter et gitt referanseår (2018), og 2) *mulighetsscenarioer*, som anslår hvordan utslippene vil utvikle seg med ulike sammensetninger av nye klimatiltak. Det er gjort beregninger for tre ulike mulighetsscenarioer (se avsnitt 3.3). Alle scenariene starter med de samme utslippene som i Miljødirektoratets kommunefordelte statistikk for klimagassutslipp i referanseåret, definert til å være 2018, det siste året i gjeldende versjon av statistikken da oppdraget ble utført (i 2020).

Beregningsmetodene er i stor grad de samme som i Miljødirektoratets statistikk, men kan være forskjellig der hvor andre beregningsmetoder gir større innsikt i hvilke faktorer som driver tidsutviklingen av utslippene, eller på annen måte er vesentlig bedre egnet for modelleringsformål. Beregningene er gjort ved hjelp av en enkel modell basert på en kombinasjon av Microsoft Excel og dataprosessering i programmeringsspråket Python, samt tallgrunnlag fra en rekke rapporter og modellberegninger gjennomført av tredjeparter.

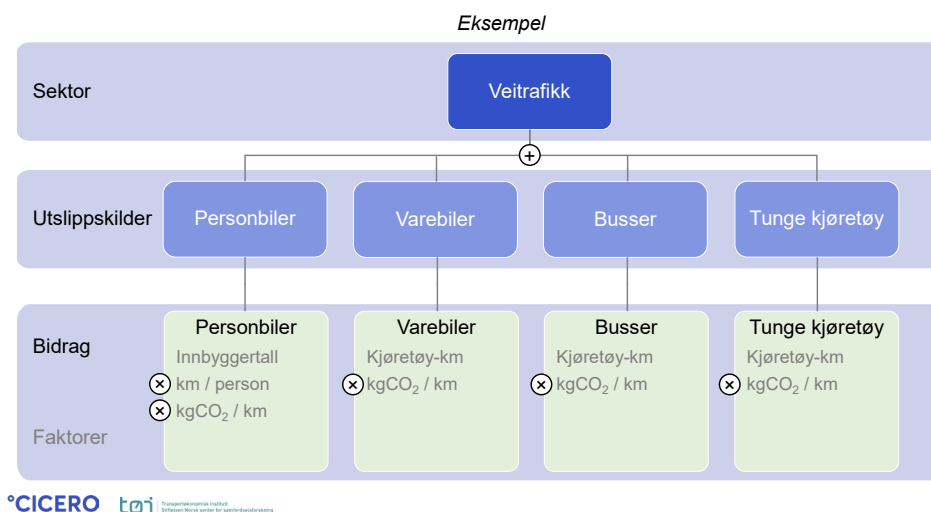
Modellen deler utslippene inn i *sektorer*, og sektorene er delt inn i *utslippskilder* på samme måte som i Miljødirektoratets statistikk (se tabell 1). I tillegg deler vi noen av utslippskildene inn i *bidrag* der hvor en finere inndeling er nødvendig for å modellere utslippene (for de fleste utslippskildene er imidlertid hele utslippskilden selv det eneste bidraget).

Utslippene fra hvert bidrag beregnes ut fra *faktorer*. For hvert bidrag lager vi en formel som regner ut utslippene fra bidraget ved hjelp av størrelser som er drivende faktorer bak utslippene (for eksempel antall innbyggere, ganger antall kilometer kjørt per person, ganger gjennomsnittlig utslipp per kilometer for utslippskilden/bidraget «Personbiler» i sektoren «Veitrafikk»). Vi beregner eller antar så en tidsutvikling for hver faktor fram til 2030, og tidsutviklingen i utslippene bestemmes dermed gjennom tidsutviklingen for hver faktor. I de aller fleste tilfellene er formelen for utslipp fra et bidrag lik produktet (multiplikasjon) av faktorene. I noen få tilfeller benyttes det andre formler. Se beskrivelse for hver enkelt sektor i kapittel 4.

Der det finnes, baseres tidsutviklingen i hver faktor på eksisterende prognoser for Bergen, eventuelt med justeringer som er nødvendige for å sikre at prognosene bak ulike faktorer er konsistente. For noen faktorer bruker vi nasjonale prognoser, slik som for utvikling i BNP per innbygger.

Se figur 3 for et eksempel på hele strukturen Sektor → Utslippskilde → Bidrag → Faktorer. Faktorene i den figuren og i tilsvarende figurer i kapittel 4 gjelder for utslipp av CO₂, men i alle tilfeller benyttes tilsvarende formel for CH₄ og N₂O.

Struktur / Metode



Figur 3: Eksempel på inndeling av en *sektor* (Veitrafikk) i *utslippskilder* og *bidrag*, og beregning av utslipp fra hvert bidrag ved hjelp av *faktorer*. I denne sektoren består hver utslippskilde kun av ett bidrag, mens noen andre sektorer (Energiforsyning, Annen mobil forbrenning, og Avfall og avløp) har mer enn ett bidrag under noen av utslippskildene.

Denne typen dekomponering kalles for strukturell dekomposisjon, og er mye brukt i den akademiske litteraturen og av IPCC (se f. eks. figur 1.7 i Victor et al. (2014)). Greenhouse Gas Protocol (2014b) (GPC) viser til referansebaneutvikling basert på tilsvarende metodikk for Chile og energisektoren i USA. Her i Norge gjør forvaltningen framskrivninger basert på dagens politikk og trender (Finansdepartement, 2017, 2020; Miljødirektoratet, 2017a; Miljødirektoratet et al., 2020), mens referansebaner også har blitt produsert for EU (European Commission, 2016).

Tabell 1: Sektorer, utslippskilder og «bidrag» i Bergen kommune brukt i modellen. Inndelingen i sektorer og utslippskilder følger Miljødirektoratets kommunefordelte utslippsstatistikk.

Sektorer	Utslippskilder	Bidrag	
Veitrafikk	Personbiler		
	Varebiler		
	Busser		
	Tunge kjøretøy		
Energiforsyning	Avfallsforbrenning	Husholdningsavfall	
	Fjernvarme unntatt avfallsforbrenning	Næringsavfall	
Oppvarming	Fossil oppvarming		
	Vedfyring		
Annen mobil forbrenning	Dieseldrevne motorredskaper		
	Snøscootere		
Sjøfart	Bulkskip	Utslipp ved havneleie	Utslipp under seilas
	Cruiseskip		
	Fiskefartøy		
	Gasstankere		
	Kjemikalietankere		
	Kjøle-/ fryseskiper		
	Konteinerskip		
	Offshore supply skip		
	Oljeprodukttankere		
	Passasjer		
	Ro Ro last		
	Stykkgodsskip		
	Andre offshore serviceskip		
Andre aktiviteter sjøfart			
Avfall og avløp	Avfallsdeponigass		
	Biologisk behandling av avfall	Biogassanlegg	
		Kompostering	
	Avløp	Renseanlegg, septiktanker, industrielt avløpsvann ¹	
Industri, olje og gass	Industri, olje og gass		
Luffart	Innenriks luftfart		
	Utenriks luftfart		
Jordbruk	Fordøyelsesprosesser husdyr		
	Gjødselhåndtering		
	Jordbruksarealer		

¹ Disse bidragene behandles under ett, ettersom vi ikke hadde tilstrekkelige data til å fordele utslippene i modellen. Renseanlegg er ventet å være langt på vei det største bidraget av de tre i Bergen.

3.2 Sentrale antakelser for referansebanen

Referansebanen inkluderer kun direkte utslipp av klimagasser som skjer innenfor Bergen kommune (scope 1 i GPC-protokollen). Klimagassene som inkluderes er karbondioksid (CO₂), metan (CH₄) og lystgass (N₂O). Utslipp av CH₄ og N₂O omregnes til CO₂-ekivalenter med vekt faktoren GWP(100) med tall fra den fjerde hovedrapporten fra IPCC (2007), henholdsvis 25 for CH₄ og 298 for N₂O. Vi tar utgangspunkt i metodikk utarbeidet av Miljødirektoratet (Miljødirektoratet, 2020a, 2020b), UNFCCC (2013), IPCC (2006) og i C40 GPC-protokollen (Greenhouse Gas Protocol, 2014a). Vi følger internasjonale retningslinjer for utarbeidelse av referansebaner (se kap. 5 i Greenhouse Gas Protocol (2014b)).

Referansebanen er et estimat for hvordan klimagassutslippene i Bergen ville utvikle seg dersom det ikke gjennomføres noen politiske tiltak som påvirker utslippene utover hva som er igangsatt eller vedtatt innen et bestemt referanseår. Referanseåret er valgt til å være 2018, som var siste år med tilgjengelige data i Miljødirektoratets kommunefordelte utslippsstatistikk da referansebanemodellen ble laget (2020).

Referansebanen skal også tjene som en referanse for å synliggjøre effekten av tiltakene som er inkludert i Bergen kommunes klimabudsjett for 2020. Visse av disse tiltakene ble imidlertid igangsatt før 2018, og var ikke praktisk mulig å skille ut fra referansebanen på grunn av begrensninger i tilgjengelige modellresultater fra eksterne kilder. Dette gjelder spesielt tids- og miljødifferensierte bompenger, som ble innført i henholdsvis 2016 og 2017 (se mer om dette nedenfor). For disse tiltakene er det i stedet anslått en omtrentlig effekt, som er omtalt i seksjon 4.2 og 6.2.

Utviklingen for sektorene Veitrafikk og Oppvarming påvirkes kraftig av henholdsvis omsetningskrav for biodrivstoff (biodrivstoffinnblanding) som trappes opp mot 2020, og forbud mot fyringsolje fra og med 2020. Dette er nasjonale tiltak vedtatt før 2018, og er derfor del av referansebanen. På grunn av den store effekten og fordi sistnevnte også er tatt med i Bergens klimabudsjett for 2020, inkluderer vi også anslag for hva utslippene i de to sektorene ville bli dersom disse to tiltakene ikke var blitt gjennomført (se seksjon 6.2 og 6.4). Kommunalt forbud mot å bruke ikke-rentbrennende ildsteder (vedtatt i 2017) er også inkludert i referansebanen, og fører til lavere utslipp av CH₄ fra utslippskilden Vedfyring i sektoren Oppvarming.

Tabell 2 viser tiltak fra 2018 eller tidligere som er inkludert i referansebanen og er antatt å kunne ha vesentlig betydning for utslippene.

Tabell 2: Statlige, regionale og lokale tiltak fra 2018 eller tidligere som ligger inne i referansebanen.

Tiltak inkludert i referansebanen
Nasjonalt forbud mot oljefyring fra 2020 (nasjonalt)
Nasjonalt krav om innblanding av biodrivstoff, med stigende nivå fram til 2020 (nasjonalt)
Tidsdifferensierte bompenger (kommunalt)
Miljødifferensierte bompenger (kommunalt)
Forbud mot å bruke ikke-rentbrennende ildsteder (kommunalt)

For veitrafikk er skillet mellom referansebanen og mulighetsscenarioer/tiltak til en viss grad diktert av tilgjengelige resultater fra eksisterende trafikkmodeller og antakelsene gjort i de modellene.

For personbiltrafikken har vi benyttet en framskriving av trafikkarbeidet gjort våren 2020 i forbindelse med beregning av inntekspotensialet i de største norske byene (Steinsland et al., 2020). Beregningen er gjort for 2030 ved bruk av Regional transportmodell (RTM) sin delområdemodell Dom Bergen. Det er brukt samme forutsetninger som transportvirksomhetene har lagt til grunn for sine beregninger til Nasjonal transportplan (NTP) 2022-2033. Dette omfatter bl.a. at statlige veiprojekter som påbegynnes i 2019 er inkludert i infrastrukturen i 2030, at både elbiler og andre biler har samme kilometerkostnader som i dag (dvs. ingen veiprisering eller andre nye avgifter) og at

elbilsalget følger utviklingsbanen fra Nasjonalbudsjettet 2019. Dette er regnet om til andel elbiler i bilbestanden ved bruk av modellen BIG (Fridstrøm, 2019).

I 2030-beregningen ligger bomstasjoner og takster inne slik de var per høsten 2019. I modellberegningenes referansebane er den eneste endringen i kollektivtilbudet mot 2030 at bybanen til Fyllingsdalen er tatt inn, mens det for gående og syklistene ikke er lagt inn endringer. Det ligger heller ikke inne nye restriktive tiltak mot bilkjøring eller økte parkeringsavgifter. Samlet sett innebærer dette at bilreiser blir relativt sett billigere i forhold til andre transportformer, i og med at andelen elbiler (som har lavere kostnader enn fossilbilen) øker. Slik vi ser det så er dette en framskriving som i minimal grad inkluderer kommunale virkemidler.

Tilgjengelige modellresultater gjør det altså ikke mulig å skille tids- og miljødifferensierte bompenger ut fra referansebanen eller gi en presis beregning av effekten av disse tiltakene. Vi har likevel gjort et svært omtrentlig anslag for å synliggjøre effekten av disse tiltakene, som spiller en vesentlig rolle for den samlede utslippsreduksjonen i klimabudsjettet for 2020. Se nærmere diskusjon av dette anslaget i seksjon 6.2.

Modellen tar ikke inn energikostnader eksplisitt som en drivende faktor i referansebanen. De fleste delene av referansebanen kan antas å være forholdsvis lite sensitive for energikostnader. Et vesentlig unntak er fjernvarmeproduksjon unntatt avfallsforbrenning. I dette tilfellet har vi lagt inn ulike antakelser om valg av energiformer i de ulike utslippsbanene, som implisitt forutsetter ulike prisnivåer for strøm, pellets og biodiesel. Vi har imidlertid ikke gjort en kvantitativ modellering av hvilke prisnivåer som er kompatible med de andelene vi forutsetter.

3.3 Mulighetsscenarier

3.3.1 Overordnet beskrivelse

Referansebanen gir et anslag for forventet utvikling i klimagassutslipp i et scenario uten nye statlige eller fylkeskommunale klimatiltak utover dem som var vedtatt i 2018. Disse tiltakene er så vidt tilstrekkelige til å nå målet om 30 % reduksjon i forhold til 1991-nivå innen 2020, men ikke på langt nær nok til å nærme seg målet om et fossilfritt Bergen innen 2030. En del av oppdraget har derfor omfattet å anslå effekten av ytterligere tiltak og å sette sammen pakker av tiltak til «mulighetsscenarier» som i ulik grad reduserer utslippene mellom 2020 og 2030 i forhold til referansebanen.

Vi har vurdert følgende mulighetsscenarier (se nærmere beskrivelse i avsnitt 3.3.2-3.3.4):

1. **Klimabudsjett 2020:** Alle tiltak i klimabudsjettet for 2020 utenom CO₂-fangst i avfallsforbrenning (inkluderes i «Klimakur»), samt tidligere kommunale tiltak gjennomføres og regnes med, men ingen ytterligere tiltak før 2030.
2. **Klimakur:** Alle tiltak i scenario 1, samt utvalgte relevante tiltak fra Klimakur 2030.
3. **Radikale tiltak og påbud:** Alle tiltak i scenario 1 og 2, samt radikale tiltak som tilnærmet forbyr bruk av fossile alternativer i Bergen. Deriblant påbud om utslippsfrie kjøretøy (inkludert løsninger for å holde fossil tungtransport utenfor kommunegrensen), påbud om landstrøm eller utslippsfri energi ved havneleie, og påbud om el/hydrogen eller bærekraftig biodrivstoff i luftfart. Fossile klimagassutslipp vil fortsatt finnes i industri, deler av sjøfart, restutslipp fra karbonfangst i avfallsforbrenning, samt CH₄- og N₂O-utslipp i jordbruk, avfall og avløp, og fra bruk av biodrivstoff i andre sektorer.

I det følgende beskrives hvilke konkrete tiltak som inngår i hvert scenario. For å lette senere beskrivelser gis hvert tiltak en kode bestående av 2-3 bokstaver og et tall. Den første bokstaven angir det minst ambisiøse scenarioet som tiltaket opptrer i: «B» for (Bergens) Klimabudsjett 2020, «K» for Klimakur og «R» for Radikale tiltak og påbud. De neste 1-2 bokstavene angir sektor, og følger samme konvensjon som i Klimakur 2030, mens tallet er en løpende nummerering av tiltakene. Tiltakene fra Klimakur 2030 bruker samme nummerering som i Klimakur 2030-rapporten (Miljødirektoratet et al., 2020).

3.3.2 Nærmere beskrivelse av tiltak for «Klimabudsjett 2020»

En liste og nærmere beskrivelse av tiltak i dette scenariet er gitt i Bergen kommunes klimabudsjett for 2020 (Bergen kommune, 2020). På grunn av ressurs hensyn og databegrensninger har vi ikke eksplisitt skilt ut effekten av andre mindre omfattende kommunale tiltak, som dermed i praksis vil være med både i referansebanen og i alle mulighetsscenariene.

Listen over tiltak som tas med og som gir effekt utover referansebanen, er:

- + BT01 Fossilfri kollektivtransport, fylkeskommunale tiltak
- + BT02 Lavutslipps avfallstransport
- + BT05 Samletiltak i veitrafikk²
- + BT07 Vridning av personbiltrafikk, fylkeskommunale og kommunale tiltak
- + BAT01 Fossilfrie bygge- og anleggsplasser (utvidet etter 2020 i forhold til det opprinnelige tiltaket i klimabudsjettet)
- + BE02 Fossilfri fjernvarme
- + BS01 Utslippsfri havn (i praksis kun landstrøm for hurtigruta, offshoreskip og cruiseskip)

Følgende tiltak er allerede inneholdt i referansebanen på grunn av eksisterende vedtak som per definisjon skal inkluderes i referansebanen, eller som (for veitrafikktiltakene) ikke lar seg skille ut fra eksisterende modelleringsresultater med noen meningsfull grad av presisjon:

² Samletiltak: Byutvikling og hjertesoner / Samletiltak: Fornybar transport i kommunal drift / Samletiltak: Redusert personbiltransport, fylkeskommunale tiltak / Samletiltak: Redusert personbiltrafikk, kommunale tiltak utenom sykkel / Samletiltak: Sykkelprosjekt for redusert personbiltrafikk, kommunale tiltak / Samletiltak: Varetransport

- BO01 Utfasing av fossile brensler til oppvarming
- BT03 Redusert personbiltrafikk, kommunale tiltak (tidsdifferensierte bompenger)
- BT04 Reduserte utslipp fra kjøretøy, kommunale tiltak (miljødifferensierte bompenger)
- BT06 Tilgang til fornybare drivstoff, kommunale tiltak

Følgende tiltak holdes utenfor fordi effekten innenfor grensene til Bergen kommune er vanskelig å anslå med noen sikkerhet, men er ventet å være små:

- BO02 Energieffektiviserings- og klimatiltak i bygg

Følgende tiltak utelates fra beregningene ettersom Miljødirektoratet midlertidig fjernet utslippskilden Avfallsdeponigass fra statistikken på grunn av for stor usikkerhet i datagrunnlaget:

- BA01 Deponigassutnyttelse

Følgende tiltak utelates på grunn av at det er uklart om forutsetningene for effektberegningen i klimabudsjettet fortsatt er gyldige, og at anslått effekt dermed kan være urealistisk:

- BE01 Økt materialgjenvinning og redusert avfallsmengde

To tilsvarende tiltak fra Klimakur 2030 – med tilhørende nedskalert effektberegning – tas i stedet med i scenariet Klimakur (se KE06 og KE07 i avsnitt 3.3.3).

CO₂-fangst i avfallsforbrenning tas heller ikke med i dette scenariet selv om det er en del av klimabudsjettet for 2020, da det er et langt mer krevende og kostbart tiltak enn de andre tiltakene i klimabudsjettet, som innebærer større effekt, men også høyere grad av usikkerhet enn de fleste andre tiltakene. Det tas i stedet med i scenariet «Klimakur», som en del av tiltak i Klimakur 2030.

3.3.3 Nærmere beskrivelse av tiltak for «Klimakur»

I dette scenariet tas det i tillegg til alle tiltak i Klimabudsjett 2020 med følgende tiltak fra Klimakur 2030 (Miljødirektoratet et al., 2020) per sektor:

3.3.3.1 Veitrafikk

Følgende tiltak er tatt med og beregnet effekt av:

- + KT05 100 % av nye personbiler er elektriske innen utgangen av 2025
- + KT06 100 % av nye lette varebiler er elektriske innen utgangen av 2025
- + KT07 100 % av nye tyngre varebiler er elektriske innen utgangen av 2030
- + KT08 50 % av nye lastebiler er el- eller hydrogenkjøretøy i 2030
- + KT12 10 % av nye trekkvogner går på biogass i 2030
- + KT13 Økt bruk av avansert flytende biodrivstoff i veitransport

Alle tiltakene overlapper med ulike tiltak i Klimabudsjettet, men er antatt å gi en tilleggs effekt.

Tiltakene KT05-KT12 i oversikten over samsvarer med målene for innfasing av nullutslippskjøretøy fra NTP 2018-2029. I Fridstrøm (2019) er det gjort beregninger ved bruk av modellen BIG for hvordan en innfasing i tråd med disse målene slår ut i nullutslippsandel i den samlede kjøretøyparken, samt hvordan trafikkarbeidet fordeler seg på de ulike drivstofftypene. I referansebanen bruker vi tilsvarende beregning basert på Nasjonalbudsjettet 2019 sine anslag for innfasingstakt. Forskjellen mellom disse to banene kan brukes som et anslag på effekten av tiltakene. Tiltak KT13 vil enkelt kunne la seg beregne i og med at modellen lages slik at bruker selv kan angi andel biodrivstoff.

Det er antatt at følgende tiltak eller tilsvarende utslippsreduksjoner allerede er dekket inn av tiltakene for veitransport i klimabudsjettet for 2020, og ikke dermed utgjør en ytterligere effekt i dette scenariet:

- KT01 Nullvekstmål for personbiltransporten (antatt dekket av tiltaket «Samletiltak: Byutvikling og hjertesoner» og tiltaket «Redusert personbiltrafikk» i klimabudsjettet)

- KT03 Forbedret logistikk for varebiltransport (antatt dekket av «Samletiltak: Varetransport» i klimabudsjettet)
- KT09 100 % av nye bybusser er elektriske innen utgangen av 2025 (antatt dekket av det fylkeskommunale tiltaket «Fossilfri kollektivtransport» i klimabudsjettet)

I tillegg er følgende tiltak ikke tatt med ettersom effekten for Bergen er for usikker eller vanskelig å vurdere med tilgjengelige data:

- KT02 Overføring av gods fra vei til sjø og bane
- KT04 Forbedret logistikk og økt effektivisering av lastebiler (overlapper med «Samletiltak: Varetransport» i klimabudsjettet, men kunne tenkes å gi tilleggseffekt)
- KT10 75 % av nye langdistansebusser er el- eller hydrogenkjøretøy i 2030
- KT11 45 % av nysalg av motorsykkel (MC) og moped er elektriske i 2030

Vi har ikke tilstrekkelige data til å anslå effekten av KT02 lokalt i Bergen. På nasjonalt nivå gir tiltaket en betydelig utslippsreduksjon, på 110 tusen tonn CO₂-ekvivalenter i 2030, eller 1,8 prosent av samlede utslipp fra veitrafikk i referansebanen i 2030 (1,2 prosent i forhold til 2018-nivå). Utslippsreduksjonen i Bergen må imidlertid antas å være vesentlig mindre. Størstedelen av utslippsreduksjonen finner sted gjennom en reduksjon av langdistanse godstransport på vei, samtidig som det blir en mindre økning av utslipp fra godstransport til sjøs og lokalt rundt store havner og godsterminaler. Lokalt i Bergen vil imidlertid effekten hovedsakelig være å erstatte godstransport på vei til og fra kommunegrensen med godstransport på vei til og fra havna og godsterminalen pluss noe økte utslipp fra godstransport til sjøs og på bane inn og ut av kommunen, og dermed en mindre netto utslippsreduksjon enn nasjonalt.

Effekten av KT10 lar seg ikke anslå med tilstrekkelig nøyaktighet i Bergen ettersom vi ikke har opplysninger om hvor stor del av bussutslippene i Bergen som skyldes langdistansebusser. I Klimakur 2030 gir tiltaket en utslippsreduksjon på 60 tusen tonn i 2030, tilsvarende 1 prosent av samlede utslipp fra veitrafikk i referansebanen (0,67 prosent i forhold til 2018-utslipp). Denne reduksjonen kan ikke overføres direkte til Bergen, da utslipp fra langdistansebusser må antas å utgjøre en mye større andel av utslippene fra buss nasjonalt enn i store byer som Bergen, som hovedsakelig bare får utslipp fra starten og slutten av langdistanseruter, og hvor det er langt flere lokale busser i forhold til langdistansebusser.

Det foreligger ikke noen data for utslipp fra motorsykler eller mopeder for Bergen, og utslipp fra disse er ikke omfattet av Miljødirektoratets kommunefordelte klimagasstatistikk. Utslippsreduksjonen fra tiltak KT11 lar seg derfor ikke anslå, og effekten av tiltaket ville heller ikke være synlig i utslippsstatistikken. I Klimakur 2030 gir tiltaket reduksjon på 10 700 tonn CO₂-ekvivalenter på nasjonalt nivå, eller 0,16 prosent av samlede utslipp fra veitrafikk i referansebanen (0,11 prosent i forhold til 2018-utslipp).

3.3.3.2 Energiforsyning

Følgende tiltak fra Klimakur 2030 tas med i denne sektoren:

- + KE03 CCS på BIR
- + KE06 Økt utsortering av brukte tekstiler til materialgjenvinning
- + KE07 Økt utsortering av plastavfall til materialgjenvinning

KE06 og KE07 behandles under ett i kapittel 4 og 6.

Følgende tiltak for utslippskilden Fjernvarme unntatt avfallsforbrenning er allerede inkludert i klimabudsjettet (og gjennomført fra 2020), og gir derfor ingen tilleggseffekt:

- KE04 Erstatte bruk av olje og gass i fjernvarme med fornybar energi

Øvrige tiltak for Energiforsyning angår kun spesifikke utslippskilder utenfor Bergen, og tas derfor ikke med.

3.3.3.3 Oppvarming

Begge tiltakene mot fossil oppvarming i denne sektoren tas med i scenariet, og antas å innebære at utslipp fra fossil oppvarming fases ut fullstendig innen 2030:

- + KO01 Utfasing av mineralolje og gass til byggvarme på byggeplasser
- + KO02 Erstatte gassbruk til permanent oppvarming av bygg

Følgende tiltak tas imidlertid ikke med:

- KO03 Forsert utskifting av vedovner

Referansebanen tar allerede hensyn til at Bergen innfører forbud mot bruk av ikke-rentbrennende ildsteder fra 2021, som i praksis betyr forbud mot de vedovnene som skiftes ut i tiltaket «Forsert utskifting av vedovner» i Klimakur 2030. Tiltaket kan riktignok gi noe høyere effekt i 2050 enn forbudet, avhengig av nøyaktig hva slags ovner som erstatter ikke-rentbrennende ildsteder. Men tiltaket antar enn ganske langsom innfasing, og effekten i 2030 vil derfor ikke overstige den effekten som forbudet antas å gi allerede i 2021.

3.3.3.4 Annen mobil forbrenning

Alle tiltakene her retter seg mot utslippskilden Dieseldrevne motorredskaper (ingen mot snøscootere). To tiltak er tatt med i scenariet:

- + KAT02 70 % av nye ikke-veigående maskiner og kjøretøy er elektriske i 2030
- + KAT05 Bruk av avansert flytende biodrivstoff i avgiftsfri diesel

Følgende tiltak er ikke tatt med fordi effekten for Bergen er for vanskelig å vurdere, eller er antatt å være svært lav:

- KAT01 Forbedret logistikk og økt effektivisering av maskiner på bygge- og anleggsplasser
- KAT03 Nullutslippsløsninger for jernbane
- KAT04 Elektrifisering av fritidsbåter

3.3.3.5 Sjøfart

Følgende tiltak er inkludert i scenariet:

- + KS03 Bruk av avansert biodrivstoff til skipsfart
- + KS04 Landstrøm (et tilsvarende tiltak, BS01 Utslippsfri havn, er allerede en del av klimabudsjetten, men omfatter kun landstrøm til Hurtigruta, offshoreskip og cruiseskip, og det antas derfor at dette tiltaket utvides til å gjelde fiskefartøy, alle typer tankere og godsskip, samt passasjerskip som ikke allerede er utslippsfrie)
- + KS05-KS08 Tiltak på henholdsvis godsskip, offshorefartøy, fiskefartøy og bulkskip (utover landstrøm, hovedsakelig overgang til plug-in hybridelektrisk drift, eller hydrogen, ammoniakk eller LNG som drivstoff)
- + KS10-KS11 Tiltak på ferger og hurtigbåter (overgang til strøm, hydrogen eller hybridelektrisk drift; Vi antar for Bergen at dette tiltaket vil omfatte en fullstendig overgang til strøm eller hydrogen for alle ferger med vesentlige utslipp)
- + KS12 Tiltak på cruiseskip (utover landstrøm)

Følgende tiltak er utelatt på grunn av manglende data, høy kompleksitet eller andre utfordringer med å vurdere effekten for Bergen:

- KS01 Teknisk-operasjonelle tiltak i sjøfart, fiske og havbruk
- KS02 Fartsreduksjon for fartøy
- KS09 Tiltak innen havbruk
- KS13 Tiltak på andre spesialfartøy

Tiltak KS02 (Fartsreduksjon for fartøy) ville i prinsippet kunne gi en ikke ubetydelig utslippsreduksjon under seilas. Vi har imidlertid ikke grunnlag for å anslå hva effekten ville være i Bergen. Den relative effekten av tiltaket avhenger i stor grad av hastigheten, og avtar raskere enn lineært ved lavere hastigheter. Effekten av tiltaket ville derfor være mindre i Bergen enn den

nasjonale effekten beregnet i Klimakur 2030, ettersom den vil ha et langt større bidrag fra lengre ruter med høyere hastigheter enn i farvannet innenfor Bergen kommune. Selv på landsbasis regnes effekten som usikker nok til at Miljødirektoratet valgte ikke å regne den med i den samlede effekten av tiltakene i Klimakur 2030.

3.3.3.6 Avfall og avløp

Ingen tiltak fra Klimakur 2030 er tatt med for denne sektoren.

Klimakur 2030 inneholder kun ett tiltak for avfall og avløp, som ikke antas å gi noen tilleggseffekt i dette scenariet:

- KA01 Økt uttak av metan fra avfallsdeponi

Dette tiltaket utelates av to grunner:

1. Det antas å være dekket inn av tiltaket «Deponigassutnyttelse» i klimabudsjettet. Tiltaket i Klimakur 2030 forutsetter ca. 10 % reduksjon i utslipp av avfallsdeponigass nasjonalt. Tilsvarende tiltak i Bergens klimabudsjett for 2020 er beregnet å gi en reduksjon på 20 % allerede i 2020, og antas derfor å gå lenger enn det som forutsettes i Klimakur 2030.
2. Avfallsdeponigass er midlertidig fjernet fra Miljødirektoratets statistikk, og det foreligger derfor for øyeblikket ikke noe startnivå å regne reduksjoner i forhold til. Se avsnitt 4.7.1.

3.3.3.7 Industri, olje og gass

Ingen tiltak er tatt med i dette scenariet, ettersom effekten av tiltakene vil variere mye for individuelle industribedrifter, slik at man ville måtte studere driften til hver bedrift i en viss detalj for å kunne lage et troverdig estimat, noe det ikke var rom for i denne studien. Ca. 75 prosent av utslippene kommer fra virksomheter hvor SSB ikke oppgir hvilke virksomheter som inngår, slik at det ikke lar seg gjøre å fastslå hva slags type aktiviteter som står for mesteparten av utslippene.

3.3.3.8 Jordbruk

To tiltak tas med i dette scenariet:

- + KJ01 Overgang fra rødt kjøtt til plantebasert kost og fisk (antas å gi reduksjon i antall drøvtyggere i Bergen kommune, og dermed reduksjoner i utslippskildene Fordøyelsesprosesser husdyr og Gjødsehandtering, samt Jordbruksarealer)
- + KJ02 Redusert matsvinn

Andre tiltak er ikke tatt med ettersom effekten for Bergen enten er for vanskelig å anslå eller vil være uvesentlig, og til dels også fordi effekten av tiltakene ikke ville være synlige i Miljødirektoratets kommunefordelte utslippsstatistikk med nåværende beregningsmetode:

- KJ03 Husdyrgjødsel til biogass
- KJ04 Diverse gjødseltiltak
- KJ05 Stans i nydyrking av myr

3.3.3.9 Luftfart

Scenariet omfatter ingen tiltak rettet mot luftfart, ettersom verken klimabudsjettet eller Klimakur 2030 inneholder slike tiltak.

3.3.4 Nærmere beskrivelse av tiltak for «Radikale tiltak og påbud»

Tiltakene i klimabudsjettet i 2020 gir en vesentlig reduksjon av utslippene i forhold til referansebanen, og de utvalgte tiltakene fra Klimakur 2030 gir en betydelig tilleggseffekt. Likevel er det ikke nok for å nå målet om et fossilfritt Bergen i 2030. Det er heller ikke nok til å oppnå 80-95 prosent kutt i forhold til ulike referanseår som vedtatt av Oslo, Stavanger og Trondheim. I de foregående scenariene (Klimabudsjett 2020 og Klimakur) vil det derfor gjenstå forholdsvis store utslipp i mange sektorer (se kapittel 6 for gjenværende utslipp i hver sektor i hvert mulighetsscenario).

Scenariet «Radikale tiltak og påbud» omfatter derfor i tillegg tiltak som i prinsippet kan redusere de gjenværende utslippene mot null i alle sektorene unntatt noen få sektorer (Jordbruk, Industri, Avfall

og avløp, og de utslippene under Sjøfart som kommer fra seilas). Tiltakene har til felles at de foreløpig kan virke radikale på grunn av høye kostnader, teknologiske utfordringer eller sosiale eller politiske barrierer.

Scenariet inneholder følgende tiltak per sektor, nærmere beskrevet under hver sektor i kapittel 4:

- **Veitrafikk:** Følgende tre tiltak innføres for å eliminere utslipp fra veitrafikk innenfor og inn til Bergen (men er ikke nødvendigvis tilstrekkelig for å eliminere utslipp fra gjennomgående tungtransport):
 - + *RT01 Påbud om fossilfrie personbiler.* Kun elbiler, hydrogenbiler og andre fossilfrie personbiler tillates innenfor kommunegrensa. Det opprettes innfartsparkeringer for tilreisende med fossilbiler i tilknytning til kollektivknutepunkt, samt oppstillingsplasser for utslippsfrie leiebiler og leiebiler.
 - + *RT02 Påbud om fossilfrie varebiler.* Tilsvarende tiltak for varebiler. Det opprettes også egnede støtteordninger for firmaer med en stor andel av sin omsetning i Bergen for tidlig avskrivning av fossile varebiler og innkjøp av utslippsfrie alternativer.
 - + *RT03 Påbud om omlasting av varer eller fossilfri tungtransport.* Tilsvarende tiltak for tunge kjøretøy. Det opprettes stasjoner for omlasting av varer til mindre, fossilfrie lastebiler og varebiler ved kommunegrensen, og støtteordninger for lokale bedrifter for å delvis kompensere for økte transportutgifter.
 - + *RT04 Påbud om fossilfri bussdrift.* Tilsvarende tiltak for langdistansebusser, turbusser og andre busser som ikke kjører på oppdrag for Skyss, og som ikke omfattes av BT01. Alle busser pålegges å gå over til fossilfri drift (utslippsfri eller 100 prosent biodrivstoff). Eventuelle langdistanseruter som fortsatt bruker fossil drift må terminere utenfor kommunegrensen og ha overgang til lokale fossilfrie transportmidler derfra.
- **Annen mobil forbrenning:**
 - + *RAT01 Påbud om utslippsfrie motorredskaper eller bruk av 100 % biodiesel.* Alle dieseldrevne motorredskaper som brukes i Bergen må være utslippsfrie innen 2030, eller pålegges kun å bruke 100 % biodrivstoff. Det legges tilsvarende restriksjoner på salg av avgiftsfri fossil diesel innenfor kommunegrensen.
- **Sjøfart:** Følgende tiltak innføres for å eliminere de fleste CO₂-utslipp ved havneleie i Bergen havn. Det er imidlertid vanskelig å se noen tiltak som ville eliminere eller drastisk redusere utslippene under seilas (som inkluderer skip som ikke en gang anløper Bergen havn), i mangel av nasjonale påbud om utslippsfrie skip eller tilsvarende tiltak:
 - + *RS01 Påbud om bruk av landstrøm for skip med fossil energiforsyning.* Det opprettes forbud om bruk av fossile brennstoffer til å drive systemer om bord under havneleie i Bergen. Alle skip må enten kunne forsynes med landstrøm, bruke utslippsfrie/fossilfrie energikilder (strøm, hydrogen, ammoniakk, 100 % biodrivstoff, etc.) eller stenge ned drift fullstendig mens de ligger til havn.
- **Luftfart:**
 - + *RL01 Utfasing av salg av fossilt brennstoff for fly og helikopter.* Alt flydrivstoff som fylles på Flesland og alt salg av drivstoff til andre fly og helikopter i Bergen går over til 100 % biodrivstoff, mens salg av fossilt drivstoff fases ut. Dette fører til at størstedelen av utslipp forbundet med flyavganger og tilhørende bakkebevegelser elimineres.
 - + *RL02 Påbud om biodrivstoff for fly som ankommer Flesland.* Det innføres krav om at fly og helikopter som skal lande på Flesland må benytte 100 % biodrivstoff eller utslippsfrie energikilder (batteri, hydrogen). Dette fører til at størstedelen av utslipp forbundet med innflygning og bakkebevegelser ved ankomst elimineres.

Mange av disse tiltakene kan ikke vedtas eller gjennomføres av kommunen alene på grunn av høye kostnader eller manglende myndighet. Det er ikke foretatt noen utstrakt vurdering av dette. Scenariet forutsetter at Bergen kommune er i stand til å få med fylkeskommunale eller nasjonale myndigheter for å sikre både nødvendige vedtak og økonomiske midler.

Etter at alle tiltakene i dette scenariet er satt i verk vil det fortsatt gjenstå utslipp av betydning i sektorene Avfall og avløp, Jordbruk og Industri. Tiltak i disse sektorene er ikke analysert på grunn av manglende faggrunnlag eller data om nåværende utslipp og/eller effekt av eventuelle tiltak. Deler av utslippene under Sjøfart som kommer fra seilas vil også gjenstå.

I luftfart vil det potensielt være mulig å redusere nåværende utslipp noe ved bruk av elektriske eller hydrogendrevne fly og/eller helikopter. Så langt er kun svært små fly tilgjengelige med batteridrift, og det er uvisst om større flytyper vil være tilgjengelig for kommersiell drift innen 2030, og i så fall hvilke strekninger som ville kunne betjenes med slike fly. Det er også uvisst om det vil være betydelige innslag av fly med hydrogendrevne brenselceller innen 2030. Elektrifisering og bruk av brenselceller i luftfart er derfor ikke tatt med som et tiltak i dette scenariet. Det har heller ikke vært grunnlag for å vurdere tiltak for å redusere flytrafikken, som i så fall ville måtte gjennomføres nesten utelukkende gjennom nasjonale tiltak. I modellen antar vi derfor at all utslippsreduksjon i luftfart i dette scenariet skjer gjennom bruk av biodrivstoff, men elektriske fly eller helikopter vil selvsagt også oppfylle kravene i tiltak RL01 og RL02 og kunne tas i bruk hvis de blir tilgjengelige i tide.

3.3.5 Generelt om beregning av utslippsreduksjoner per tiltak

Vi beskriver her generelt hvordan utslippsreduksjoner forbundet med tiltak beregnes i modellen, og hvordan vekselvirkninger mellom ulike tiltak i et scenario tas høyde for. Spesifikke tilpasninger og særskilte vurderinger for enkelttiltak og enkelte sektorer er beskrevet i kapittel 4.

Effekten av et enkelttiltak beregnes ved å definere eller beregne hvilken endring tiltaket fører til i hver faktor som berøres av tiltaket. For eksempel vil miljødifferensierte bompenger kunne føre til en endring i trafikkarbeid (totalt antall kjøretøykilometer) for både fossile privatbiler (lavere trafikkarbeid) og utslippsfrie biler (noe høyere trafikkarbeid). Effekten på utslipp av enkelttiltaket blir da lik endringen i alle utslipp som beregnes ved hjelp av de endrede faktorene. Beregningene gjøres for hvert år i modellperioden, selv om det i mange tilfeller kan være usikkert akkurat hvor stor effekt tiltaket har i hvert enkelt år. Vi justerer effekten av hvert tiltak for eventuell effekt av andre tiltak som allerede er innført, i de tilfellene hvor flere tiltak påvirker samme faktor og kan endre effekten av hverandre.

For tiltak som er hentet fra Bergen kommunes klimabudsjett i 2020 eller fra Klimakur 2030 tar vi utgangspunkt i de effektene som er oppgitt der med mindre det er tvingende grunner til å gjøre noe annet. Klimabudsjettet og Klimakur 2030 oppgir kun endringer i samlede utslipp for en utslippskilde, sektor eller hele landet, men vi tilbakefører dette til endringer i faktorene som inngår i beregningen av utslippene. Hvis det ikke er opplagt hvilke faktorer som endres eller hvor mye, velger vi de faktorene som virker mest sannsynlige, og definerer størrelsen på endringene i hver faktor slik at de gir de samme utslippsendringene som oppgitt i klimabudsjettet eller i Klimakur 2030.

For tiltak fra klimabudsjettet til Bergen kommune tar vi utgangspunkt i den anslåtte effekten for 2020 som er oppgitt i klimabudsjettet. Vi anslår en tidsutvikling av effekten fram til 2030, med utgangspunkt i at tiltaket skal opprettholdes på samme nivå som i 2020 men uten noen økning i tiltaksgraden eller andre endringer.

3.4 Usikkerhet

Usikkerhet i utslippene i referansebanen og i mulighetsscenariene uttrykkes gjennom et usikkerhetsintervall, definert gjennom en nedre og en øvre grense for utslippene, samt et sentralestimat som ligger innenfor dette intervallet. Sentralestimatet er vårt beste estimat for hva de nåværende utslippene er og hvordan de vil utvikle seg gitt forutsetningene for referansebanen (ingen nye politiske tiltak). Nedre og øvre grenser uttrykker grenser som det er overveiende sannsynlig at utslippene vil holde seg innenfor gitt antakelsene i referansebanen og i mulighetsscenariene, men de er ikke absolutte grenser. De tar ikke høyde for uventede hendelser innenfor modellperioden eller andre faktorer som bryter med antakelsene i beregningene.

Usikkerhetsintervallet reflekterer både et spenn i mulige antakelser og kvantifisert usikkerhet i grunnlagstallene vi bruker. Usikkerhetsintervallet for de samlede utslippene framkommer gjennom at vi konstruerer et sentralestimat og en nedre og øvre grense for hver faktor for hvert år. Sentralestimatet reflekterer vårt beste estimat av faktorens verdi og tidsutvikling. Øvre og nedre grense representerer de antakelsene eller verdiene for grunnlagstall som gir henholdsvis høyest eller lavest verdi for *utslippene*, ikke nødvendigvis høyest eller lavest verdi for faktoren selv.

Øvre og nedre grense for utslippene framkommer altså gjennom å bruke tilsvarende grenseverdier for alle faktorene som inngår i beregningen av utslippene. Det justeres ikke for at et sammenfall av lave eller høye verdier for samtlige faktorer samtidig er mindre sannsynlig enn at noen enkeltfaktorer tar høye eller lave verdier isolert sett, og således er det mer sannsynlig at de samlede utslippene vil holde seg innenfor usikkerhetsintervallet enn at hver enkelt faktor vil gjøre det.

For noen faktorer i noen utslippskilder og bidrag er det kun anslått sentralestimat uten noen egen nedre eller øvre grense. I de fleste tilfeller gjøres dette når vi ikke har noe grunnlag for å anslå usikkerhet eller en rimelig nedre eller øvre sannsynlig verdi. På grunn av dette og på grunn av ikke-kvantifisert usikkerhet i mange av grunnlagsdataene, vil den reelle usikkerheten kunne være større enn det som framkommer gjennom usikkerhetsintervallene.

Usikkerhetene kan påvirke både nivået for de absolutte tallene (altså hvor store de faktisk var i referanseåret 2018) og tidsutviklingen (dvs. veksthastighet mellom 2018 og 2030). Nivåusikkerheten mangler imidlertid for noen utslippskilder hvor vi tar utgangspunkt i bestemte grunnlagstall for de tilhørende faktorene i 2018 og hvor det ikke foreligger noe kvantifisert usikkerhetsanslag. Både usikkerheten i nivå og i tidsutvikling er i utgangspunktet representert i utslippsberegningene i modellen for de utslippskildene hvor begge eksisterer. I de tilfellene hvor vi beregner utslipp i 2018 snarere enn å ta utgangspunkt i Miljødirektoratets verdi, skalerer vi utslippene for hver utslippskilde slik at utslippene i 2018 blir lik Miljødirektoratets statistikk for Bergen i 2018 (dvs. at hver utslippskilde multipliseres med forholdstallet mellom Miljødirektoratets tall for utslippskilden i 2018 og verdien som modellen beregner for 2018). Dette gjøres for å sikre at referansebanen skal være direkte sammenliknbar med utslippsstatistikken fra Miljødirektoratet. I sluttresultatet forsvinner dermed den beregnede nivåusikkerheten (på kunstig vis) i 2018, slik at vi får et usikkerhetsintervall hvor bredden kun reflekterer usikkerhet i *tidsutviklingen* etter 2018.

Det er kun de skalerte utslippsbanene som presenteres i det etterfølgende i denne rapporten. De uskalerte utslippene er tilgjengelige i beregningsmodellen, og dermed også nivåusikkerheten for de utslippskildene hvor den eksisterer. Nivåusikkerheten er imidlertid generelt ikke presentert i denne rapporten, ettersom den ikke er konsekvent beregnet for alle utslippskildene.

Selv om vi angir en nedre og øvre grense for utslippene i hvert scenario er det mulig at utslippene ville bli større eller mindre selv om betingelsene for scenariet var oppfylt. I tillegg til den kvantifiserte usikkerheten som usikkerhetsintervallet representerer, kommer ikke-kvantifisert usikkerhet fra grunnlagstall hvor kilden ikke oppgir noen kvantifisert usikkerhet, og uforutsette hendelser, uventet utvikling og faktorer som ikke er modellert.

Usikkerhet i de historiske dataene fra Miljødirektoratet kjenner vi i de fleste tilfeller ikke kvantitativt. Vi vil derfor bare beskrive denne usikkerheten kvalitativt (i kapittel 6 Resultater). I noen tilfeller har vi flere ulike utslippsestimat for 2018. Selv om det i noen tilfeller kan være grunner til å basere seg på andre estimat, tar vi her utgangspunkt i Miljødirektoratets tall for 2018 (Miljødirektoratet, 2020c), for å sikre at tallene lettest mulig kan sammenliknes med Miljødirektoratets statistikk. Se for øvrig diskusjon av usikkerhet og nedre og øvre utslippsgrense for hver enkelt sektor nedenfor.

4 Sektorspesifikk metodikk

4.1 Overordnede faktorer

For befolkningsvekst og økonomisk vekst legger vi til grunn prognoser for befolkningsvekst og økonomisk vekst fra offentlig forvaltning, fra SSB og Finansdepartementet. Øvre og nedre grense gjenspeiler anslått usikkerhet i disse prognosene.

4.1.1 Befolkningsvekst

For befolkningstall brukes framskrivingene for Bergen (og for kommunene som BIR mottar husholdningsavfall fra for Avfallsforbrenning) fra juni 2018 fra SSB som var de nyeste tilgjengelige regionale framskrivingene da arbeidet ble gjort (SSB, 2018). Sentralestimatene for utslippsberegningene bruker hovedalternativet i SSBs framskriving (MMMM), mens alternativene for lav nasjonal vekst (LLML) og høy nasjonal vekst (HHMH) brukes i henholdsvis nedre og øvre grense for usikkerhetsintervallene.

For å beregne BNP-vekst per innbygger for årene 2020-2024 bruker vi imidlertid SSBs nyeste framskrivingen for *nasjonal* befolkningsvekst fra juni 2020 (SSB, 2020b). Dette gjøres fordi vi bruker BNP-framskrivninger fra revidert nasjonalbudsjett for 2020 (se nedenfor), og antakelsene bak disse må antas å være mer konsistente med befolkningsframskrivingene fra 2020 enn fra 2018. I skrivende stund foreligger ennå ikke oppdaterte regionale befolkningsframskrivninger, framskrivingene for Bergen og BIR-området kunne derfor ikke oppdateres tilsvarende.

4.1.2 Økonomisk vekst

For anslag for økonomisk vekst i referansebaneperioden brukes BNP for fastlands-Norge fra relevante stortingsmeldinger. BNP-vekst for fastlands-Norge i 2018 og 2019 var henholdsvis 2,2 % og 2,3 %, men det hersker stor usikkerhet om hvor stor nedgangen i BNP vil bli i 2020 på grunn av COVID-19-epidemien, og hvor raskt og i hvor stor grad veksten vil ta seg opp igjen i 2021 og årene framover. For årene 2020-2024 lar vi middelverdien og nedre og øvre grense for usikkerhetsintervallet svare til tre baner som ble lagt fram i avsnitt 2.1 av revidert nasjonalbudsjett for 2020 (henholdsvis «Middels oppgang», «Tregere oppgang» og «Rask oppgang») (Finansdepartement, 2020). For å skille mellom befolkningsvekst og økonomisk vekst, dekomponerer vi den totale økonomiske veksten i BNP-vekst per innbygger og befolkningsvekst, ved hjelp av SSBs framskriving for nasjonalt folketall av juni 2020 (SSB, 2020b).

For årene 2025-2030 bruker vi framskrivinger fra Perspektivmeldingen 2017, som var siste tilgjengelige versjon da denne rapporten ble skrevet (Finansdepartement, 2017). Langtidstrenden for BNP-vekst per innbygger for fastlands-Norge er ventet å ligge på 1,2 % (Finansdepartement, 2017). Etter 2024 blir den årlige BNP-veksten per innbygger 1,2 % i sentralestimatet. For øvre grense bruker vi den historiske veksten i fastlands-BNP per innbygger i perioden 1971-2015, på 2,0 % (Finansdepartement, 2017). For nedre grense antar vi et like stort spenn på nedsida, slik at nedre estimat blir 0,4 %. Framskrevet BNP per innbygger er vist i tabell 3.

Tabell 3: Vekst i BNP per innbygger brukt i referansebanen (prosent).

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Øvre grense	1,5	1,7	-5,0	6,3	2,1	1,4	1,3	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Middelverdi	1,5	1,7	-7,8	5,3	3,5	2,0	1,6	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Nedre grense	1,5	1,7	-8,9	3,7	3,9	2,3	1,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4

4.2 Veitrafikk

Veitrafikk i Miljødirektoratets statistikk og i modellen deles i fire utslippskilder:

- Personbiler
- Varebiler
- Busser
- Tunge kjøretøy (lastebiler, vogntog, etc.)

I referansebanemodellen dekomponeres utslippene fra hver utslippskilde som et produkt av følgende faktorer (med ulike verdier for hver utslippskilde):

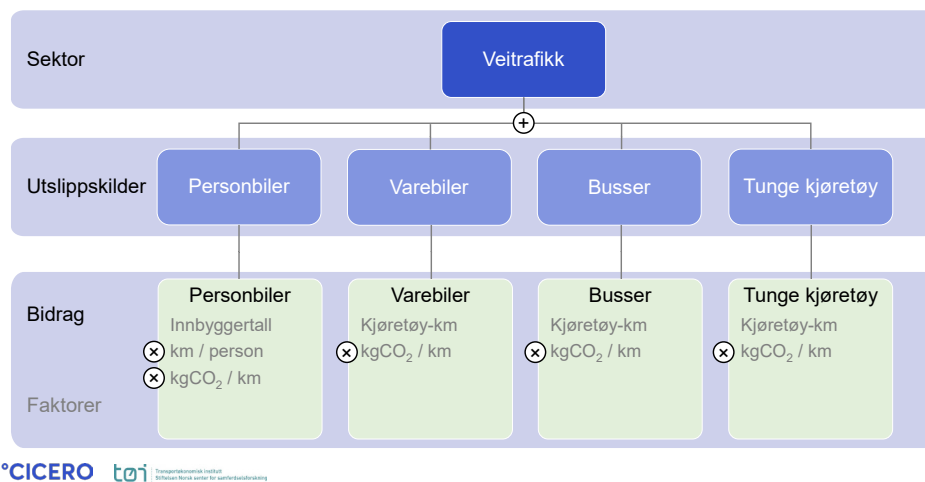
- Trafikkarbeid (antall kjøretøykilometer per år)
- Utslippsfaktor (gjennomsnittlig utslipp per kilometer) vektet for andel fossile biler og bioinnblanding

For personbiler dekomponeres antall kjøretøykilometer videre som et produkt av følgende faktorer:

- Innbyggertall
- Gjennomsnittlig trafikkarbeid (antall kjøretøykilometer per år) per innbygger

Utslippsfaktorene beregnes ved å beregne andeler av ulike typer motorer for hver utslippskilde (dvs. hver kjøretøytype): Nullutslippsbiler (el og hydrogen), ladbare hybrider, ikke-ladbare hybrider, dieselmotorer og bensinmotorer.

Forutsetningene som legges til grunn for beregningene av trafikkarbeid (kjøretøykilometer per kjøretøytype og motortype) og utslippsfaktorer i referansebanen er omtalt i de følgende avsnitt.



4.2.1 Referansebanen

4.2.1.1 Trafikkarbeid

Som utgangspunkt for referansebanens klimagassutslipp fra veitrafikk legger vi til grunn Miljødirektoratets klimagassstatistikk for kommunene for 2018 (Miljødirektoratet, 2020c). Denne baserer seg på beregninger av trafikkarbeid per kjøretøytype per kommune for 2016, gjennomført av Urbanet analyse, ved bruk av RTM. Trafikkarbeid for 2017 og 2018 er skalert basert på et gjennomsnitt av trafikktellinger for disse årene. Dette brukes som inngangsdata til modellen NERVE, som er en beregningsmodell for klimagassutslipp fra veitrafikk i alle norske kommuner. Modellen er utviklet av NILU og Urbanet Analyse på oppdrag for Miljødirektoratet (NILU, 2018). De spesifikke tallene for trafikkarbeid (utkjørte kilometer) per biltype i Bergen framgår ikke av utslippsregnskapet for kommunene, men er mottatt direkte fra NILU i forbindelse med foreliggende

arbeid for Bergen kommune. RTM er transportvirksomhetenes modellverktøy for beregning av reisevirksomhet, og er bl.a. kort omtalt i vedlegg C i NILU (2018).

NILU/Urbanet sine beregninger omfatter ikke framskrivninger av trafikkarbeidet i Bergen. Vi bruker derfor nivå-tall for 2016-2018 fra NILUs beregninger, mens vi må anslå framtidig trafikkarbeid for hver kjøretøytype ved andre metoder. Til dette har vi valgt å benytte en framskriving gjort våren 2020 i forbindelse med beregning av inntekspotensialet i de største norske byene. Forutsetningene som ligger til grunn for beregningene er de samme som er brukt i beregninger til Nasjonal transportplan. Det innebærer bl.a. at veiprosjekter som ble påbegynt i 2019 er inkludert i infrastrukturen i 2030, at elbilene har samme kilometerkostnader som i 2018 (dvs. ingen innføring av f.eks. veiprising eller andre nye avgifter) og at elbilsalget følger utviklingsbanen fra Nasjonalbudsjettet 2019. Dette er regnet om til andel elbiler i bilbestanden ved bruk av modellen BIG (Fridstrøm, 2019), se mer om dette lenger ned. I 2030-beregningen ligger bomstasjoner og takster inne slik de var høsten 2019. Eneste forbedring i kollektivtilbudet fra 2018-situasjonen til 2030 er at bybanen til Fyllingsdalen er forutsatt tatt i bruk. Det ligger ikke inne forbedringer for gående eller syklist, og heller ikke nye restriktive tiltak mot bilkjøring eller økte parkeringsavgifter. Samlet sett innebærer dette at bilkjøring blir relativt sett billigere i forhold til andre transportformer. Beregnet vekst i trafikkarbeid på veier i Bergen kommune fra 2018 til 2030 er 6,3 %.

For busser vil utkjørte kilometer måtte øke noe med økt etterspørsel etter bussreiser, men det vil ikke være en 1:1-sammenheng da det på de fleste tidspunkt av døgnet vil være ledig kapasitet som først utnyttes. Her er det spesielt trafikkvekst for arbeidsreiser som vil være av betydning for om tilbudet må økes. Mottatte data for kjørte kilometer for buss viser veldig stabile tall. I hovedbanen har vi lagt til grunn en økning i tråd med befolkningsutviklingen i Bergen, dvs. 5,8 % vekst fra 2018 til 2030.

Vi kjenner ikke til at det er gjort spesifikke beregninger for utvikling i framtidig trafikkarbeid med varebiler i Bergen. Vi velger derfor skjønsmessig å la varebiltrafikken vokse i takt med befolkningsveksten. For de tunge bilene har vi lagt til grunn siste framskriving på nasjonalt nivå (Madslie et al., 2019). Fra denne har vi brukt beregnet vekst i trafikkarbeid for Hordaland til å framskrive tungbilmatriksen i RTM. Dette gir en trafikkvekst for tunge biler på 19,2 % fra 2018 til 2030.

For personbiltrafikk vil utviklingen over tid være avhengig av befolkning, kollektivtilbud, køer og bompenger i veisystemet mv. Dette ligger inne i vårt sentralestimat for lette kjøretøy, gjennom at disse elementene er inkludert i modellberegningene. Dersom det senere legges inn reviderte befolkningsframskrivninger, er sentralestimatet laget slik at trafikkarbeidet for personbil endres proporsjonalt med befolkningsendringen (dvs. at høyere eller lavere befolkning i et gitt år vil påvirke trafikkarbeidet). Befolkningsutviklingen er også en viktig faktor for veksten for de andre kjøretøytypene, men det er ikke like sterk sammenheng som for personbiltrafikken. Vi legger derfor ikke inn den samme korrigeringen knyttet til endret befolkningsvekst for buss, varebil og tung bil.

Det er vanskelig å angi en øvre og nedre grense for utviklingen i utkjørte kilometer per år. Som et grovt anslag har vi definert et usikkerhetsintervall for antall kilometer lik 10 prosent opp og ned i forhold til sentralestimatet.

4.2.1.2 *Utslippsfaktorer for fossile biler*

I NILUs arbeid med beregningsmodell for utslipp fra veitrafikk har de regnet seg fram til gjennomsnittlige utslippsfaktorer (g CO₂-ekvivalenter per km) per kjøretøytype (personbil, varebil, lastebil og buss) for hver kommune i Norge. Disse er oppgitt som tilleggsinformasjon i klimagasstatistikken for kommunene (Miljødirektoratet, 2020c). Gjennomsnittlige utslippsfaktorer er beregnet basert på utslippsfaktorer for et stort antall kjøretøykategorier (biltyper) og kjøresituasjoner (fart, stigning, kø, veitype, omgivelse mv.), vektet med kommunens fordeling på kjøresituasjoner. Metodikken for dette er beskrevet i NILUs rapport (NILU, 2018).

Utslippsfaktorene omfatter summen av CO₂, CH₄ og N₂O, uttrykt som CO₂-ekvivalenter, og tar hensyn til bioinnblanding og nullutslippsbiler. Basert på disse utslippsfaktorene har vi avledet

gjennomsnittlige brutto utslippsfaktorer for «fossile» personbiler, varebiler, lastebiler og busser (dvs. ikke medregnet nullutslippsbiler og bioinnblanding) basert på oppgitt andel bioinnblanding, nullutslippsbiler og hybrider. Det er forutsatt en el-andel for ladbare hybrider på 50 % både i 2018 og i framtidige år. Figenbaum et al. (2019) angir at kjøring i elbilmodus etter hvert vil øke fra 50 % til 60-75 % for generasjonen biler som lanseres 2019 og framover. Dette kan tas hensyn til, men er noe vi foreløpig ikke har gjort. I og med at utslippsregnskapet ikke angir tall for omfang av og kjøring med hybridbiler, men splitter de ladbare hybridene 50/50 på elbiler og bensinbiler, har vi valgt å gjøre det samme for framtidige år. Utslippsfaktorene gjelder for rene bensin- og dieslbiler, men når de brukes vektet det for andel av kjøringen som foregår med ladbare hybrider.

I referansebanen er innblanding av biodrivstoff tatt med ved beregning av utslippet. Effekten av biodrivstoffinnblanding på de samlede utslippene og hva utslippene ville være uten innblanding, er framstilt i avsnitt 6.2.

Det nasjonale kravet til omsetning av biodrivstoff forutsetter at omsetningen av biodrivstoff skal være minst 20 prosent av samlet mengde flytende drivstoff til veitrafikk i 2020, målt i volum. Bestemte typer avansert biodrivstoff kan imidlertid telles dobbelt for å oppfylle kravet, som innebærer at faktisk innblandingsgrad kan være lavere enn 20 %. I tillegg skal avansert biodrivstoff utgjøre en viss minimumsandel av omsetningen. Fra 2020 er dette kravet 4 %, og betyr at faktisk samlet innblandingsgrad vil være 16 % dersom både kravet for samlet andel biodrivstoff og for andel avansert biodrivstoff oppfylles eksakt. Tabell 4 viser innblandingskrav med og uten dobbelttelling, og hvilken innblandingsandel vi faktisk bruker i referansebanen til å beregne utslippsfaktorer fra biler med forbrenningsmotor.

Fram til og med 2019 legger vi til grunn den rapporterte innblandingen i disse årene, hvor tall fra SSB og Skatteetaten (mottatt via Klimaetaten i Oslo) viser 15,9 % i 2017, 12,2 % i 2018 og 16,2 % i 2019. For 2020 og utover antar vi samme innblanding som i 2019, ettersom innblandingen uten dobbelttelling det året (16,2 %) lå svært nære kravet etter justering for dobbelttelling (16 %). For 2030 er det vedtatt mål om høyere biodrivstoffandel enn vist i tabellen, men dette er foreløpig kun et mål, ikke et vedtatt krav eller et tiltak med vedtatte virkemidler, og tas ikke med i referansebanen.

For diesebilene har vi valgt å ikke legge til grunn noen endring i utslippsfaktor over tid, dvs. det brukes samme utslippsfaktorer for hele perioden 2018 til 2030. Man kan tenke seg en viss energieffektivisering, men samtidig kan det også bli økte utslipp per kilometer på grunn av økende andel kjøring i kø. I referansebanen forutsettes forenklet at disse effektene oppveier hverandre. For bensinpersonbiler har det vært en nedadgående trend i utslipp per kilometer som vi har valgt å ekstrapolere utover i perioden. For øvre og nedre grense for usikkerhetsintervallet har vi forutsatt utslippsfaktorer som er 10 prosent høyere og lavere enn sentralestimatet.

Tabell 4: Nasjonalt omsetningskrav for biodrivstoff (Miljødirektoratet, 2017b), og faktisk innblanding historisk og benyttet i referansebanen, regnet som andel av volum (oppgitt i statistikk) og av energiinnhold (beregnet). Krav og statistikk regnes som andel av omsatt volum (antall liter), men utslippsberegninger avhenger av bioandelen av energiinnholdet, som er ulik grunnet ulik energitetthet i bensin og fossilt diesel i forhold til henholdsvis etanol og biodiesel. Volum er omregnet til energi ved hjelp av energiinnhold og massetetthet fra tabell 3.2 i nasjonalt utslippsregnskap (Miljødirektoratet, 2020a).

	Omsetningskrav	Omsetningskrav uten dobbelttelling	Faktisk innblanding ³	Bensin	Diesel
2016	5,5 %	5,5 %	9,9 %	5,7 %	11,5 %
2017	7,0 %	6,25 %	15,9 %	6,0 %	19,6 %
Fra 1. oktober 2017	8,0 %	6,75 %	15,9 %	6,0 %	19,6 %
2018	10,0 %	8,25 %	12,2 %	6,5 %	14,2 %
2019	12,0 %	9,75 %	16,2 %	8,8 %	18,8 %
Referansebanen (2020-2030)	20,0 %	16,0 %	16,2 %		

³ Faktisk innblanding brukt i referansebanen, uten dobbelttelling av avansert biodrivstoff

4.2.1.3 Andel fossile biler, og fordeling på drivstofftyper/energibærere

For å beregne de samlede utslipp fra veisektoren må vi vite hvor mye av transporten som foregår med kjøretøy med ulikt drivstoff eller energibærer.

Det er vanskelig å si noe sikkert om hvor fort utviklingen mot nullutslippskjøretøy vil gå innenfor de ulike kjøretøykategoriene. I det følgende redegjør vi for hvilke vurderinger vi har lagt til grunn for referansebanen.

Personbiler

For personbiler har vi valgt å legge til grunn referansebanen i Nasjonalbudsjettet 2019, som sier at 75 % av alle **nye** biler skal være elbiler og resten ladbare hybrider i 2030. I Fridstrøm (2019) er bilgenerasjonsmodellen BIG brukt til å beregne fordelingen av bilparken på ulike drivstofftyper i hvert enkelt år fram til 2050, basert på denne forutsetningen om nybilsalget. Det er også gjort en beregning av hvordan bilparken i det enkelte fylke kan se ut år for år framover, gitt den nasjonale elbilandelen og historisk utvikling i elbilsalg per fylke. For Hordaland (fylkesinndeling fra før sammenslåingen) er det beregnet en andel elbiler i 2030 på 64,4 %, som er tilnærmet samme nivå som beregnet for Oslo. I øyeblikket er andelen elbiler i Bergen kommune høyere enn når man ser på Hordaland samlet, men det er vanskelig å si hvordan dette vil utvikle seg framover, ikke minst fordi det er grunn til å tro at en større andel i Bergen har utfordringer knyttet til hjemmelading enn det en har i andre deler av opprinnelige Hordaland fylke.

Det er med andre ord vanskelig å vite nøyaktig hvor fort utviklingen i elbilandel vil gå. En viktig faktor er knyttet til at biler har lang levetid. Ifølge Fridstrøm og Østli (2016) går det 7-8 år fra det tidspunkt nullutslippsbiler har overtatt halve markedet for nye personbiler til de utgjør halvparten av bestanden. For å oppnå 90 % nullutslippskjøretøy tar det 12-15 år fra de utgjør halvparten av bilsalget. Selv om det allerede er slik at en høy andel av bilene som selges i Bergen er nullutslippsbiler, og dagens raske utvikling av elbiler med lengre rekkevidde gjør elbil til et gunstig valg for mange, så er det likevel noen momenter som taler imot at alle i Bergen på kort sikt vil kjøpe nullutslippsbiler. Et viktig moment er manglende hjemmeladingsmulighet for deler av befolkningen i Bergen. Etter hvert som bilene får lengre rekkevidde kan dette problemet reduseres, ved at man kan lade sjeldnere og dekke behovet med kun hurtiglading. Noen vil imidlertid alltid ha en type transportbehov som gjør at elbil ikke er førstevalget, selv med økt rekkevidde på nye modeller.

Den tidligere nevnte beregningen av framtidig trafikkarbeid for personbiler i Bergen, er gjort med en forutsetning om at bilparken er satt sammen i henhold til framskrivingen fra BIG. I og med at elbilene har lavere kjørekostnader enn andre biler, beregner vi at de står for noe mer av trafikkarbeidet enn sin andel av bilparken. Sammen med halvparten av trafikkarbeidet for ladbare hybrider beregnes at 69,7 % av trafikkarbeidet foregår med nullutslippskjøretøy i 2030. Fordelingen av «fossilt» trafikkarbeid mellom bensin- og dieslbiler gjøres slik at det samsvarer med framskriving fra BIG.

Vi velger å definere et usikkerhetsintervall hvor øvre grense for kjøring med nullutslippsbiler (det vil si *nedre* grense for usikkerhetsintervallet for utslipp) er som beregnet i den såkalte NTP-banen (innfasing av ny teknologi i henhold til målsetting i NTP 2018-2029). I Fridstrøm (2019) beregnes i denne banen 14,5 % høyere nullutslippandel i 2030 enn i NB2019-banen. Dette innebærer at ca. 80 % av kjøringen foregår med nullutslippsbiler. Nedre grense for innfasing (det vil si *øvre* grense for utslippene) lar vi svare til 30 % lavere nullutslippandel enn i sentralestimatet. Dette gir en andel personbiler med nullutslippsteknologi på knapt 49 % i 2030.

Varebiler, godsbiler (tunge kjøretøy) og busser

Også for varebiler, godsbiler og busser har Fridstrøm (2019) beregnet andel nullutslippskjøretøy i bilparken basert på Nasjonalbudsjettet 2019 sine anslag på forventet innfasing av nullutslippskjøretøy. For varebiler er det lagt til grunn at 37,5 % av nye varebiler solgt i 2030 skal være batterielektrisk. For de tunge godsbilene er det i denne framskrivingen kun en neglisjerbar andel med nullutslipp fram til 2030.

Fridstrøm (2019) gir imidlertid ikke fylkesvise eller regionale elbilandeler for varebiler, lastebiler og busser.

For årene 2016 til 2018 har vi for varebiler mottatt informasjon fra Miljødirektoratet om kilometer kjørt i Bergen per drivstofftype/energibærer. For framtidige år tar vi utgangspunkt i Fridstrøm sine beregninger for nullutslippskjøretøy på nasjonalt nivå fra Nasjonalbudsjettet 2019. Dette gir en nullutslippsandel på ca. 23 % for kjøring med varebil i 2030. For lastebil gir BIG-modellen sin framskrivning av nasjonalbudsjettets innfasingsbane kun svært begrenset andel nullutslippsbiler i 2030, med under 1 % av trafikkarbeidet.

For buss kjenner vi ikke fordeling av kjøredistansen på ulike drivstofftyper, kun samlet distanse samt en gjennomsnittlig utslippsfaktor. Vi benytter BIG sin nasjonale andel kjøring med nullutslippsbusser både for 2018 og framtidige år. I 2030 har en i referansebanen ca. 35 % kjøring med nullutslippsbuss, en økning fra 8,5 % i 2018. Dette gir noe lavere utslipp fra buss i referanseåret 2018 enn i Miljødirektoratets utslippsstatistikk, som ikke inneholder nullutslippsbusser som en egen kategori. Forskjellen fjernes ved at de beregnede utslippene skaleres til samme nivå som i statistikken i referanseåret, jamfør avsnitt 3.4.

Som en øvre grense for andel nullutslippskjøretøy ser vi på Fridstrøms beregning knyttet til NTP 2018-2029 sin målsetning om nybilsalget. Det opereres der med et mål at *nye varebiler* fra 2030 enten skal være batterielektriske eller hydrogendrevne. Det samme gjelder alle *nye bybusser* fra 2025 og 75 % av *langdistansebussene* fra 2030. Halvparten av de *nye lastebilene* skal være batteri- eller hydrogendrevne fra 2030, mens andelen hybridiserte nye lastebiler skal øke fra 1 % til 50 % av alle lastebiler med forbrenningsmotor mellom 2018 og 2030. En fordel med BIG-modellen er at den følger bilbestanden fra år til år slik at tregheten i utskiftingen av bilparken tas hensyn til. Nedre grense for andel nullutslippskjøretøy legger vi 30 % lavere enn i referansebanen.

4.2.2 Tiltaksanalyser

Mulighetsscenariene inneholder en rekke tiltak for veitrafikksektoren fra klimabudsjettet og fra Klimakur 2030. Merk at det er en vesentlig grad av overlapp mellom tiltakene, og i noen tilfeller uklart i hvilken grad effekten av enkelte tiltak i klimabudsjettet allerede er inkludert i modellberegningene som ligger til grunn for referansebanen. I effektberegningen vi anslår for tiltakene i modellen forsøker vi så langt som mulig å korrigere for slike overlapp, men både tekniske utfordringer og uklarheter i definisjonene av tiltakene gjør likevel at det kan forekomme ukorrigerede overlapp i modellen.

Følgende tiltak fra klimabudsjettet inkluderes i modellen på en relativt enkel måte:

- **BT01 Fossilfri kollektivtransport, fylkeskommunale tiltak:** Effektberegningen i klimabudsjettet anslår at tiltaket kutter 6600 tonn CO₂-ekvivalenter gjennom elektrifisering og til sammen 16900 tonn gjennom overgang til biogass og biodiesel i løpet av 2020. Elektrifisering reduserer trafikkarbeidet for dieselbusser (og øker det tilsvarende for nullutslippsbusser), mens overgang til biodrivstoff øker faktoren biodrivstoffinnblanding for dieselbusser. Vi antar følgende:
 - *Middelverdi:* Faktoren trafikkarbeid for dieselbusser multipliseres med en reduksjonsfaktor lik 1 minus 6600 delt på 30400 (=0,783), som er det antall tonn utslipp det ble oppgitt at reduksjonen i klimabudsjettet var beregnet ut fra (2018). Dette tallet omfatter noe busstrafikk utenfor kommunegrensen, og vi må derfor anta at den relative reduksjonen er omtrent den samme i og utenfor Bergen kommune. Trafikkarbeidet for nullutslippsbusser øker med et tilsvarende antall kilometer. Faktoren biodrivstoffinnblanding for dieselbusser multipliseres tilsvarende med en vekstfaktor som tilsvarende en relativ utslippsreduksjon på 16900 tonn dividert med de resterende utslippene. Nedjusteringene begynner i 2020.
 - *Nedre grense:* Lik middelverdien, altså ikke noe usikkerhetsintervall utover det som allerede er angitt gjennom faktorene som påvirkes av tiltaket.
 - *Øvre grense:* Lik middelverdien

- **BT02 Lavutslipps avfallstransport:** Dette tiltaket gir en reduksjon i utslipp fra tunge kjøretøy (antatt at alle kjøretøy til avfallstransport faller inn under denne utslippskilden). Effekten i klimabudsjettet er anslått til 3200 tonn CO₂-ekvivalenter i 2020. Det var uklart fra beskrivelsen om reduksjonen skulle oppnås ved hjelp av elektriske søppelbiler eller overgang til rent biodrivstoff. Vi antar det siste, og modellerer effekten på samme måte som for biodrivstoffdelen av BT01:
 - *Middelverdi:* Faktoren biodrivstoffinnblanding for tunge kjøretøy justeres slik at utslippene fra tunge kjøretøy nedjusteres med en faktor lik 1 minus 3200 dividert med utslipp fra tunge kjøretøy i 2015 (92199,7 tonn, som gir en reduksjonsfaktor på 0,965), i forhold til verdien før tiltaket ble gjennomført. Nedjusteringen slår inn i 2020.
 - *Nedre grense:* Lik middelverdien
 - *Øvre grense:* Lik middelverdien
- **BT05 Samletiltak i veitrafikk:** Dette tiltaket inneholder en rekke deltiltak. Alle tiltakene reduserer faktoren trafikkarbeid for diesel- og bensinbiler, til dels gjennom incentiver til mindre bilkjøring og dermed lavere trafikkarbeid generelt, og til dels gjennom å flytte trafikkarbeidet over til nullutslippskjøretøy. De fleste deltiltakene er rettet mot personbiler, men i noen grad også mot vare- og tungtransport. Vi antar derfor noe vilkårlig at to tredjedeler av utslippsreduksjonene skjer blant personbiler, mens resten fordeles likt mellom varebiler og tunge kjøretøy. Tiltakene anslås å gi en samlet reduksjon på 27700 tonn CO₂-ekvivalenter (antatt i forhold til 2015). Vi antar dermed at trafikkarbeidet for fossile personbiler reduseres med en faktor som ville gitt en utslippsreduksjon på 18500 tonn i 2015, mens trafikkarbeidet for fossile varebiler og tunge kjøretøy hver reduseres med en faktor som ville gitt en utslippsreduksjon på 4600 tonn hver.
- **BT07 Vridning av personbiltrafikk, fylkeskommunale og kommunale tiltak:** Dette tiltaket omfatter innfartsparkering og nye parkeringsbestemmelser i kommuneplanens arealdel (KPA) av 2019. Dette vil ventes å gi moderate reduksjoner i faktoren transportarbeid. Utslippsreduksjonen er anslått til 13600 tonn i 2020 (antatt i forhold til 2015-nivå), og vi lar derfor trafikkarbeidet for fossile personbiler fra og med 2020 reduseres med en faktor som ville gitt en utslippsreduksjon på 13600 tonn i 2015.

Følgende tiltak er innført allerede før referanseåret og inkludert i modellberegningene som danner grunnlaget for referansebanen. De har derfor ikke effekt utover referansebanen. Den omtrentlige effekten av dem er diskutert i grove trekk i seksjon 6.2:

- **BT03 Redusert personbiltrafikk, kommunale tiltak (tidsdifferensierte bompenger)**
- **BT04 Reduserte utslipp fra kjøretøy, kommunale tiltak (miljødifferensierte bompenger)**

Scenariet Klimakur inneholder i tillegg seks tiltak fra Klimakur 2030. Fem av disse går ut på at hele eller en bestemt andel av salg av nye biler av ulike typer er utslippsfrie:

- **KT05 100 % av nye personbiler er elektriske innen utgangen av 2025**
- **KT06 100 % av nye lette varebiler er elektriske innen utgangen av 2025**
- **KT07 100 % av nye tyngre varebiler er elektriske innen utgangen av 2030**
- **KT08 50 % av nye lastebiler er el- eller hydrogenkjøretøy i 2030**
- **KT12 10 % av nye trekkvogner går på biogass i 2030**

Tiltakene reduserer faktoren «andel fossile biler» for ulike typer biler (personbiler for KT05, varebiler for KT06 og KT07, og tunge kjøretøy for de to siste) i ulike år. I analysen grupperer vi KT06 og KT07 sammen som ett tiltak for varebiler, og tilsvarende KT08 og KT12 som ett tiltak for tunge kjøretøy. Tiltakene innebærer en mer ambisiøs innføring av nullutslippsbiler enn i middelverdien for referansebanen, men ligger veldig nær den innføringen som forutsettes i NTP, og som dermed ligger til grunn for *nedre grense* av usikkerhetsintervallet for referansebanen. Forskjellen er at NTP er litt mindre ambisiøs for varebiler (100 % av nye lette varebiler er elektriske

innen 2030 snarere enn 2025) men noe *mer* ambisiøs for tunge kjøretøy (50 % av *alle* nye tunge lastebiler er elektriske eller hydrogenkjøretøy i 2030, inkludert trekkvogner). I mangel av bedre estimater vurderer vi at disse forskjellen er små i forhold til usikkerheten, og benytter derfor nullutslippsandelene i NTP som et estimat for effekten av tiltakene. Det betyr konkret at tiltakene i modellen gjør at nullutslippsandelene for hver biltype øker tilsvarende differansen mellom middelverdien og nedre grense for referansebanen, og at andelene bensin- og dieslbiler reduseres tilsvarende. Det defineres ikke noe ytterligere usikkerhetsintervall.

I tillegg inneholder Klimakur ett tiltak fra Klimakur 2030 relatert til biodrivstoff:

- **KT13 Økt bruk av avansert flytende biodrivstoff i veitransport:** Innblanding av biodrivstoff i referansebanen ligger konstant på 16,2 prosent fra 2020 til 2030 (omsetningskrav minus dobbelttelling for avansert biodrivstoff). Tiltaket innebærer at omsetningskravet økes gradvis til nominelt 40 prosent i 2030, og at hele økningen må skje med avansert biodrivstoff. Gitt dobbelttelling betyr det at faktisk innblandingsgrad i 2030 blir 30 prosent, eller 10 prosentpoeng økning i forhold til referansebanen og i forhold til 2020. Vi antar derfor følgende:
 - *Middelverdi:* Innblanding av biodrivstoff øker til 30 prosent (fra 20 prosent i referansebanen) i 2030. Dette innebærer en tilsvarende reduksjon i utslippsfaktor for fossile biler for CO₂, og en justering av utslippsfaktoren for CH₄ og N₂O til å gjenspeile den nye biodrivstoffandelen. Effekten fases inn i samme takt som landsgjennomsnittet i Klimakur 2030, som er angitt i tabell T 10 i Klimakur 2030 (Miljødirektoratet et al., 2020). Klimakur antar at hele økningen skjer ved hjelp av HVO biodiesel, og vi antar derfor at andelen biodrivstoff i diesel øker med samme antall prosentpoeng som angitt i tabell T 10 i Klimakur 2030. Dette betyr at vi undervurderer effekten noe ettersom mengden biodrivstoff i bensin ikke øker og mengden biodiesel derfor må øke noe mer for å kompensere. Men gitt den antatt lave andelen bensin og enda lavere andel i 2030 (på grunn av elektrifisering) vil denne feilen sannsynligvis ikke være større enn 1-2 prosentpoeng, og innebærer en betydelig forenkling av modelleringen.
 - *Nedre grense:* Lik middelverdien
 - *Øvre grense:* Lik middelverdien

Til slutt inneholder scenariet «Radikale tiltak og påbud» tre tiltak rettet mot veitrafikk:

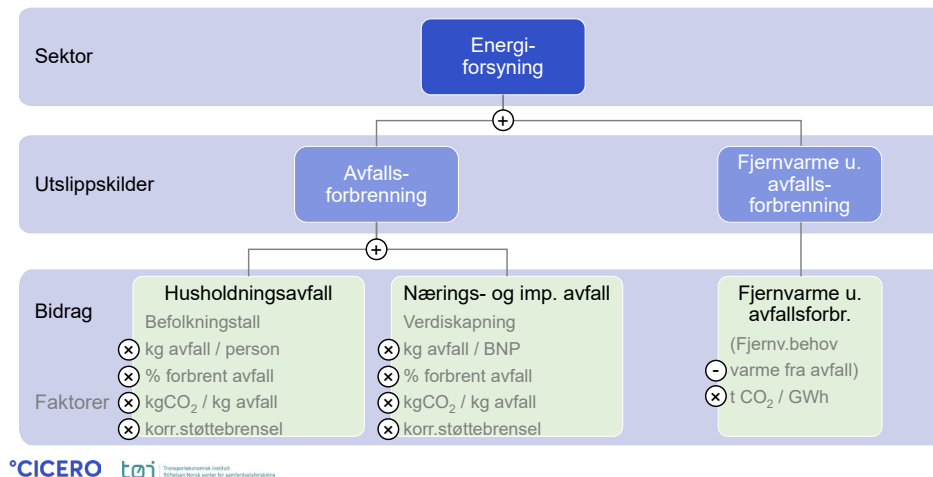
- **RT01 Påbud om fossilfrie personbiler:** Påbudet reduserer faktoren «andel fossile biler» til null for personbiler. Vi antar at påbudet gjøres gjeldende fra og med 2030 slik at full effekt oppnås det året, men at det fører til en gradvis reduksjon før dette i takt med at folk bytter ut biler i forkant av påbudet.
 - *Middelverdi:* Faktoren «andel fossile biler» for personbiler multipliseres med en reduksjonsfaktor lik 1 fram til og med 2025, og som deretter avtar lineært til 0 i 2030.
 - *Nedre grense:* Lik middelverdien
 - *Øvre grense:* Lik middelverdien
- **RT02 Påbud om fossilfrie varebiler:** Tiltaket behandles på samme måte som RT01, men fordi varebiler normalt har kortere utskiftingstid enn personbiler, starter innfasingen av tiltaket senere:
 - *Middelverdi:* Faktoren «andel fossile biler» for varebiler multipliseres med en reduksjonsfaktor lik 1 fram til og med 2027, og som deretter avtar lineært til 0 i 2030.
 - *Nedre grense:* Lik middelverdien
 - *Øvre grense:* Lik middelverdien
- **RT03 Påbud om omlasting av varer eller fossilfri tungtransport:** Dette tiltaket vil føre til at en økt andel aktører skifter ut tunge kjøretøy som opererer i og rundt Bergen med utslippsfrie alternativer, slik at faktoren «andel fossile biler» for tunge kjøretøy går ned. Men på grunn av antatt begrenset tilgjengelighet på utslippsfrie alternativer for tunge

kjøretøy, vil en minst like viktig effekt være at trafikkarbeidet for tunge kjøretøy går ned, mens trafikkarbeidet for varebiler går *opp*. Det forutsettes at denne økningen gjøres med kun utslippsfrie varebiler. Økningen i trafikkarbeid for varebiler må ventes å være større enn reduksjonen for tunge kjøretøy, ettersom det kreves flere varebiler for å transportere innholdet i et vogntog eller tilsvarende tungt kjøretøy.

- *Middelverdi*: Vi antar at *antallet* utslippsfrie tunge kjøretøy i 2030 dobles, og justerer trafikkarbeid for tunge kjøretøy tilsvarende, mens andel fossile biler for tunge kjøretøy settes til null. Samtidig økes trafikkarbeidet for varebiler tilsvarende tre ganger reduksjonen i trafikkarbeidet for tunge kjøretøy. Effektene tiltar lineært fra null i 2027 til full effekt i 2030.
 - *Nedre grense*: Lik middelverdien
 - *Øvre grense*: Lik middelverdien
- **RT04 Påbud om fossilfri bussdrift**: Dette tiltaket eliminerer gjenværende fossile CO₂-utslipp fra busser, gjennom overgang til el/hydrogen og bruk av biodrivstoff. Vi antar for enkelhets skyld at samlet antall utkjørte kilometer ikke påvirkes. I realiteten kan det tenkes at det vil være marginale endringer i kilometertall som følge av endringer i billettpriser eller at enkelte aktører legger om eller nedlegger ruter, men dette vil ikke påvirke utslippene i Bergen. Gjenværende utslipp av CH₄ og N₂O avhenger av hvor mye av busstrafikken som går over til biodrivstoff og hvor mye som går over til nullutslippsløsninger. Vi antar like store andeler for middelverdien, og ekstreme tilfeller med overgang til kun det ene eller det andre i nedre og øvre grense:
 - *Middelverdi*: Halvparten av gjenværende trafikkarbeid for dieselbusser går over til nullutslipp til 2030, og økningen skjer lineært fra og med 2028. Andelen biodrivstoff for busser generelt økes lineært fra og med 2028 til 100% i 2030.
 - *Nedre grense*: Alt gjenværende trafikkarbeid for busser går over til nullutslipp i 2030, med samme innfasingstakt som middelverdien.
 - *Øvre grense*: Gjenværende trafikkarbeid for dieselbusser forblir uendret, men andelen biodrivstoff for busser settes til 100% i 2030, med samme innfasingstakt som i middelverdien.

4.3 Energiforsyning

I Bergen består sektoren Energiforsyning av to utslippskilder: Avfallsforbrenning, og Fjernvarmeproduksjon unntatt avfallsforbrenning. Andre kilder i denne sektoren er ikke relevante i Bergen.



4.3.1 Avfallsforbrenning

Avfallsforbrenning omfatter utslipp fra forbrenning av restavfall ved BIRs energianlegg i Rådalen. Dette er den eneste kilden til utslipp fra avfallsforbrenning i Bergen i Miljødirektoratets statistikk.

Utslippskilden deles opp i tre ulike bidrag, basert på hvor avfallet kommer fra:

- Husholdningsavfall (avfall fra private husholdninger, inkludert hele BIRs tilfongsområde i og utenfor Bergen kommune)
- Næringsavfall (avfall fra bedrifter og andre virksomheter) og importert avfall (avfall importert fra utlandet for energigjenvinning)

Utslipp fra husholdningsavfall modelleres som et produkt av følgende faktorer:

- Innbyggertall i BIR Avfallsforbrennings mottaksområde
- Gjennomsnittlig mengde mottatt husholdningsavfall per person i mottaksområdet
- Andel forbrent husholdningsavfall (restavfall pluss forbrent utsortert avfall)
- Gjennomsnittlige utslipp per enhet forbrent avfall
- Korreksjonsfaktor for støttebrensel

Utslipp fra næringsavfall og importert avfall som forbrennes deles opp i følgende faktorer

- Verdiskapingsindeks (lik 1,0 for referanseåret)
- Mengde brennbart næringsavfall justert for BNP-vekst (dvs. mengde dividert med verdiskapingsindeks)
- Andel forbrent næringsavfall relativt til referansebanen
- Gjennomsnittlig utslipp per enhet forbrent næringsavfall
- Korreksjonsfaktor for støttebrensel

I modellen antar vi at hoveddriveren for utslipp fra forbrenning av husholdningsavfall er innbyggertall i Bergen og i de andre kommunene som BIR Avfallsforbrenning mottar husholdningsavfall fra⁴, mens hoveddriveren for utslipp fra næringsavfall er økonomisk vekst (se avsnitt 4.1.2) i de samme områdene. Verdiskapingsindeksen angir årlig kumulert BNP-vekst relativt

⁴ Askøy, Bergen, Fusa, Kvam, Os, Osterøy, Samnanger, Sund og Vaksdal

til referanseåret. Det er ikke tatt høyde for eventuelle endringer i tilfangsområdet i løpet av modelleringsperioden (dvs. om BIR inngår nye eller avslutter eksisterende kontrakter om mottak av avfall). BIR importerer også en ikke ubetydelig mengde avfall fra utlandet for forbrenning, men vi skiller i det følgende ikke på dette og innenlands næringsavfall, delvis grunnet mangel på data, ettersom begge i stor grad styres av en kombinasjon av økonomisk utvikling, hvilke kontrakter BIR vinner, sesongmessig men voksende behov for energi til fjernvarmeproduksjon, og forretningsmessig behov for å utnytte kapasiteten i forbrenningsanlegget best mulig. BIR har oppgitt at mengde forbrent importert avfall i 2017, 2018 og 2019 var henholdsvis 2205, 10655 og 7159 tonn (av 203261, 207261 og 206919 tonn totalt), men har ikke grunnlag for å framskrive dette separat.

«Korreksjonsfaktor for støttebrensel» tar høyde for ekstra brensel som brukes for å oppnå og opprettholde tilstrekkelig høy temperatur i forbrenningen. Deler av dette vil kunne være fossilt brennstoff og bidra til ekstra utslipp. Modellen tar høyde for dette ekstra utslippet gjennom en faktor, som i praksis betyr at man antar at mengden støttebrensel øker proporsjonalt med mengden forbrent avfall. Dette er strengt tatt ikke en korrekt antakelse, ettersom bruken av støttebrensel vil variere med fuktighetsgrad i avfallet og en rekke andre faktorer, samt brukes mer i oppstart og oppramping av forbrenningsprosessen enn i kontinuerlig drift. Andelen utslipp fra støttebrensel er imidlertid normalt så små (i størrelsesorden 1-2 prosent) at det ikke er hensiktsmessig å foreta en mer presis modellering. Det er vedtatt å fase ut fossilt støttebrensel i Bergen. Denne utfasingen ligger inne i Klimabudsjett-scenariet som del av tiltak BE02 («Fossilfri fjernvarme», se avsnitt 4.3.2.2), mens en viss andel fossilt støttebrensel videreføres i referansebanen. Se nærmere beskrivelse i avsnitt 4.3.1.1.

For næringsavfall er det vanskelig å definere hva andel forbrent avfall skal være, ettersom det ikke finnes like tilgjengelig statistikk for den totale mengden næringsavfall som for husholdningsavfall. Mye av det næringsavfallet som ikke forbrennes, går ikke gjennom BIR eller andre kommunale virksomheter, og SSB har ikke statistikk for næringsavfall på kommunalt nivå. I stedet for å bruke en faktor for andel forbrent avfall, har modellen derfor en faktor som angir endringer i forhold til referansebanen, for å gjøre det mulig å modellere effekten av tiltak som endrer hvor stor andel av næringsavfallet som forbrennes (1 betyr samme andel som i referansebanen, mindre enn 1 betyr redusert andel, og større enn 1 betyr høyere andel). Mulighetsscenariene inneholder ingen tiltak som endrer denne faktoren, men den tas med for å gi mulighet til å modellere slike tiltak ved behov, som for eksempel økt resirkuleringsgrad i eksisterende virksomheter, eller en høyere relativ vekst i næringer som produserer enn høyere andel resirkulerbart avfall enn gjennomsnittet.

4.3.1.1 Referansebanen

Tidsutviklingen for faktorene i referansebanen velges slik at middelverdiene gir en samlet mengde forbrent avfall (husholdningsavfall pluss næringsavfall) og gjenvunnet energi fra avfallsforbrenning som er konsistent med Energiutredningen 2020 (Menon Economics, 2020). De individuelle faktorene velges som følger:

- **Mengde husholdningsavfall per person:** Historiske data hentes fra SSB (2020a), og vektet med befolkningstall for å beregne gjennomsnittlig mengde per person i mottaksområdet.
 - *Middelverdi:* Konstant lik middelverdien for årene 2017-2019
 - *Nedre grense:* Avtakende i henhold til en eksponentiell regresjonskurve for årene 2017-2019 (-1,5 % per år)
 - *Øvre grense:* Øker i takt med øvre grense for økonomisk vekst

Antakelsene gjenspeiler at husholdningsavfall per person i BIR-området har avtatt mellom 2017 og 2019 (første året i nåværende statistikkserie fra SSB), særlig etter 2017, som antakelig i noen grad kan tilskrives utvidelse av fleksibel gebyrmodell. Samtidig har husholdningsavfall per innbygger på landsbasis over lengre tid vokst med en rate som ligger svært nær konsumveksten, som igjen henger tett sammen med økonomisk vekst. Antakelsen for øvre grense gjenspeiler derfor at denne høyere veksten framover også vil gjelde i Bergen og andre kommuner i BIR-området, mens nedre grense gjenspeiler en antakelse om at den nedadgående trenden vil fortsette. Middelverdien gjenspeiler derimot en nøytral antakelse mellom de to.

- **Andel forbrent husholdningsavfall:** Historiske data for hele mottaksområdet hentes fra SSB (2020a). Samlet mengde forbrent husholdningsavfall divideres på total mengde innsamlet husholdningsavfall fra hele området.
 - *Middelverdi:* Konstant lik gjennomsnitt for 2015-2019
 - *Nedre grense:* Lik middelverdien
 - *Øvre grense:* Lik middelverdien

Andelen forbrent husholdningsavfall har ligget nesten konstant på rundt 69 prosent i perioden 2015-2019 uten noen signifikant trend. Vi antar derfor at dette fortsetter, og har ikke grunnlag for å fastsette noen høyere eller lavere trend å bruke som øvre eller nedre grense.

- **Gjennomsnittlige utslipp per enhet forbrent husholdningsavfall:** For CO₂ antar vi 0,363 kg fossilt CO₂ per kg forbrent avfall (1,1 kg CO₂ per kg avfall, og 33 prosent fossil andel), lik verdiene som brukes av BIR Avfallsenergi i rapportering til Miljødirektoratet. For CH₄ og N₂O bruker vi standardverdier fra Miljødirektoratets nasjonale utslippsregnskap (Miljødirektoratet, 2020a).
 - *Middelverdi:* Konstant lik antakelsene for historiske verdier
 - *Nedre grense:* Lik middelverdien
 - *Øvre grense:* Lik middelverdien

BIR Avfallsenergi bruker en verdi på 1,1 kg CO₂ per kg forbrent avfall og 33 prosent fossil andel i sin rapportering til Miljødirektoratet (Hitland, 2020), og det er disse verdiene som ligger til grunn for Miljødirektoratets kommunefordelte utslippsstatistikk. Disse verdiene brukes derfor også konsekvent i referansebanen, både i mangel av andre verdier og for å gi best mulig overensstemmelse med Miljødirektoratets statistikk. Plukkanalyser gjennomført mellom 2013 og 2017 viste imidlertid en svakt nedadgående trend i mengden plastemballasje i restavfallet samtidig som SSBs statistikk har vist en signifikant økning i mengden gjenvunnet plast i årene 2015-2019 (de to statistikkene dekker ulike men overlappende tidsrom). Det er derfor ikke usannsynlig at faktiske fossile CO₂-utslipp per kg forbrent avfall har gått noe ned i perioden.

Selv om vi antar konstante utslipp per kg avfall, inkluderer modellen tall for andelen av ulike materialtyper i restavfallet fra BIRs plukkanalyser, og disse andelene (spesielt andelen plast og tekstiler) brukes for å anslå effekten av tiltak.

Utslippsfaktorene er oppsummert i tabell 5.

BIR Avfallsenergi har oppgitt både samlet mengde forbrent avfall for årene 2009-2019 og en antatt framskrivning fram til 2030. Vi bruker dette som utgangspunkt for framskrivningen av mengde næringsavfall på følgende måte:

- **Mengde næringsavfall til forbrenning justert for BNP-vekst:** Vi finner mengden forbrent næringsavfall for hvert år fra 2015 til 2019 som differansen mellom total mengde forbrent restavfall hos BIR og mengden forbrent husholdningsavfall, og beregner mengde justert for BNP-vekst ved å dividere med verdiskapingsfaktoren (BNP i forhold til referanseåret 2018). Vi beregner så framskrevet justert mengde basert på tre ulike antakelser:
 - *Middelverdi:* Justert mengde næringsavfall til forbrenning kalibreres slik at samlet mengde forbrent avfall (etter å ha multiplisert med verdiskapingsfaktor og lagt til mengde forbrent husholdningsavfall) blir lik BIRs prognose for 2020-2030. Dette innebærer i praksis en nedgang i mengden forbrent næringsavfall, ettersom den antatte middelverdien for forbrent husholdningsavfall vokser raskere enn antatt samlet mengde forbrent avfall.

Tabell 5: Utslippsfaktorer for avfallsforbrenning. Tallene for CO₂ er lik utslippsfaktor og andel fossilt karbon som brukes av BIR Avfallsenergi i deres rapportering til Miljødirektoratet. Tallene for CH₄ og N₂O bruker utslippsfaktorer fra Norges utslippsregnskap til UNFCCC (Miljødirektoratet, 2020a).

kg fossilt CO ₂ / tonn avfall	Fossil karbonandel	g CH ₄ / tonn avfall	g N ₂ O / tonn avfall
363	33 %	345	46

- *Nedre grense:* Vi antar samme verdi som for middelverdien. Den lavere BNP-veksten i nedre grense gjør da at mengde forbrent avfall (etter multiplikasjon med verdiskapingsindeksen) blir lavere enn i middelverdien.
- *Øvre grense:* Vi antar at verdien holder seg konstant lik gjennomsnittet for 2018 og 2019. Mengde forbrent næringsavfall vokser da i takt med BNP-veksten, og samlet mengde forbrent avfall (inkludert husholdningsavfall) vokser betydelig raskere enn i BIRs egen framskrivning. Denne banen forutsetter derfor at BIR utvider kapasiteten i forbrenningsanlegget for å møte økt pågang.
- **Andel forbrent næringsavfall relativt til referansebanen:** Per definisjon lik 1 i referansebanen.
- **Gjennomsnittlige utslipp per enhet forbrent næringsavfall:** Lik utslipp per enhet forbrent husholdningsavfall

De tilgjengelige dataene gjør det ikke mulig å skille på utslippsfaktorer for husholdningsavfall og næringsavfall, og BIR Avfallsenergi bruker samme faktor for hele den forbrente avfallsmengden i sin rapportering til Miljødirektoratet. Vi gjør derfor det samme i modellen, men beholder de to utslippsfaktorene som separate variabler i modellen (men med samme verdi) for å gjøre det mulig å modellere tiltak som påvirker sammensetningen av husholdningsavfallet, men ikke næringsavfallet eller omvendt.

- **Korreksjonsfaktor for støttebrensel:** Settes lik gjennomsnittet for forholdet mellom totalt utslipp fra avfallsforbrenning i Bergen i Miljødirektoratets statistikk og beregnet utslipp gitt rapportert mengde forbrent avfall (fra norskeutslipp.no) hos BIR Avfallsenergi og utslippsfaktorene i tabell 5.
 - *Middelverdi:* Lik uttrekksgjennomsnittet for årene 2015-2018, konstant for alle år i referansebanen
 - *Nedre og øvre grense:* Lik nedre og øvre grense for et 90-prosents konfidensintervall for det tenkte populasjonsgjennomsnittet (gitt en t-fordeling med 3 frihetsgrader), konstant for alle år i referansebanen

Merk at vedtatt utfasing av fossilt støttebrensel ikke er tatt med i referansebanen, men fases ut i tiltak BE02 «Fossilfri fjernvarme», ettersom støttebrenselet indirekte er en del av energiforsyningen for fjernvarme.

4.3.1.2 Tiltaksanalyser

Effekten av tiltak som påvirker avfallsforbrenning, anslås som følger:

- **KE06/KE07 Økt utsortering av brukte tekstiler / plastavfall til materialgjenvinning:** Disse to tiltakene sees under ett, og innebærer at insentiver og ordninger for innsamling og gjenvinning av tekstiler og plastavfall forsterkes (se Klimakur 2030, vedlegg 1, tiltak E06 og E07 for mulig virkemidler). Det sees også i sammenheng med tiltaket «Økt materialgjenvinning og redusert avfallsmengde» i Bergens klimabudsjett for 2020, ettersom det hovedsakelig er redusert mengde forbrent plastavfall og tekstiler som ville føre til utslippsreduksjon i det tiltaket. Vi beregner middelverdien for effekten av tiltaket ved å anta at tiltaket fører til samme prosentvise reduksjon i utslippene fra avfallsforbrenning i Bergen som de tilsvarende tiltakene nasjonalt i Klimakur 2030 (se detaljer nedenfor). Som nedre grense for utslippene (øvre grense for effekten) bruker vi den anslåtte utslippsreduksjonen for tiltaket BE01 «Økt materialgjenvinning og redusert avfallsmengde» i klimabudsjettet, på 11 400 tonn CO₂-ekvivalenter. Dette anslaget er mer ambisiøst enn anslaget man får ved å skalere E06/E07 fra Klimakur 2030 (ca. 6 500 tonn), og egner seg derfor som nedre grense. Som øvre grense for utslippene (nedre grense for tiltakseffekt) antar vi null effekt. Det er fordi det er stor usikkerhet i hvor store reduksjoner i avfallsmengder tiltaket vil føre til, og i tillegg er det tenkelig at mye vil erstattes av importert avfall for å dekke behovet for fjernvarmeproduksjon og kommersielle behov for å opprettholde utnyttelsesgraden av kapasiteten i forbrenningsanlegget. Det kan altså ikke utelukkes at tiltaket vil ha minimal effekt på utslippene i Bergen med mindre det koordineres nøye med BIR Avfallsenergi og BKK Varme, og gjennomføres på en måte som ivaretar disse virksomhetenes behov.

Tiltaket fører til en reduksjon i både avfallsmengde og i utslippsfaktor, ettersom plast og tekstiler har et høyere fossilt karboninnhold enn gjennomsnittet for det forbrente avfallet. Tiltakene er ikke utelukkende rettet mot husholdningsavfall, men hovedtyngden ligger der. På grunn av dette og fordi vi mangler gode data på sammensetningen av næringsavfallet, antar vi for enkelhets skyld at hele utslippsreduksjonen skjer gjennom reduksjon i mengde og utslippsfaktor for husholdningsavfall alene.

De konkrete antakelsene blir som følger:

- *Middelverdi*: Prosentvis utslippsreduksjon fra tiltaket totalt regnes ut ved å sammenlikne utslippsreduksjonen for tiltak E06/E07 i Klimakur 2030 totalt på landsnivå i 2030, med totalt utslipp fra avfallsforbrenning i 2030 i henhold til referansebanen for Klimakur 2030. Vi antar at de samlede utslippene fra avfallsforbrenning i Bergen reduseres med samme prosentandel. Vi bruker så andelen husholdningsavfall fra statistikken i 2018 til å anslå hvor stor prosentvis reduksjon i mengden husholdningsavfall og i utslippsfaktorene for husholdningsavfall som gir den beregnede utslippsreduksjonen, og som samtidig er konsistent med utslippsfaktorene for samlet avfall i Bergen samt for plast og for tekstiler separat. Utslippsfaktoren for forbrent plast antas å være 2,708 tonn fossilt CO₂ per tonn plast (se s. 94 av nasjonal utslippsrapport til UNFCCC for 2020 (Miljødirektoratet, 2020a)). Utslippsfaktoren for forbrente tekstiler antas å være 1,02 tonn fossilt CO₂ per tonn, lik antakelsen for tiltak E06 i Klimakur 2030. Merk at begge utslippsfaktorene er for CO₂ alene. Vi antar at kun utslippsfaktoren for CO₂ går ned, ettersom det er fossilt karboninnhold som er hovedforskjellen mellom plast/tekstiler og øvrig restavfall. Vi antar at både reduksjonen i avfallsmengde og i utslippsfaktorene følger samme tidsprofil som den samlede utslippsreduksjonen fra tiltak E06 og E07 i Klimakur 2030. Disse antakelsene gir til sammen 3 prosent reduksjon i mengden husholdningsavfall, og 14,6 prosent reduksjon i utslippsfaktoren for CO₂ fra husholdningsavfall i 2030 i forhold til referansebanen. 81 prosent av effekten kommer fra redusert mengde forbrent plastavfall, og 19 prosent fra tekstiler.
 - *Nedre grense*: Samme framgangsmåte som for middelverdien, men anslått utslippsreduksjon fra tiltaket BE01 «Økt materialgjenvinning og redusert avfallsmengde» (11 400 tonn CO₂-ekvivalenter i 2020) brukes som samlet utslippsreduksjon i stedet for summen av tiltaket E06 og E07 fra Klimakur 2030. Dette innebærer 5,3 prosent reduksjon i mengden husholdningsavfall, og 26,2 prosent reduksjon i utslippsfaktoren for CO₂ fra forbrenning av husholdningsavfall.
 - *Øvre grense*: Ingen endring i avfallsmengde eller utslippsfaktor i forhold til referansebanen.
- **KE03 CCS på BIR**: Klimakur 2030 antar et reduksjonspotensial på 190 tusen tonn CO₂ i 2017, hvorav 62,7 tusen tonn fossilt CO₂ (gitt 33 prosent fossil andel), eller 87 prosent av CO₂-utslippene fra avfallsforbrenning i samme år (som var 72 tusen tonn fossilt CO₂). Skalert til utslippene i 2018 (80 tusen tonn fossilt CO₂) tilsvarer det en reduksjon på 211 tusen tonn CO₂, hvorav 69,7 tusen tonn fossilt. Tiltaket fjerner 87 prosent av alt CO₂, både fossilt og biogent, som gitt en fossil andel på 33 prosent tilsvarer 264 prosent av de fossile utslippene. Det innebærer at tiltaket fører til en reduksjon tilsvarende hele det fossile utslippet pluss ytterligere 164 prosent. Dette ville i utgangspunktet tilsi at effekten av tiltaket modelleres ved å multiplisere utslippsfaktoren med -1,64, slik at man altså får en negativ utslippsfaktor, og dermed betydelige negative CO₂-utslipp (-131 tusen tonn med utgangspunkt i 2018-utslippene). For øyeblikket er biologisk binding av CO₂ og negative utslipp ikke en del av utslippsregnskapet. Bokføring av negative utslipp i denne sammenheng ville heller ikke være helt i samsvar med metodikken ellers, ettersom den faktiske fjerningen av CO₂ finner sted der hvor de plantene vokser som ble brukt som råmateriale for produktene i avfallet. Det aller meste av dette planteråmaterialet må antas å komme fra utenfor Bergen. For å sikre samsvar med Miljødirektoratets statistikk og den underliggende logikken i metodikken, tar vi derfor bare

hensyn til den fossile delen av CO₂-fangsten. Det gjøres ved at utslippsfaktoren multipliseres med 0,13, tilsvarende 87 prosent reduksjon. Med utgangspunkt i utslippsnivået i 2018 gir det en reduksjon på 69,7 tusen tonn fossilt CO₂, og 11,3 tusen tonn fossile restutslipp. Tilsvarende mengder med utgangspunkt i 2030-utslippene i Klimakur-scenariet er oppgitt i resultatkapitlet, i avsnitt 6.3.3.

Vi antar ingen effekt før i 2027, og full effekt fra og med 2027 (samme tidsutvikling som i Klimakur 2030). Det er ikke angitt noen usikkerhet for utslippsreduksjonen i Klimakur 2030, og modellen inkluderer derfor ikke noe usikkerhetsintervall for dette tiltaket.

Tiltaket antas ikke å gi noen reduksjon for CH₄ eller N₂O.

I tillegg fører tiltak BE02 «Fossilfri fjernvarme» til en liten reduksjon i utslipp fra avfallsforbrenning gjennom at fossilt støttebrensel fases ut. Dette tiltaket er lagt under utslippskilden «Fjernvarme unntatt avfallsforbrenning», ettersom størstedelen av effekten finner sted der (se avsnitt 4.3.2.2).

4.3.2 Fjernvarme unntatt avfallsforbrenning

Utslipp fra fjernvarme dekomponeres i tre faktorer (som for denne utslippskilden ikke bare multipliseres sammen, se nedenfor):

- Samlet behov for energi til fjernvarme
- Varmeproduksjon fra avfallsforbrenning
- Gjennomsnittlig utslippsfaktor for energikilder til fjernvarme unntatt avfallsforbrenning

I Bergen kommer 85-95 prosent av energien til fjernvarme fra avfallsforbrenning (Norsk Fjernvarme, 2020). Det er derfor mest hensiktsmessig å modellere utslippene fra utslippskilden Fjernvarme unntatt avfallsforbrenning ved å ta differansen mellom samlet behov for energi til fjernvarme og varmemengden som produseres av avfallsforbrenning, og så multiplisere denne differansen med en gjennomsnittlig utslippsfaktor for de resterende energikildene. Formelen for utslipp fra fjernvarme unntatt avfallsforbrenning blir da som følger:

$$Utslipp = (Energi\ til\ fjernvarme - varme\ fra\ avfallsforbrenning) \cdot Utslippsfaktor$$

For CO₂ er det kun fossile energikilder som skal regnes med, representert ved fossil gass og en liten mengde fossil olje. For CH₄ og N₂O må i tillegg utslipp fra biogene kilder i prinsippet tas med (bioenergi, hovedsakelig pellets og bioolje/biodiesel). Det er ikke registrert bruk av bioenergi i Bergen fram til 2018, men BKK Varme oppgir at fossil olje og gass er erstattet med bioolje fra og med 2020, og utslipp fra dette må tas med i mulighetsscenariene. Ytterligere energi leveres av strømkjeler, men utslipp forbundet med strømforbruk er utenfor avgrensingen for direkte utslipp av klimagasser som skjer innenfor Bergen kommune (scope 1).

4.3.2.1 Referansebanen

Faktorene i referansebanen anslås som følger:

- **Samlet behov for energi til fjernvarme:** Vi bruker fjernvarmebehovet som framskrevet i Energiutredning for Bergen for 2020, utarbeidet av Menon Economics, som bygger på prognoser fra BKK Varme og BIR Avfallsforbrenning. Det defineres ikke usikkerhetsintervall.

Utviklingen i fjernvarmebehov er beskrevet i Energiutredningen (Menon Economics, 2020). Tallene der bygger på en prognose for fjernvarmeleveranser fram til 2028 levert av BKK Varme, som kombineres med tall fra BIR Avfallsenergi for innfyrt varmemengde fra avfallsforbrenning for å beregne en gjennomsnittlig utnyttelsesgrad, og dermed samlet behov for energi til fjernvarme. For å sikre konsistens med Energiutredningen og med relaterte tall levert av BKK og BIR bruker vi disse tallene direkte, og definerer ikke noe usikkerhetsintervall for samlet fjernvarmebehov. Det vil likevel være en reell, ikke ubetydelig usikkerhet knyttet til både etterspørsel (styrt av utbygging, antall nye tilknytninger til fjernvarmenettet samt framtidig vær og klima) og forsyningsiden (utvikling i hvor effektivt produsert varme utnyttes, hvor mye som går tapt på vei fra forbrenning til sluttbruker).

- **Varme fra avfallsforbrenning:** Beregnes som mengde forbrent avfall (summen av husholdningsavfall og næringsavfall, se avsnitt 4.3.1), multiplisert med brennverdien for avfallet (varmeenergi per tonn forbrent avfall), multiplisert med utnyttelsesgrad (varmemengde levert til fjernvarmenettet i forhold til mengde forbrenningsvarme). For brennverdien bruker vi verdier oppgitt av BIR Avfallsforbrenning, og utnyttelsesgrad utledes ved å sammenlikne beregnet mengde forbrenningsvarme med tall fra BKK Varme for varmemengde levert til fjernvarmenettet fra avfallsforbrenning (prognose nevnt over). Begge faktorene er lik verdiene brukt i Energiutredningen. Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall for disse faktorene grunnet manglende grunnlag for å anslå usikkerheten.
- **Utslippsfaktor for fjernvarmeproduksjon unntatt avfallsforbrenning:** Utslippsfaktoren er gitt gjennom hvor stor andel av energien som kommer fra hvilke energikilder (kombinert med standard utslippsfaktorer for hver energitype, hentet fra nasjonalt utslippsregnskap og IPCCs retningslinjer, som vist i Tabell 6). Antakelsene for utviklingen framover er derfor gitt gjennom antakelser for hvordan energimiksen vil endre seg. For enkelhets skyld antar vi konstant utslippsfaktor fra 2020, med lineær overgang fra 2018 til 2020:
 - *Middelverdi:* Lik gjennomsnittlig utslippsfaktor beregnet med energimiksen for hvert av årene 2016-2018
 - *Nedre grense:* Lik nedre grense for et 68-prosents konfidensintervall for gjennomsnittet (sett på som en populasjonsmiddelverdi) for årene 2016-2018 (68 prosent velges fordi utvalgsstørrelsen er for liten til å gi et meningsfullt konfidensintervall ved høyere konfidensnivåer)
 - *Øvre grense:* Lik øvre grense for et 68-prosents konfidensintervall

Fjernvarmeproduksjonen hos BKK Varme vil være fossilfri fra og med 2020, gjennom at gjenværende fossil olje og gass erstattes av bioolje og elektrisitet. Dette er imidlertid et tiltak i klimabudsjettet (BE02), og skal derfor ikke være med i referansebanen (merk at referansebanen på dette punktet skiller seg fra framskrivningene i Energiutredningen, som antar at fossil olje og gass elimineres fra fjernvarmeproduksjonen i løpet av 2020). Referansebanen antar derfor at energimiksen ikke endrer seg vesentlig i forhold til årene 2016-2018 (de siste tre årene i Miljødirektoratets statistikk). Disse årene velges fordi energimiksen endret seg relativt lite i disse årene, mens den endret seg relativt mye fra 2015 til 2016 ved at bruken av fossil gass økte kraftig.

4.3.2.2 Tiltaksanalyser

Fjernvarme unntatt avfallsforbrenning påvirkes kun av ett tiltak i mulighetsscenariene:

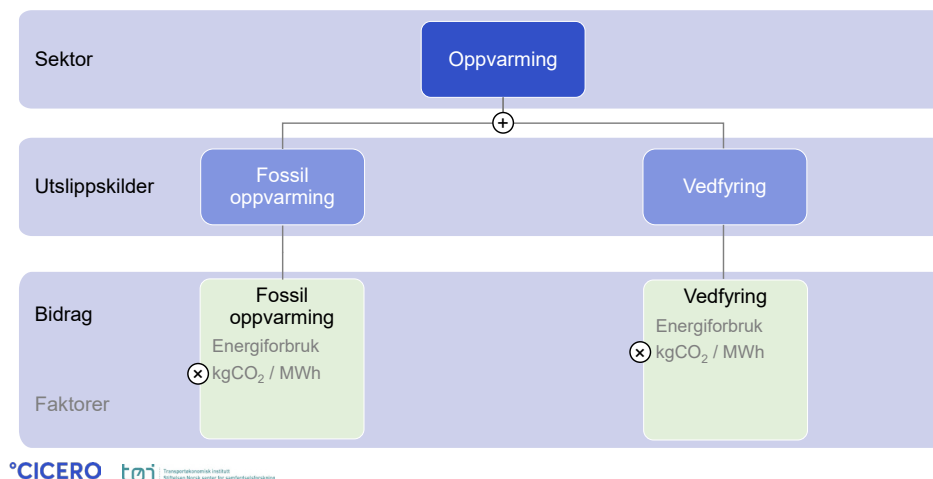
- **BE02 Fossilfri fjernvarme:** Tiltaket eliminerer bruk av fossile brennstoff til fjernvarmeproduksjon, og er allerede gjennomført fra og med 2020, men holdes utenfor referansebanen ettersom det er et kommunalt tiltak som ligger i klimabudsjettet. BKK Varme har konvertert de produksjonsanleggene som benyttet fossil olje eller gass til å bruke bioolje. Tiltaket påvirker utslippsfaktorene for fjernvarme utenfor avfallsforbrenning, og medfører at utslippsfaktoren for fossilt CO₂ settes til null fra og med 2021, men på grunn av bioolje vil det fortsatt være utslipp av CH₄ og N₂O. Som del av dette tiltaket antar vi også at fossil støttebrensel til avfallsforbrenning fases ut fra og med 2020 (reducerer utslipp i kilden Avfallsforbrenning). I framskrivningen tar vi utgangspunkt i en prognose for fjernvarmeproduksjon og energisammensetning levert av BKK Varme til Menon Economics i forbindelse med Energiutredningen 2020. Vi antar samme andel av de ulike energikildene som i BKKs prognose (det vil si samme som i Energiutredningen), som innebærer at fossil olje fjernes fullstendig fra fjernvarmeproduksjonen i løpet av 2019, mens fossil gass fases ut i løpet av 2020. Andelen bioolje øker samtidig kraftig fra 2019 til 2021, men avtar så igjen gradvis fram til midten av 2020-tallet. De samlede utslippene etter 2020 er så små at det har liten hensikt å definere noe usikkerhetsintervall for effekten av dette tiltaket. Vi antar samtidig at bruken av fossilt støttebrensel til avfallsforbrenning avtar lineært fra 2018 til null i 2021, som betyr at korreksjonsfaktoren for støttebrensel blir 1,0 fra og med 2021. Tiltaket påvirker dermed også utslippene fra avfallsforbrenning.

4.4 Oppvarming

Sektoren oppvarming omfatter utslipp fra lokal forbrenning til oppvarming av bygninger, ikke inkludert fjernvarme (som tilhører sektoren energiforsyning). Den omfatter to utslippskilder:

- Fossil oppvarming
- Vedfyring

For vedfyring regnes kun utslipp fra CH₄ og N₂O med, da CO₂-utslippet er ikke-fossilt og regnes som klimanøytralt.



4.4.1 Fossil oppvarming

Utslippskilden Fossil oppvarming er utslipp fra forbrenning av fyringsolje, naturgass, LPG og andre petroleumsprodukter for å varme opp bygninger (ikke inkludert fjernvarmeanlegg). Utslippskilden omfatter også bruk av gass til midlertidig byggvarme på byggeplasser. Størstedelen av slik midlertidig byggvarme produseres imidlertid ved hjelp av anleggsdiesel. På grunn av metodikken som benyttes i Miljødirektoratets kommunefordelte utslippsregnskap, blir utslipp fra oppvarming med anleggsdiesel plassert på utslippskilden Dieseldrevne motorredskaper i sektoren Annen mobil forbrenning, snarere enn under Fossil oppvarming. Dette fører til at effekten av tiltaket KO01 fordeles mellom de to utslippskildene (se avsnitt 4.4.1.2 og 4.5.1.2).

Utslippene kunne i prinsippet dekomponeres i en rekke faktorer, for eksempel samlet oppvarmet areal (utenom arealer tilkoblet fjernvarme), ganger energibehov per kvadratmeter, ganger gjennomsnittlig utslipp per enhet energi til oppvarming. Vi har imidlertid ikke gode nok data for samlet areal eller oppvarmingsenergi per kvadratmeter for ulike bygninger. Vi dekomponerer derfor utslippene i følgende enkle faktorer:

- Energiforbruk til lokal oppvarming
- Gjennomsnittlig utslippsfaktor for lokal oppvarming

4.4.1.1 Referansebanen

I referansebanen anslår vi faktorene som følger:

- **Energiforbruk til lokal oppvarming:** Vi tar utgangspunkt i prognosen for energiforbruk til oppvarming mot 2030 fra Energiutredningen (Menon Economics, 2020).
 - *Middelverdi:* Samme tidsutvikling som i referansebanen 2018-2030 i Energiutredningen.
 - *Nedre grense:* Lik middelverdien
 - *Øvre grense:* Lik middelverdien

Energiutredningen forutsetter relativt konstant energibehov grunnet høy grad av energieffektivitet i ny bygningsmasse sammen med en viss effektivisering i den eksisterende bygningsmassen.

- **Gjennomsnittlig utslippsfaktor for lokal oppvarming:** Vi bruker samme utslippsfaktorer som Miljødirektoratet for utslipp per kWh av ulike typer energi til oppvarming (se tabell 6). Gjennomsnittlig utslippsfaktor er dermed gitt gjennom andelene fossil olje, fossil gass og bioenergi som brukes til lokal oppvarming. Vi bruker samme fordeling som Energiutredningen, som forutsetter at fossil olje fases fullstendig ut innen 2020, men at bruk av naturgass fortsetter konstant lik 2019-nivå. Vi definerer ikke usikkerhetsintervall.

Nasjonal lovgivning forbyr bruk av fyringsolje fra og med 2020, og referansebanen antar derfor at bruken av fyringsolje trappes ned til null mellom 2019 og 2020. Forbudet gjelder ikke fossil gass, og Energiutredningen antar derfor ikke noen tilsvarende reduksjon i gassbruk til oppvarming. Det er noe usikkerhet rundt hvilke energikilder som vil erstatte fyringsolje, men gitt relativt lave strømpriser i forhold til gasspriser og at en oljefyr ikke kan omgjøres til gassfyr uten visse investeringer, antas det ikke at utfasing av oljefyring fører til noen vesentlig økning i gassforbruket, selv om det er sannsynlig at elektrisitet vil utgjøre en stor andel, sammen med en viss andel bioenergi.

Tabell 6: Utslippsfaktorer for oppvarming med forskjellige type brenslers⁵. Kilde: Miljødirektoratet (2020a).

Utslippsfaktorer (g/kWh)	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Fyringsolje	264,3	0,036	0,00215
Naturgass	201,8	0,018	0,000369
Bioenergi	0	0,0296	0,00799

Merk at det er vesentlig ikke-kvantifisert usikkerhet knyttet til utslippene fra fossil oppvarming, ikke bare på grunn av usikkerhet om fremtidig utvikling, men også på grunn av høy usikkerhet i det historiske statistikkgrunnlaget. Miljødirektoratets anslag for fossil oppvarming baserer seg på data for salg av fyringsolje og fyringsparafin, fordelt i henhold til leveringsadresse. Disse tallene kan være misvisende ettersom leveringsadresse ikke nødvendigvis samsvarer med hvor brenselet brukes, og en viss andel av leveransene er rapportert uten leveringsadresse og ikke fordelt til enkeltkommuner. Dette kan føre til at noe fyringsolje solgt i Bergen egentlig brennes og gir utslipp i en annen kommune, eller omvendt. Denne usikkerheten gjelder da også prognosene i referansebanen, ettersom både sentralestimatet og usikkerhetsintervallet er basert på vekstrater relativt til statistikken for 2018.

4.4.1.2 Tiltaksanalyser

Fossil oppvarming påvirkes av to tiltak i scenariet Klimakur. De to tiltakene til sammen har som effekt å fase ut ikke bare fossil olje til oppvarming, men også fossil gass. Vi vet imidlertid ikke hvor stor del av utslippene hvert tiltak adresserer, og vi behandler dem derfor under ett:

- **KO01 Utfasing av mineralolje og gass til byggvarme på byggeplasser, og KO02 Erstatte gassbruk til permanent oppvarming av bygg:** Tiltaket eliminerer fossile CO₂-utslipp og gjør at utslippsfaktoren for CO₂ settes til null. Utslippsfaktorene for CH₄ og N₂O vil imidlertid ikke være null, avhengig av hvor mye biomasse som fortsatt brukes. Vi antar at effekten av tiltaket fases inn lineært fra og med 2022 (samme som i Klimakur 2030) til 2025.
Utfasing av mineralolje til byggvarme reduserer også utslippene fra utslippskilden Dieseldrevne motorredskaper, ettersom Miljødirektoratets metodikk medfører at bruk av

⁵ Tallene i originalkilden er oppgitt i form av gCO₂e per kWh. Originaltallene for henholdsvis fyringsolje, naturgass og bioenergi er henholdsvis 0,90, 0,45 og 0,74 for CH₄, og 0,64, 0,11 og 2,38 for N₂O. Tallene er regnet om med GWP100-faktorer fra IPCCs fjerde hovedrapport (25 for CH₄ og 298 for N₂O).

anleggsdiesel til byggvarme blir registrert på den utslippskilden. Størrelsen er imidlertid svært usikker. Klimakur 2030 antar at anleggsdiesel til byggvarme stod for 84 338 tonn CO₂-utslipp nasjonalt i 2018 basert på en kombinasjon av tall fra DNV GL og SSB, men oppgir at andre kilder gir et spenn fra 50000 til 140000 tonn. I vårt anslag for Bergen, bruker vi disse tallene som middelverdi og øvre og nedre grense for usikkerhetsintervallet, og skalerer effekten proporsjonalt med Bergens andel av utslippene fra dieseldrevne motorredskaper totalt i 2018 (4,8 prosent), som gir reduksjoner på 3,8 tusen tonn CO₂-ekvivalenter (fra 2,4 til 6,7 tusen tonn i øvre og nedre grense). Vi justerer så faktoren Andel diesel til å gi disse utslippsreduksjonene. Vi antar lineær innfasing av tiltakseffekten fra 2020 til 2022, i henhold til beskrivelsen i Klimakur 2030.

For å regne ut reduksjonene i utslippsfaktorene for utslippskilden fossil oppvarming, gjør vi følgende antakelser for middelverdien og øvre/nedre grense:

- *Middelverdi*: Elektrisitet og biomasse erstatter hver halvparten av det fossile gassforbruket i referansebanen for sektoren Oppvarming.
- *Nedre grense*: Elektrisitet alene erstatter hele det fossile gassforbruket i referansebanen.
- *Øvre grense*: Biomasse alene erstatter hele det fossile gassforbruket i referansebanen.

4.4.2 Vedfyring

Utslippskilden vedfyring består av CH₄- og N₂O-utslipp fra forbrenning av ved (CO₂-utslippene er ikke-fossile og derfor ikke inkludert). Dette er en liten utslippskilde, som står for under 0,5 prosent av samlede utslipp. Den har vist en viss nedadgående trend i statistikken siden 2013.

Vi benytter tall fra Energiutredningen (Menon Economics, 2020) for framskriving av vedforbruk (målt i energiinnhold), og bruker Miljødirektoratets statistikk for å beregne utslippsfaktor, se nedenfor. Vi dekomponerer dermed utslippene i følgende faktorer:

- Innfyrt mengde energi til vedfyring
- Gjennomsnittlig utslippsfaktor for vedforbrenning

4.4.2.1 Referansebanen

I referansebanen antar vi samme utvikling i energiforbruk fra vedfyring som i Energiutredningen, og antar konstante utslippsfaktorer lik referanseåret (2018):

- **Innfyrt mengde energi til vedfyring**: Settes lik framskrivingen i Energiutredningen. Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall grunnet mangel på data til å anslå usikkerheten kvantitativt.
- **Gjennomsnittlig utslippsfaktor for vedforbrenning**: Utslippsfaktoren i referanseåret (2018) beregnes som utslippene i Miljødirektoratets statistikk dividert med innfyrt mengde energi (slik at utslippene stemmer overens i referanseåret). Utslippsfaktoren for CO₂ settes til null (kun biogene utslipp). Vi antar at utslippsfaktoren for N₂O forblir konstant fra 2018 til 2030, mens utslippsfaktoren for CH₄ går ned på grunn av forbud mot ikke-rentbrennende ildsteder fra 2021. Forbudet retter seg mot åpne ildsteder og vedovner bygd før 1998 eller som ikke oppgraderes til tilsvarende utslippsstandard. Vi antar ulike utslippsfaktorer for CH₄ fra 2021 for middelverdien og øvre og nedre grense av usikkerhetsintervallet, basert på utslippsfaktorer fra vedlegg 1 i Norsk Energi (2019) som ligger til grunn for tiltaksberegninger i Klimakur 2030. I alle tilfellene antar vi at utslippsfaktoren endrer seg lineært fra 2018 til 2021, og er konstant etter 2021. Vi antar følgende for utslippsfaktoren for CH₄ fra 2021 (se konkrete verdier i tabell 7):
 - *Middelverdi*: Lik gjennomsnittet av øvre og nedre grense (se under). I dette tilfellet erstattes ikke-rentbrennende ildsteder av ovner som i gjennomsnitt er bedre enn minstekravet i forbudet, men uten å oppfylle høyeste standard.
 - *Nedre grense*: Lik utslippsfaktoren fra «Beste vedovner», dvs. de mest rentbrennende ovnene. Disse ovnene går ut over den standarden som antas å være påkrevd av forbudet mot ikke-rentbrennende ildsteder.

- *Øvre grense*: Lik utslippsfaktoren for «Nyere vedovner», dvs. som følger tekniske standarder fra 1998. Vi tolker dette som minimumskravet for å oppfylle forbudet mot ikke-rentbrennende ildsteder.

Tabell 7: Utslippsfaktorer for vedforbrenning i referansebanen. CO₂-utslipp regnes som biogent og tas ikke med.

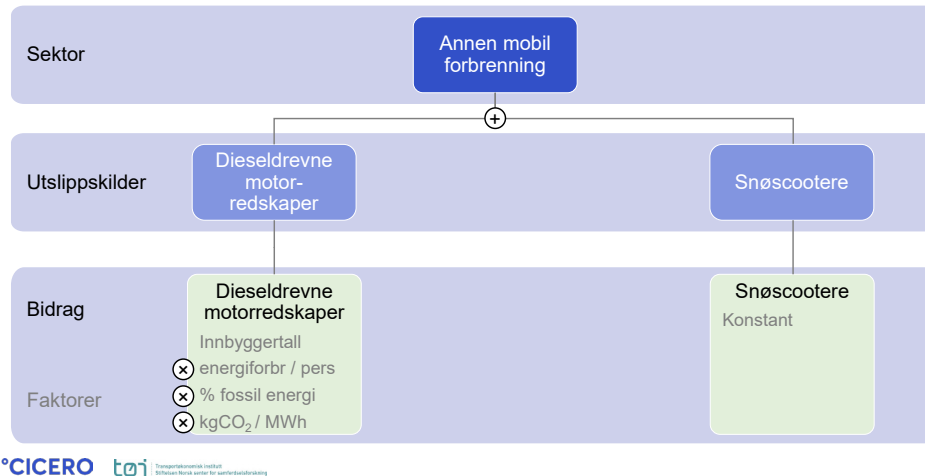
	År		CH ₄	N ₂ O
kg gass / tonn tørr ved	2018		7,0	0,082
	Fra 2021	Middelverdi	3,9	0,082
		Nedre grense	0,3	0,082
		Øvre grense	7,0	0,082
Tonn gass / GWh	2018		1,23	0,0144
	Fra 2021	Middelverdi	0,84	0,0144
		Nedre grense	0,06	0,0144
		Øvre grense	1,23	0,0144

4.4.2.2 Tiltaksanalyser

Ingen tiltak påvirker utslipp fra vedfyring, utover forbudet mot ikke-rentbrennende ildsteder i referansebanen.

4.5 Annen mobil forbrenning

Sektoren «Annen mobil forbrenning» i statistikk fra Miljødirektoratet (2019b) er delt opp i to svært ulike utslippskilder: Dieseldrevne motorredskaper og Snøscootere.



4.5.1 Dieseldrevne motorredskaper

Dieseldrevne motorredskaper er antatt å domineres av bygg- og anleggsmaskiner, men omfatter også motorredskaper i jordbruk, skogbruk og i forsvaret samt traktorer generelt. Statistikken for utslipp fra denne utslippskilden og tilhørende energibruk er mangelfull. Miljødirektoratet anslår utslipp kun ut fra salg av avgiftsfri diesel i hver kommune (fra SSBs salgsstatistikk for petroleumsprodukter). Det er ikke mulig å entydig beregne nøyaktig hvor mye diesel og dermed hvor store utslipp ulike typer virksomheter står for, ettersom mye av salget går gjennom engros- og detaljhandel, og ikke er registrert på sluttbruker, og heller ikke i hvilken kommune det endelige forbruket finner sted. Metodikken i statistikken medfører også at avgiftsfri diesel som brukes til midlertidig byggvarme på byggeplasser, vil regnes som «dieseldrevne motorredskaper», mens eventuell byggvarme som bruker LPG, naturgass eller andre former for fossil gass vil regnes til sektoren Oppvarming (se også avsnitt 4.4.1). Den delen av tiltaket KO01 som påvirker bruk av anleggsgass til midlertidig byggvarme omtales derfor her (i avsnitt 4.5.1.2).

På grunn av den manglende nedbrytningen av datagrunnlaget har vi derfor ikke kunnet dele opp utslippskilden ytterligere, eller modellere utviklingen i de ulike aktivitetene som driver de faktiske utslippene. Vi gjør derfor en svært overordnet nedbrytning i følgende faktorer:

- Innbyggertall
- Gjennomsnittlig energiforbruk til motorredskaper per innbygger
- Andel diesel i energiforbruket (fossil diesel eller biodiesel, i motsetning til elektrisitet eller hydrogen)
- 1 minus andel biodiesel (dvs. andel fossil diesel i samlet dieselmengde, brukes kun for CO₂-utslipp, ikke CH₄- og N₂O-utslipp)
- Utslipp per enhet fossil diesel

Nedbrytningen, samt framskrivingen av de to første faktorene, følger framskrivingen i Energiutredningen (Menon Economics, 2020). Andel fossilt energiforbruk er antatt å være 100 % i referansebanen, mens tiltak for elektrifisering eller bruk av biodrivstoff vil fanges opp i modellen ved at denne andelen reduseres.

4.5.1.1 Referansebanen

Energiforbruket i referansebanen for alle bidragene følger energiforbruket i referansebanen i Energiutredningen 2020. Energiutredningen legger til grunn at gjennomsnittlig energiforbruk per innbygger vokser med 45 kWh per innbygger per år basert på historisk vekst. De samlede utslippsfaktorene for hver klimagass bestemmes ut fra sammensetningen av energityper i referansebanen i Energiutredningen, og utslippsfaktoren for hver energitype hentes fra det nasjonale utslippsregnskapet (Miljødirektoratet, 2020a).

4.5.1.2 Tiltaksanalyser

Faktorer i annen mobil forbrenning påvirkes av følgende tiltak:

- **BAT01 Fossilfrie bygge- og anleggsplasser:** Tiltaket innebærer å stille innkjøpskrav om fossilfri anleggsdrift i minimum tre prosjekter innen 2020. Tiltaket er anslått å gi en utslippsreduksjon på 8500 tonn CO₂-ekvivalenter i 2020. I tillegg er det vedtatt et mål om fossilfri drift på alle kommunale byggeplasser innen 2025, som vi også tar med i dette tiltaket. Det foreligger imidlertid ingen estimater for hvor store utslippene fra kommunale byggeplasser i Bergen er eller hvor stor andel de utgjør av den samlede bygg- og anleggsvirksomheten i Bergen, og som nevnt gir datagrunnlaget for utslippskilden dieseldrevne motorredskaper ingen gode holdepunkter for å beregne hvor stor del av utslippene som skyldes bygg- og anleggsvirksomhet generelt. Som middelverdi antar vi derfor nokså vilkårlig en ytterligere effekt innen 2025 på to ganger det opprinnelige tiltaket i Klimabudsjettet, mens vi for nedre og øvre grense av usikkerhetsintervallet antar henholdsvis ytterligere tre ganger og én gang den opprinnelige effekten. I alle tre tilfellene antar vi at 2020-effekten fases inn lineært fra 2018 til 2020, og at tilleggseffekten fra å gjøre alle byggeplasser fossilfrie fases inn lineært fra 2020 til 2025. Tiltaket nedjusterer en kombinasjon av faktorene «andel diesel» og «andel biodiesel», avhengig av hvor mye av tiltaket som realiseres gjennom elektrifisering og hvor mye gjennom bruk av biodiesel. For enkelhets skyld antar vi at de to bidrar like mye, og justerer begge faktorene slik at de til sammen reduserer utslippene med en prosent tilsvarende forholdet mellom 8500 tonn CO₂-ekvivalenter og utslipp fra dieseldrevne motorredskaper i 2018 (det nærmeste året med tilgjengelige data).
- **KO01 Utfasing av mineralolje og gass til byggvarme på byggeplasser:** I Klimakur 2030 plasseres dette tiltaket som en del av sektoren Oppvarming. På grunn av at Dieseldrevne motorredskaper i Miljødirektoratets kommunefordelte utslippsstatistikk omfatter all bruk av anleggssfri diesel (men ikke gass) i blant annet bygg- og anleggsnæringen, fører tiltaket til utslippsreduksjon også i denne utslippskilden, og denne effekten omtales her (se avsnitt 4.4.1.2 for effekten på utslipp fra fossil gass brukt til midlertidig byggvarme). Mengden anleggsdiesel brukt til midlertidig byggvarme, og dermed effekten av tiltaket er svært usikker. Klimakur 2030 antar at anleggsdiesel til byggvarme stod for 84338 tonn CO₂-utslipp nasjonalt i 2018 basert på en kombinasjon av tall fra DNV GL og SSB, men oppgir at andre kilder gir et spenn fra 50000 til 140000 tonn. I vårt anslag for Bergen, bruker vi disse tallene til å estimere effekten for middelverdi og øvre og nedre grense for usikkerhetsintervallet som følger:

 - *Middelverdi:* Vi bruker utslippsreduksjonen som Klimakur 2030 antar at utfasing av anleggsdiesel til midlertidig byggvarme fører til nasjonalt (80 000 tonn CO₂-ekvivalenter), og regner ut hvor stor andel dette utgjør av samlede utslipp fra dieseldrevne motorredskaper nasjonalt (summen av alle kommuner i Miljødirektoratets kommunefordelte utslippsstatistikk, lik 2,24 mill. tonn CO₂-ekvivalenter). Vi antar at utslippene fra dieseldrevne motorredskaper i Bergen går ned med samme prosentandel (3,6 prosent), og implementerer dette ved å redusere faktoren Andel diesel i energiforbruket med samme prosent. Effekten fases inn lineært fra 2020 til 2022, på linje med innfasingen av effekten i Klimakur 2030.
 - *Nedre grense:* Samme som for middelverdien, men andelen utslipp fra anleggsdiesel til midlertidig byggvarme regnes ut med øvre grense av DNV GLs anslag (140 000 tonn). Dette gir en reduksjon i utslipp / andel diesel i energiforbruket på 6,3 prosent.

- *Øvre grense:* Samme framgangsmåte som for middelverdien og nedre grense, men med nedre grense av DNV GLs anslag for utslipp fra anleggsdiesel til midlertidig byggvarme (50 000 tonn). Dette gir en reduksjon på 2,2 prosent).
- **KAT02 70 % av nye ikke-veigående maskiner og kjøretøy er elektriske i 2030:** Tiltaket innebærer en gradvis opptrapping av salg av elektriske motorredskaper fra og med 2020, og når 70 prosent av nysalget i 2030. Klimakur 2030 beregner en reduksjon i nasjonale utslipp per år fram til 2030. For å anslå reduksjonen for Bergen, beregner vi først hvor stor prosentvis reduksjon den nasjonale utslippsreduksjonen utgjør i forhold til nasjonale utslipp fra motorredskaper i referansebanen som Klimakur 2030 bruker. Deretter reduserer vi faktoren Andel diesel i Bergen med samme prosent. Dette blir noe unøyaktig ettersom fordelingen mellom ulike typer ikke-veigående maskiner i Bergen må antas å være forskjellig fra landet som helhet (for eksempel mindre andel jord- og skogbruksmaskiner, og kanskje høyere andel bygg- og anleggsmaskiner), men det vi har ikke kunnet fordele denne effekten mer nøyaktig til Bergen med tilgjengelige data. Dette tiltaket overlapper med BAT01, og reduksjonsfaktoren blir justert for å ta hensyn til dette.
- **KAT05 Bruk av avansert flytende biodrivstoff i avgiftsfri diesel:** Tiltaket innebærer en 20 prosents innblandingsgrad av avansert biodrivstoff i avgiftsfri diesel fra og med 2021. Vi implementerer dette tiltaket ved å sette faktoren Andel biodiesel til 0,20 fra og med 2021, i de tilfellene hvor faktoren ikke allerede er høyere enn dette.
- **RAT01 Påbud om utslippsfrie motorredskaper eller bruk av 100 prosent biodiesel:** Tiltaket innebærer at fossile CO₂-utslipp fra dieseldrevne motorredskaper blir null, men utslipp av CH₄ og N₂O avhenger av andelen elektrifisering i forhold til bruk av biodiesel. Elektrifisering reduserer faktoren Andel diesel, mens bruk av biodiesel øker faktoren Andel biodiesel til 1,0 for CO₂, men påvirker ikke CH₄ og N₂O. Vi antar at tiltaket innføres for fullt først i 2030, men at forberedelser (gjennom krav ved innkjøp og eventuelle støtteordninger til gjennomføringer) gir en gradvis innføring fra 2021. Vi gjør følgende antakelser for framskrivningen:
 - *Middelverdi:* Elektrifisering og biodiesel bidrar med halvparten av effekten hver. Faktoren Andel fossilt energiforbruk for hvert bidrag multipliseres med en reduksjonsfaktor som går lineært fra 1 i 2020 til 0,5 i 2030. Utslipp per enhet fossil energi går lineært fra den verdien den har i utgangspunktet i 2020 (referansebanen pluss andre tiltak som iverksettes) til verdiene for ren biodiesel i 2030.
 - *Nedre grense:* Ren elektrifisering. Andel fossilt energiforbruk multipliseres med en reduksjonsfaktor som går lineært fra 1 i 2020 til 0 i 2030.
 - *Øvre grense:* Kun bruk av bioenergi. Utslipp per enhet fossil energi følger samme utvikling som for middelverdien, men det gjøres ingen justering i andel fossilt energiforbruk.

4.5.2 Snøscootere

Utslipp fra snøscootere er en ubetydelig kilde i Bergen kommune, med utslipp på 70-90 tonn CO₂-ekvivalenter mellom 2009 og 2018, og kun en svakt stigende trend på grunn av en langsom økning i antall registrerte snøscootere (fra 145 i 2009 til 219 i 2018). Utslippskilden tas med i modellen for å gjøre den fullstendig og for å sikre overensstemmelse med Miljødirektoratets statistikk, men for enkelhets skyld dekomponerer vi ikke utslippene, og de antas å være konstante på gjennomsnittet for årene 2015-2018. Vi definerer ikke noe usikkerhetsintervall. Mulighetsscenariene inneholder ingen tiltak rettet mot snøscootere.

4.6 Sjøfart

Utslippskildene under sjøfart tilsvarer en rekke ulike skipstyper, beskrevet i tabell 8. Utslippene for denne sektoren i Miljødirektoratets statistikk leveres av Kystverket og beregnes med en modell utviklet av DNV GL, basert på posisjonsdata fra AIS-sendere og tekniske parametere fra skipsregister (Miljødirektoratet, 2020b). Dette gjør at fritidsbåter og andre mindre båter ikke er omfattet av statistikken, ettersom de ikke er oppført i skipsregistrene som brukes i DNV GLs modell, og er som regel ikke omfattet av påbud om å installere AIS-sendere. Slike båter er derfor heller ikke inkludert i referansebanen eller mulighetsscenariene.

Tabell 8: Utslippskilder i sektoren sjøfart, tilsvarende ulike skipskategorier. Gjengitt fra tabell 6 i metodebeskrivelsen for Miljødirektoratets kommunefordelte klimagasstatistikk (Miljødirektoratet, 2020b).

Utslippskilde / skipskategori	Beskrivelse / eksempel
Bulkskip	Skip for frakt av masse gods, for eksempel for frakt av stein, kull eller malm.
Cruiseskip	Cruiseskip
Fiskefartøy	Fiskebåter
Gasstankere	Tankere for LPG, LNG gass
Kjemikalietankere	Tankere for kjemikalier, matolje, vann
Kjøle-/ frys skip	Skip med isolerte lasterommet forsynt med kjøle- eller frysemaskineri.
Konteinerskip	Kalles også lo-lo skip fordi frakt kan løftes av og på (lift-on-lift-off)
Offshore supplyskip	For eksempel ankerhåndterings- eller forsyningsfartøy
Oljeprodukttankere	Tankere for oljeprodukter og asfalt
Passasjer	Passasjerferger og bilferger
Ro Ro last	Lasteskip for rullende last, for eksempel bilfrakteskip.
Råoljetankere	Tankere for råolje (ingen utslipp i Bergen, og derfor ikke med i modellen)
Stykkogodsskip	Skip spesielt tilpasset transport av stykkogods, hovedsakelig pallettransport
Andre offshore serviceskip	For eksempel boreskip, stand-by fartøy, rørleggingsfartøy eller FPSO
Andre aktiviteter sjøfart	For eksempel fartøy som benyttes til mudring, kabellegging, redningsarbeid (inkl. taubåter) og forskning. Inkluderer også utslipp fra mobile rigger med eget IMO-nummer.

Hver utslippskilde (skipskategori) deles opp i to bidrag:

- Utslipp under seilas
- Utslipp ved havneleie

Utslipp under seilas omfatter alle utslipp innenfor kommunegrensa og ut til 12 nautiske mil fra grunnlinja. Vi kjenner ikke nøyaktig energiforbruk per nautisk mil, men kan anslå det for 2018 (se nedenfor), og anslå tidsutviklingen ut fra kildene som benyttes i referansebanen (se 4.6.1.1). Vi

dekomponerer derfor utslipp under seilas på følgende måte, for å kunne analysere både tiltak som forbedrer energieffektivitet (lavere energiforbruk per nautisk mil) og tiltak for å gå over til mindre utslippsintensive energikilder (lavere utslipp per energienhet):

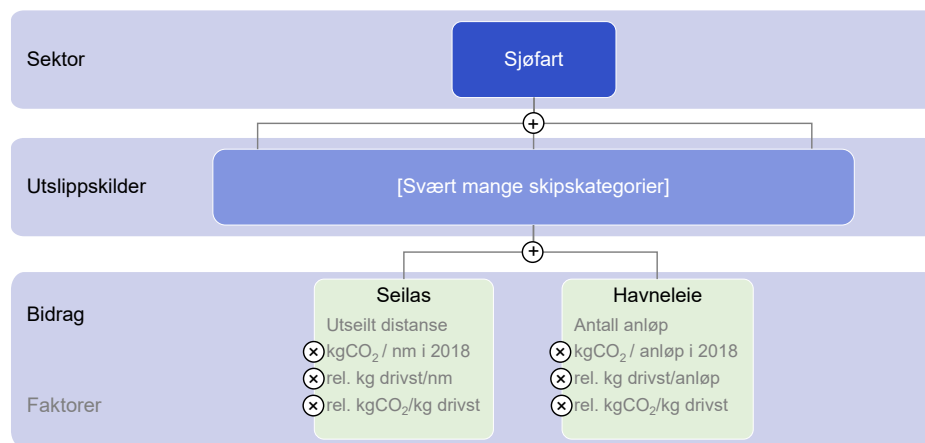
- Utseilt distanse
- Utslipp under seilas per nautisk mil i 2018
- Energiforbruk per nautisk mil relativt til 2018
- Utslipp per enhet energi til seilas relativt til 2018

Utslipp ved havneleie omfatter utslipp fra energibruk for å produsere strøm og for å drive andre aktiviteter under havneleie. Dette er en betydelig utslippskilde for skip som tilbringer mye tid og/eller bedriver energikrevende aktiviteter ved havn, som cruiseskip, offshoreskip, tankere og godsskip. Vi kjenner ikke nøyaktig energibruk ved havneleie for de ulike skipstypene, men for å kunne analysere både tiltak som endrer energibruken og tiltak som påvirker energimiks (f.eks. landstrøm eller bruk av alternative drivstoffer), dekomponerer vi utslipp ved havneleie for hver skipskategori i følgende faktorer:

- Antall havneanløp i Bergen
- Utslipp i havn per havneanløp i 2018
- Energiforbruk i havn per havneanløp relativt til 2018
- Utslipp per enhet energi til aktiviteter i havn relativt til 2018

Vi bruker her utslipp og energiforbruk per havneanløp, ettersom vi ikke har pålitelige data for liggetid eller andre parametere som kanskje ville korrelere bedre med størrelsen på utslippet under havneleie.

Historiske tall for utseilt distanse i Bergen for hver skipskategori finnes i tilleggsinformasjon til Miljødirektoratets kommunefordelte utslippsstatistikk, mens antall havneanløp rapporteres av Kystverket (2020b). Samlet energiforbruk (under seilas og i havn til sammen) hentes fra et API levert av Kystverket (2020a), som inneholder energiforbruk og andre parametere fra DNV GLs modell fordelt på kommuner, og som ligger til grunn for Miljødirektoratets statistikk.



°CICERO tØi Temperamentens Institut
 Østlandsforskning

4.6.1.1 Referansebanen

Verdiene for utseilt distanse, antall havneanløp og energiforbruk per nautisk mil og per havneanløp velges slik at de er konsistente med energiforbruk til sjøfart i referansebanen i Energiutredningen (Menon Economics, 2020). Referansebanen baserer seg på analysen gjort av DNV GL for Klimakur 2030 (DNV GL, 2019), og som danner grunnlaget for referansebanen for sjøfart der.

DNV GLs rapport angir årlig vekst i aktivitet for ulike skipstyper i referansebanen fra 2019 til 2030, og vi bruker disse vekstratene til å framskrive både utseilt distanse og antall havneanløp (vi har ikke datagrunnlag for å skille mellom disse i tidsutviklingen). Rapporten oppgir også endring i CO₂-utslipp per skipstype fra 2018 til 2030 samt antall skip med ulike energityper i 2030. Vi bruker disse tallene i kombinasjon med aktivitetsveksten til å utlede endringer i energieffektivitet og i utslipp per energienhet for hver skipskategori.

Referansebanen tar også hensyn til at godshavna fra 2026 flyttes til Ågotnes, som ligger i Øygarden kommune og dermed utenfor den geografiske grensen for utslippsregnskapet for Bergen. I modellen modelleres dette ved at antall havneanløp fra relaterte skipstyper blir null fra og med 2026 (se beskrivelse av faktoren «Antall havneanløp» nedenfor). Vi gjør ingen endring i utseilt distanse, ettersom en vesentlig del av distansen må antas å være gjennomfartstrafikk som ikke påvirkes av tiltak, i tillegg til at en vesentlig andel av trafikken til Ågotnes må antas å gå gjennom farvann i Bergen.

Tidsutviklingen for hver faktor blir da som følger:

- **Utseilt distanse**, og
- **Antall havneanløp:** Framskrives fra 2018-nivå med årlig vekstrate gitt i tabell 3 av DNV GL (2019), med unntak av cruiseskip.
 - *Middelverdi:* Vekstraten for «Lasteskip» i DNV GL (2019) brukes på alle typer godsskip, tankere og bulkskip, bortsett fra at Antall havneanløp settes til 0 fra og med 2026 for følgende skipstyper som følge av flytting til Ågotnes: konteinerskip, stykkgodsskip, kjøle-/ fryserskip, Ro Ro last. Øvrige skipstyper svarer til opplagte utslippskilder i Miljødirektoratets statistikk. For cruiseskip antas null vekst, og i stedet brukes middelverdiene for årene 2015-2018, med bakgrunn i mål om å begrense antall cruiseskipsanløp i Bergen havn.
 - *Nedre grense:* For passasjerskip settes nedre grense proporsjonalt med bredden på usikkerhetsintervallet for folketall, mens den for andre skipstyper settes proporsjonalt med bredden på usikkerhetsintervallet for økonomisk vekst.
 - *Øvre grense:* Tilsvarende som for nedre grense.
- **Utslipp per enhet energi til seilas relativt til 2018:** Gjennomsnittlig utslippsfaktor for hver skipskategori i 2030 beregnes ut fra andelen skip i hver drivstoffklasse i 2030 i DNV GLs referansebane (se tabell 6 i DNV GL (2019)), hvor det for enkelhets skyld antas at alle skip brukte marin gassolje (MGO) eller diesel (som har omtrent samme utslippsfaktor) i 2018. Utslippsfaktorer fra MGO/diesel og LNG tas fra nasjonalt utslippsregnskap.
 - *Middelverdi:* Antar en lineær reduksjon fra 1 i 2018 til forholdstallet gitt av beregningsmåten over i 2030.
 - *Nedre grense:* Lik middelverdien
 - *Øvre grense:* Lik middelverdien
- **Utslipp per enhet energi ved havneleie relativt til 2018:** Antas lik utslipp per enhet energi til seilas. Landstrøm holdes utenfor referansebanen, ettersom det er et tiltak i Klimabudsjettet og i Klimakur 2030, og det er derfor rimelig å anta stor grad av samsvar mellom utslippsfaktor for energi brukt til seilas og energi brukt ved havneleie. Dette er en forenklet antakelse og ikke nødvendigvis tilfelle for alle skipskategorier, men gjøres som en forenkling.
- **Energiforbruk per nautisk mil relativt til 2018**, og
- **Energiforbruk ved havneleie per anløp relativt til 2018:** Antas å være like, det vil si at det antas samme relative energieffektivisering for seilas og for havneleie. Settes lik relativ reduksjon i utslipp fra 2018 til 2030 for hver skipskategori i DNV GLs referansebane (se tabell 5 i DNV GL (2019)), dividert med den relative endringen i utslipp per enhet energi som beregnet over, og dividert med relativ endring aktivitet fra 2018 til 2030. Resultatet er lik den delen av utslippsreduksjonen som kan tilskrives energieffektivisering.

Faktorene «Utslipp under seilas per nautisk mil i 2018» og «Utslipp i havn per havneanløp i 2018» endrer seg ikke over tid, men må anslås for 2018. DNV GLs modell beregner en omtrentlig splitt på havn og seilas for enkeltskip, men denne splitten beholdes ikke når utslippene aggregeres, og er ikke bevart i tallene som leveres til Miljødirektoratet. Det finnes generelt svært lite publiserte data eller estimater av energiforbruk eller utslipp i havn, men DNV GL har publisert en analyse i 2015 av markedsgrunnlaget for landstrøm i ulike norske havner, hvor de oppgav et anslag for energiforbruk i havn i Bergen for ulike skipstyper i 2014 (DNV GL, 2015). Vi bruker dette sammenliknet med det totale energiforbruket i Kystverkets database til å fordele energiforbruket og dermed utslippene mellom havn og seilas. Denne fordelingen vil imidlertid være unøyaktig hvis andelen energiforbruk i havn har endret seg vesentlig for noen av skipstypene siden 2014.

4.6.1.2 Tiltaksanalyser

Mulighetsscenariene inneholder en rekke tiltak rettet mot sjøfart, men de kan kategoriseres i tre grupper av liknende tiltak. Alle tiltakene handler om bytte av energiform til havneleie, seilas eller begge deler, og påvirker dermed faktorene «Utslipp per enhet energi til seilas relativt til 2018», og/eller «Utslipp per enhet energi ved havneleie relativt til 2018».

Første gruppe er tiltak med landstrøm:

- **BS01 Utslippsfri havn:** Dette tiltaket omfatter i praksis kun landstrøm til Hurtigruten (altså en del av utslippene fra passasjerskip), offshoreskip og cruiseskip. I Klimabudsjettet for 2020 antas det å gi en utslippsreduksjon på 11000 tonn CO₂-ekvivalenter i 2020, som er relativt lite i forhold til de samlede utslippene både for de aktuelle skipskategoriene og for sektoren totalt. Vi antar imidlertid at effekten av dette tiltaket vil øke til å fjerne det aller meste av utslippene fra havneleie for de aktuelle skipene innen 2030.

For cruiseskip er det lagt opp til sterke insentiver for cruiseskip å kunne koble seg til landstrøm samt prioritering i køen for cruiseskip som støtter landstrøm. Bergen havn oppgir at det i 2020 var forventet 350 anløp, hvorav ca. en tredjedel (115) støtter landstrøm. COVID-19-epidemien gjør imidlertid at de reelle tallene må ventes å bli langt lavere, men vi antar likevel at tiltaket reduserer faktoren «Utslipp per enhet energi ved havneleie» for cruiseskip med en tredjedel i 2020. Den samme faktoren for offshore supplyskip og andre offshoreskip justeres så slik at den samlede utslippsreduksjonen i 2020 i blir på 11000 tonn CO₂-ekvivalenter, i tråd med effektberegningen i klimabudsjettet. I medierapporter er det oppgitt at landstrøm til Hurtigrutens skip vil medføre ca. 150 tonn reduksjon i CO₂-utslipp per skip per år, eller ca. 1600 tonn for de 11 skipene til Hurtigruten og Havila til sammen (Shipping24, 2019). Ett skip tok i bruk landstrøm i mars 2019, og alle de 11 skipene skal kunne ta i bruk landstrøm fra og med 2021 (Teknisk ukeblad, 2018).

Landstrømanlegg for offshore-skip ble ferdigstilt i 2020, med kapasitet til å forsyne alle offshoreskip med dagens aktivitets nivå, selv om langt fra alle offshoreskip støtter landstrøm per i dag. Vi antar for enkelhets skyld at effekten av tiltaket er null før 2021. Vi framskriver faktoren «Utslipp per enhet energi ved havneleie relativt til 2018» for de aktuelle skipskategoriene fram mot 2030 ved å multiplisere verdien for hvert år med en reduksjonsfaktor. Reduksjonsfaktoren fastsettes som følger:

- *Middelverdi:*
 - For passasjerskip: Lik 1 minus 1600 tonn delt på CO₂-utslipp i referansebanen fra og med 2021, tilsvarende utslippsreduksjonen fra landstrøm til Hurtigruten fra 2021.
 - For cruiseskip: Lik 2/3 i 2020 (tilsvarende omtrentlig andel av cruiseskipanløp som var ventet å ikke støtte landstrøm i det året), og deretter lineær reduksjon til 1 minus den andelen cruiseskip som anses å kunne støtte landstrøm i 2030 i tabell 15 i DNV GLs rapport (2019), lik $1 - 26/48 = 0,46$.
 - For offshoreskip: Lik 1 i 2020, og deretter lineær reduksjon til andelen offshoreskip som ventes å kunne støtte landstrøm i 2030 i tabell 15 i DNV GLs rapport, lik $1 - 141/347 = 0,59$.

- *Nedre grense:*
 - For passasjerskip: Lik middelveidien (ikke noe usikkerhetsintervall)
 - For cruiseskip: Lineær reduksjon til 0 i 2030, det vil si at alle cruiseskip som ligger til havn i Bergen støtter landstrøm.
 - For offshoreskip: Lineær reduksjon til 0 i 2030.
- *Øvre grense:*
 - For passasjerskip: Lik middelveidien
 - For cruiseskip: Ingen videre reduksjon fra 2020, dvs. 2/3 fra 2020 til 2030.
 - For offshoreskip: Lik middelveidien (dette innebærer en antakelse om at engasjementet til Equinor og andre offshore-aktører i Bergen gjør det usannsynlig at andelen offshoreskip som støtter landstrøm vil være lavere i Bergen enn det nasjonale snittet brukt i DNV GLs analyse og i Klimakur 2030).
- **KS04 Landstrøm:** Dette tiltaket fra Klimakur 2030 omfatter alle skipstyper. Vi definerer det her som den tilleggseffekten som tiltaket i Klimakur 2030 kan ha i Bergen på andre skipstyper enn cruiseskip, offshoreskip og den delen av passasjerskip som Hurtigruten utgjør (som adresseres i tiltaket BS01 fra klimabudsjettet), ved at det bygges ut landstrømanlegg til å dekke alle andre skipstyper også. På samme måte som BS01 reduserer tiltaket faktoren «Utslipp per energi ved havneleie relativt til 2018». Vi multipliserer faktoren for hver av disse skipstypene for hvert år fram til 2030 med en reduksjonsfaktor, definert som følger:
 - *Middelveidi:* Lik 1 i 2020. Avtar deretter lineært til 1 minus andelen skip som støtter landstrøm i for hver skipskategori i tabell 5 i DNV GL (2019).
 - *Nedre grense:* Lik 1 i 2020, avtar deretter til 0 i 2030 (det vil si at alle skip støtter landstrøm).
 - *Øvre grense:* Lik 1 i 2020, avtar deretter lineært, men bare halvparten så raskt som for middelveidien. Det betyr at tiltaket kun får halvparten så stor effekt som i middelveidien, og at usikkerhetsintervallet blir symmetrisk rundt middelveidien.
- **RS01 Påbud om bruk av landstrøm for skip med fossil energiforsyning:** Dette tiltaket skal eliminere utslipp fra havneleie. Effekten er imidlertid fanget opp allerede i nedre grense av tiltakene BS01 og KS04 til sammen. Vi setter derfor *middelveidien* for dette tiltaket til å være lik nedre grense for de to tiltakene, og definerer ikke noe usikkerhetsintervall.

Andre gruppe med tiltak er tiltak som innebærer overgang til drivstoff med lavere utslipp (LNG, hybrider) eller nullutslipp (batteri, hydrogen, ammoniakk) for skipskategoriene godsskip, offshorefartøy, fiskefartøy, bulkskip, ferger og hurtigbåter. Dette påvirker faktorene «Utslipp per enhet energi til seilas» og «Utslipp per enhet energi ved havneleie» for hver skipskategori:

- **KS05-KS08 og KS10-KS11:** For hvert tiltak multipliserer vi begge faktorene med en reduksjonsfaktor, som defineres som følger for de aktuelle skipskategoriene:
 - *Middelveidi:* Lik 1 i 2019. For hvert år fra 2020 til 2030 settes den til 1 minus forholdet mellom det *nasjonale* utslippsreduksjonspotensialet for tiltaket angitt i Klimakur 2030 og det samlede *nasjonale* utslippet fra den skipskategorien i referansebanen for Klimakur 2030.
 - *Nedre grense:* Lik middelveidien
 - *Øvre grense:* Lik middelveidien

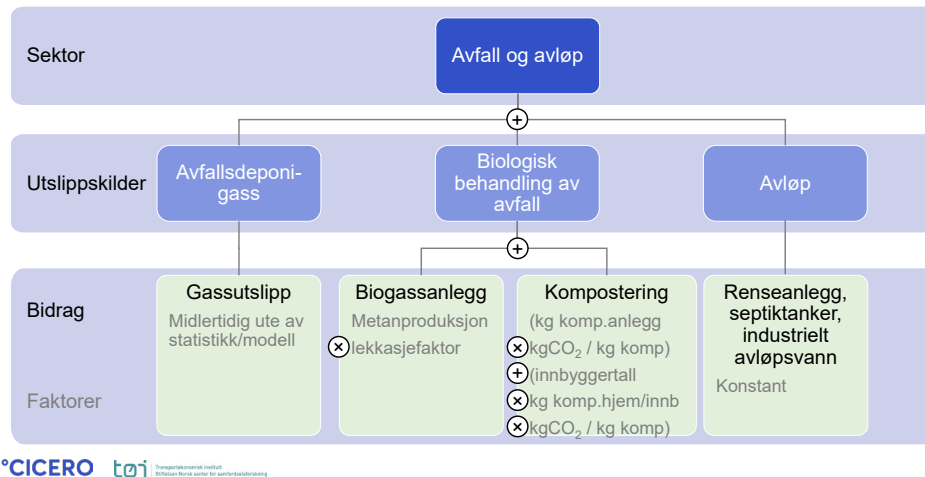
Antakelsen over innebærer at tiltakene har samme effekt (relativt sett) i Bergen som det nasjonale gjennomsnittet. Vi definerer ikke noe usikkerhetsintervall, ettersom det ikke er gitt noe slikt intervall i Klimakur 2030, og vi ikke har grunnlag for å kvantifisere usikkerheten. For enkelthets skyld har vi ikke beregnet eventuelle gjenværende N₂O-utslipp fra skip som tar i bruk LNG eller ammoniakk. Det ville potensielt kunne redusere deler av effekten for noen skipstyper med noen få prosent.

Tredje gruppe med tiltak innebærer å erstatte deler av gjenværende fossilt drivstoff med biodrivstoff, som innebærer en reduksjon i både faktorene «Utslipp per enhet energi til seilas relativt til 2018» og «Utslipp per enhet energi ved havneleie relativt til 2018». Det omfatter ett tiltak fra Klimakur 2030:

- **KS03 Bruk av avansert biodrivstoff til skipsfart:** Tiltaket i Klimakur 2030 innebærer at omtrent 15 prosent av fossilt drivstoff (olje og LNG) erstattes med biodrivstoff (biodiesel og LBG), gjennom omsetningskrav eller liknende virkemidler. Klimakur 2030 antar at effekten øker lineært fra null i 2021 til full effekt i 2030. For at tiltaket skal gi full effekt i Bergen, må det forutsettes at tiltaket gjennomføres nasjonalt og ikke som et krav kun for drivstoff omsatt i Bergen kommune, ettersom mange skip bunkrer andre steder. Selv med et nasjonalt krav, vil skip som bunkrer i utlandet ikke nødvendigvis bruke bioinnblandet drivstoff. Tiltaket kan også føre til at skip med mulighet til å bunkre utenfor Norge gjør det i større grad, for å unngå den ventelig høyere prisen for bioinnblandet drivstoff. Vi har ikke tilstrekkelig informasjon til å kunne si hvordan dette slår ut for Bergen, og må derfor gjøre enkle antakelser om grensene for usikkerhetsintervallet. Tiltaket gjør at faktorene «Utslipp per enhet energi til seilas relativt til 2018» og «Utslipp per enhet energi ved havneleie relativt til 2018» multipliseres med en reduksjonsfaktor, som vi definerer som følger:
 - *Middelverdi:* 1 i 2021. Avtar så lineært til 1 minus 15 % (=0,85) i 2030 for alle skips kategorier unntatt cruiseskip, tankere, containerskip og ro-ro lasteskip. For disse skipene antar vi halv effekt, dvs. at faktoren avtar lineært til 0,925 i 2030.
 - *Nedre grense:* Som middelverdien, men reduksjonsfaktoren avtar til 0,85 i 2030 for alle skips kategorier.
 - *Øvre grense:* Som middelverdien, men reduksjonsfaktoren forblir 1 (ingen effekt) for cruiseskip, tankere, containerskip og ro-ro lasteskip.

4.7 Avfall og avløp

Avfall og avløp i Miljødirektoratets statistikk består av tre utslippskilder: Avfallsdeponigass, Biologisk behandling av avfall og Avløp.



4.7.1 Avfallsdeponigass

Denne utslippskilden omfatter avfallsdeponigass (metan) fra nedbrytning av tidligere deponert avfall. Den var inkludert i Miljødirektoratets statistikk til og med 2019-versjonen, men ble midlertidig fjernet fra 2020-versjonen av statistikken på grunn av for stor usikkerhet i datagrunnlaget. Det er derfor ikke beregnet en referansebane eller tiltakseffekter for denne utslippskilden i modellen. Modellen inkluderer likevel utslippskilden som en del av strukturen slik at den kan legges til igjen på et senere tidspunkt, men inneholder ikke data eller beregningsresultater. Da denne rapporten ble skrevet, arbeidet Miljødirektoratet med å finne en forbedret metode og datagrunnlag, med mål om å inkludere avfallsdeponigass i statistikken igjen senest i 2021-versjonen.

4.7.2 Biologisk behandling av avfall

Biologisk behandling av avfall omfatter utslipp fra biogassproduksjon ved biogassanlegg (CH₄), og utslipp av CH₄ og N₂O fra kompostering i komposteringsanlegg og ved hjemmekompostering. Vi deler utslippskilden inn i følgende to bidrag:

- Biogassanlegg
- Kompostering

Utslippene fra biogassanlegg skal reflektere lekkasje av metan fra biogassproduksjon. Miljødirektoratet anslår det til å være lik 5 prosent av produsert mengde biogass i hver kommune. Utslipp fra biogassanlegg modelleres derfor som et produkt av følgende faktorer:

- Biogassproduksjon
- Lekkasjefaktor

Utslipp fra kompostering deles opp i to underbidrag, komposteringsanlegg og hjemmekompostering, som modelleres ulikt, men som deretter summeres, slik at:

$$Utslipp\ kompostering = Utslipp\ komposteringsanlegg + Utslipp\ hjemmekompostering$$

Utslipp fra komposteringsanlegg modelleres som produktet av følgende faktorer:

- Kompostert mengde i komposteringsanlegg
- Utslipp per tonn kompostert i komposteringsanlegg

Utslipp fra hjemmekompostering modelleres som produktet av følgende faktorer:

- Innbyggertall
- Hjemmekompostert mengde per innbygger
- Utslipp per tonn hjemmekompostert

I Bergen er utslipp fra biogassanlegg først tatt med i utslippsstatistikken fra og med 2017 (faktisk produksjon startet på et lavt nivå i 2016). Utslipp fra kompostering omfatter i Bergen to komposteringsanlegg med tall fra og med henholdsvis 2016 og 2017, og hjemmekompostering med tall fra alle år. Miljødirektoratets statistikk for biologisk behandling av avfall viser derfor en trinnvis økning i utslipp, fra to-tre hundre tonn CO₂-ekvivalenter før 2016 (kun hjemmekompostering), til om lag fem hundre tonn i 2016 (hjemmekompostering og ett komposteringsanlegg) og videre til om lag to tusen tonn i 2017 og 2018 (hjemmekompostering, to komposteringsanlegg og biogassproduksjon).

4.7.2.1 Referansebanen

I referansebanen framskriver vi bidragene som følger:

- **Biogassproduksjon og lekkasjefaktor:** Utslipp fra biogassanlegg beregnes ved oppgitt produsert mengde metan i Miljødirektoratets statistikk fram til 2018 ganger en lekkasjefaktor på 5 prosent. Utslipp settes så konstant lik 52 tonn CH₄ (1300 tonn CO₂-ekvivalenter) fra og med 2019, tilsvarende 5 prosent av den oppgitte produksjonen fra Bymiljøetaten. Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall.
- **Kompostert mengde i komposteringsanlegg:** Vi tar utgangspunkt i kompostert mengde i komposteringsanlegg mottatt fra Miljødirektoratet for årene 2016-2018 og setter kompostert mengde lik gjennomsnittet for 2017 og 2018, konstant for alle år i referansebanen. Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall.
- **Hjemmekompostert mengde per innbygger:** Settes konstant lik gjennomsnittlig hjemmekompostert mengde per innbygger for årene 2011-2018. Vi tar utgangspunkt i tall for hjemmekompostert mengde mottatt fra Miljødirektoratet for årene 2009-2018, dividerer med innbyggertall for hvert år, og tar gjennomsnittet over årene 2011-2018. Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall. Usikkerhetsintervallet for de framskrevne utslippene blir dermed gitt gjennom usikkerhetsintervallet for innbyggertall.

Kompostert mengde per innbygger har holdt seg bemerkelsesverdig konstant på 5,4-5,5 kg per person siden 2011 med unntak av utligger på 5,0 i 2013 og 6,0 i 2018. Altså anser vi det som rimelig å framskrive hjemmekompostering ved hjelp av konstant mengde per innbygger, og å benytte gjennomsnittet for perioden 2011-2018.

- **Utslipp per tonn:** CO₂-utslipp ved kompostering er ikke-fossile og er derfor ikke inkludert. For CH₄ og N₂O bruker vi standardverdier fra Miljødirektoratets nasjonale utslippsregnskap (Miljødirektoratet, 2020a). Antas konstant i referansebanen, lik utslippsfaktorene brukt i det nasjonale utslippsregnskapet, se Tabell 9. Verdiene i nedre og øvre grense er lik middelveidien (ikke noe usikkerhetsintervall).

Tabell 9: Utslippsfaktorer for kompostering.

Utslippsfaktorer (kg/tonn)	CO ₂ (fossilt)	CH ₄	N ₂ O
Komposteringsanlegg	0	4	0,24
Hjemmekompostering	0	4	0,3

4.7.2.2 Tiltaksanalyser

Mulighetsscenariene inneholder ingen tiltak for biologisk behandling av avfall.

4.7.3 Avløp

Utslipp fra avløp består hovedsakelig av N₂O-utslipp fra renseanlegg, pluss mindre mengder utslipp fra industriavløpsvann, og utslipp fra septiktanker. Vi har ikke detaljerte data for sammensetningen av denne sektoren, men det er sannsynlig at renseanlegg utgjør det aller meste av utslippene i statistikken.

Utslippene er forholdsvis små, på ca. 3500-4500 tonn CO₂-ekvivalenter de fleste årene, og viser ingen klar trend, heller ikke med folketall. Vi dekomponerer derfor ikke denne utslippskilden ytterligere i faktorer.

4.7.3.1 Referansebanen

Ettersom utslippskilden ikke viser noen signifikant trend i de historiske tallene mellom 2009 og 2018, framskriver vi utslippene som konstante lik medianen for perioden 2009-2018. Vi definerer ikke noe usikkerhetsintervall.

4.7.3.2 Tiltaksanalyser

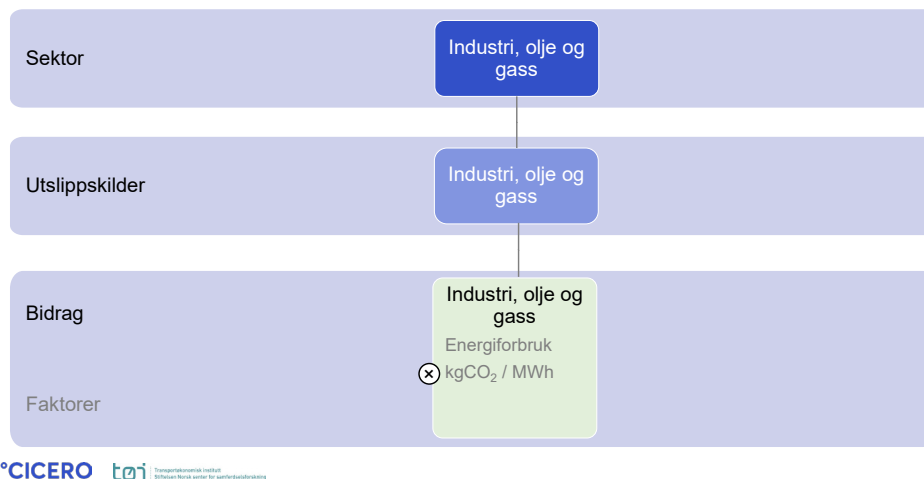
Mulighetsscenariene inneholder ingen tiltak for denne utslippskilden.

4.8 Industri, olje og gass

Sektoren Industri, olje og gass består av utslipp fra industrielle virksomheter som ikke faller inn under andre kategorier. Statistikken fra Miljødirektoratet baserer seg på innrapporterte CO₂-utslipp fra kvotepliktige virksomheter samt innrapportert forbruk av energivarer. Grunnlagstallene er tilgjengelige gjennom statistikk for landbasert industri på norskeutslipp.no. I tillegg legges det til et uspesifisert utslipp fra bedrifter som ikke rapporterer energiforbruk eller utslipp til Miljødirektoratet, men som rapporterer energiforbruk til SSB. SSB har ikke gjort tilgjengelig noen nedbrytning av disse utslippene eller oversikt over hvilke virksomheter de kommer fra.

Utslippene i Bergen som er rapportert til Miljødirektoratet kommer fra bare seks svært ulike bedrifter. Det er derfor ikke rimelig å identifisere spesifikke drivere for utslippene i sektoren, eller å framskrive utslippene ved hjelp av makroindikatorer som BNP eller folketall. For øvrig utgjør de ikke-spesifiserte utslippene beregnet av SSB en langt større andel av de samlede utslippene, i størrelsesorden 65-75 prosent. Vi dekomponerer derfor utslippene enkelt i følgende faktorer:

- Totalt energiforbruk
- Gjennomsnittlig utslippsfaktor



°CICERO tØi Temperamentens Institutt
Sivilingeniørkontor for miljø- og energiregning

4.8.1.1 Referansebanen

I referansebanen framskriver vi faktorene som følger:

- **Totalt energiforbruk:** Hentes fra referansebanen i Energiutredningen (Menon Economics, 2020). Det defineres ingen egen nedre eller øvre grense.
- **Gjennomsnittlig utslippsfaktor:** Beregnes fra energisammensetningen for sektoren i referansebanen i Energiutredningen for 2020, ved hjelp av utslippsfaktorer for hver energitype fra nasjonalt utslippsregnskap fra Miljødirektoratet (Miljødirektoratet, 2020a). Det defineres ingen egen nedre eller øvre grense.

4.8.1.2 Tiltaksanalyser

Mulighetsscenariene inneholder ingen tiltak for denne sektoren.

4.9 Luftfart

Sektoren luftfart omfatter utslipp fra flybevegelser på bakken, og takeoff og landing av fly og helikopter opp til 3000 fot. I Bergen inngår utslipp fra Flesland (ENBR) og Grønneviksøren (ENBG). Utslippene domineres fullstendig av Flesland, med mindre enn 10 tonn CO₂-ekvivalenter per år fra Grønneviksøren. Statistikken omfatter ikke flygninger med småfly som ikke er underlagt instrumentflygerelger (IFR) og ikke leverer flyplan (se kapittel 10.2 i Miljødirektoratet (2020b)). Militære flygninger er heller ikke inkludert.

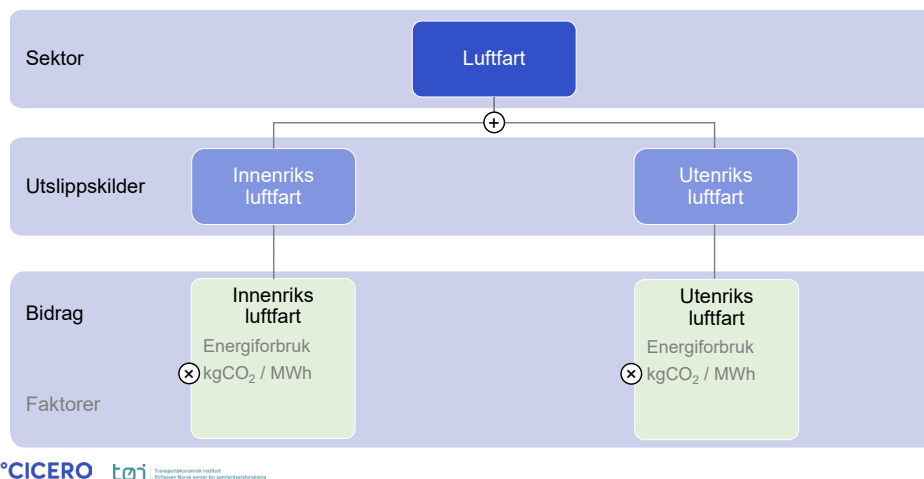
Sektoren er delt opp i to utslippskilder, avhengig av destinasjon eller opphav for flybevegelsen:

- Innenriks luftfart
- Utenriks luftfart

Hver utslippskilde deles opp i to faktorer:

- Totalt energiforbruk
- Gjennomsnittlig utslippsfaktor

Offshore helikopterflyvninger er inkludert under innenriks luftfart. Vi har ikke tall for utslipp eller energiforbruk for offshore helikopterflyvninger separat, men de utgjorde ca. 5 prosent av antall passasjerer og 20 prosent av antall flygninger under innenriks luftfart. Det må antas at helikopterflyvninger i gjennomsnitt har lavere utslipp per flygning men høyere utslipp per passasjer enn fly, slik at andelen utslipp også bør ligge mellom disse to prosenttallene.



4.9.1.1 Referansebanen

I referansebanen framskriver vi faktorene for hver utslippskilde som følger:

- **Totalt energiforbruk:** Hentes fra referansebanen i Energiutredningen (Menon Economics, 2020). Det defineres ingen egen nedre eller øvre grense.
- **Gjennomsnittlig utslippsfaktor:** Beregnes fra energisammensetningen for sektoren i referansebanen i Energiutredningen for 2020, ved hjelp av utslippsfaktorer for hver energitype fra nasjonalt utslippsregnskap fra Miljødirektoratet (Miljødirektoratet, 2020a). Det defineres ingen egen nedre eller øvre grense.

4.9.1.2 Tiltaksanalyser

Luftfart omfattes av to tiltak i scenariet «Radikale tiltak og påbud»:

- **RL01 Utfasing av salg av fossilt brennstoff for fly og helikopter:** Utslippsfaktoren i 2030 reduseres til halvparten, for å reflektere at alle flyavganger som fyller drivstoff på

Flesland må fylle 100 prosent biodrivstoff hvis de ikke allerede benytter utslippsfrie alternativer. Vi gjør dette gjennom å multiplisere utslippsfaktoren med en reduksjonsfaktor som er lik 1 i 2020, lik 0,5 i 2030, og som avtar lineært mellom de to årene, altså jevn gradvis innfasing av tiltaket fra 2021 til 2030. Tiltaket påvirker kun utslippsfaktoren for CO₂, ikke for CH₄ eller N₂O.

- **RL02 Påbud om biodrivstoff for fly som ankommer Flesland:** Behandles på tilsvarende måte som RL01, men reduksjonsfaktoren blir 0 i 2030 i stedet for 0,5.

4.10 Jordbruk

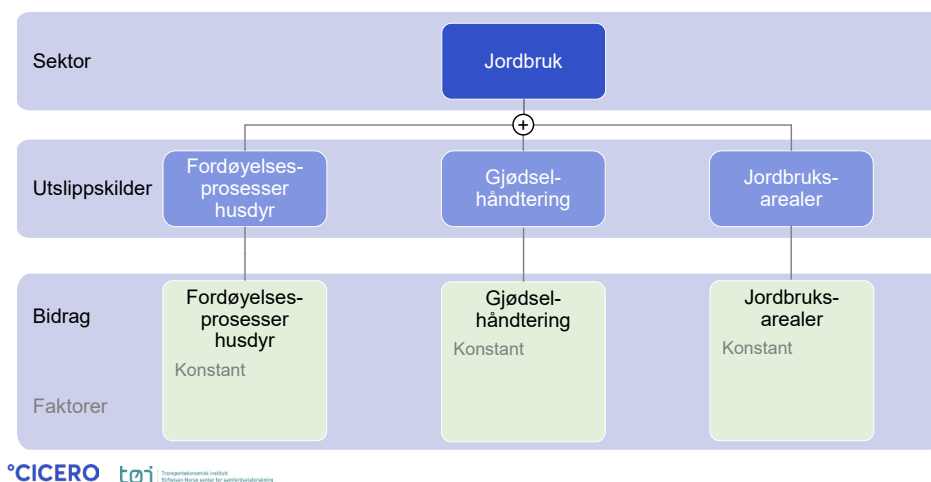
Jordbrukssektoren er delt inn i tre utslippskilder:

- Fordøyelsesprosesser husdyr
- Gjødselføring
- Jordbruksarealer

Fordøyelsesprosesser husdyr omfatter hovedsakelig metanutslipp fra fordøyelsessystemet til drøvtyggere. Gjødselføring omfatter CH₄- og N₂O-utslipp fra lagring av gjødsel, mens utslipp fra jordbruksarealer omfatter N₂O-utslipp fra spredning av gjødsel (både husdyrgjødsel og kunstgjødsel), fra avføring fra dyr på beite og fra jordsmonnet på arealer brukt til jordbruk, spesielt oppdyrkede myrer.

Utslippene fra alle tre utslippskildene har vist svært små endringer og ingen signifikant trend siden 2011, og utgjør til sammen mindre enn 1 prosent av samlede klimagassutslipp i Bergen. Alle tre utslippskildene har til felles at beregningsmodellene som brukes i Miljødirektoratets statistikk er forholdsvis komplekse og krever en rekke ulike parametere og inngangsdata som ikke alle er lett tilgjengelige. Beregningene bak statistikken bruker i stor grad nasjonale eller fylkeskommunale data og fordeler disse på kommunene ved hjelp av parametere som i mange tilfeller ikke fanger opp lokale forskjeller og tiltak, for eksempel samlet oppdyrket areal (i motsetning til faktisk bruksmønster og andelen av arealet som utgjøres av drenert myr) og samlet bruk av kunstgjødsel (uten hensyn til hvordan gjødselen brukes eller behandles). De eneste lokale variasjonene som fanges opp i særlig grad er sammensetningen av husdyrbestanden i kommunen. Dette gjør det utfordrende å bruke statistikken til å evaluere effekt av tiltak, ettersom de eneste tiltakene som fanges opp vil være tiltak som reduserer samlet arealbruk, reduserer bruk av kunstgjødsel, eller reduserer eller endrer sammensetningen av husdyrbestanden (særlig antall storfe og småfe).

På grunn av kompleksiteten og begrensningene i Miljødirektoratets statistikk, relativt små adresserbare utslipp samt begrensede ressurser i utarbeidelse av referansebane- og tiltaksmodellen, gjør vi en svært forenklet behandling av jordbrukssektoren. Utslippene dekomponeres ikke i bakenforliggende faktorer, referansebanen defineres på enklest mulig måte, og kun to tiltak med målbar effekt inkluderes i mulighetsscenarioene.



4.10.1.1 Referansebanen

Ettersom ingen av utslippskildene har vist noen signifikant trend siden 2011, framskrives alle med konstante utslipp fra 2019 til 2030, lik gjennomsnittet for årene 2011-2018. Vi definerer ikke noe usikkerhetsintervall.

4.10.1.2 Tiltak

Mulighetsscenariene inneholder to tiltak rettet mot jordbrukssektoren, fra Klimakur 2030. Overgang fra rødt kjøtt til plantebasert kost og fisk endrer sammensetningen og omfanget av jordbruksproduksjonen mens redusert matsvinn reduserer behovet for å produsere mat:

- **KJ01 Overgang fra rødt kjøtt til plantebasert kost og fisk:** Tiltaket fører til en reduksjon i antall drøvtyggere og med det hovedsakelig en reduksjon i CH₄-utslipp fra fordøyelsesprosesser husdyr. Videre antas tiltaket å gi en reduksjon i N₂O-utslipp fra spredning av kunstgjødsel og husdyrgjødsel på jordbruksarealer, samt reduksjon i CH₄- og N₂O-utslipp fra gjødselhåndtering (lagring). Vi beregner tiltakseffekt for Bergen ved å anta at tiltaket fører til samme relative reduksjon i CH₄ og N₂O for jordbrukssektoren i Bergen som de tilsvarende anslåtte reduksjonene på landsbasis i Klimakur 2030, og at de følger samme tidsprofil. Fordelingen av tiltakseffekt per utslippskilde er basert på mer detaljert informasjon om tiltaksberegningene mottatt fra NIBIO og Miljødirektoratet, kombinert med noen antagelser hvor informasjon mangler. For å kildefordele lystgass fra lagring og spredning av husdyrgjødsel er det antatt at mengde lystgass fra lagring er proporsjonal med mengden metan fra lagring. Prosentfordelingen mellom metanutslipp (70 %) og lystgassutslipp (30 %) for gjødsellagring er hentet fra det nasjonale utslippsregnskapet (Miljødirektoratet, 2020a). Antakelsene over forutsetter at tiltaket gjennomføres nasjonalt, ikke bare i Bergen. En viss andel av husdyrholdet i Bergen må antas å være drevet av forbruk av landbruksprodukter utenfor Bergen kommune, og denne andelen vil ikke bli redusert hvis tiltaket kun gjennomføres i Bergen.
- **KJ02 Redusert matsvinn:** Tiltaket fører til redusert behov for å produsere mat og gir dermed lavere utslipp fra fordøyelsesprosesser husdyr og fra lagring og spredning av husdyr- og mineralgjødsel. Også her er den største effekten antatt å være knyttet til en reduksjon i CH₄-utslipp fra fordøyelsesprosesser husdyr. Tiltakseffekten for Bergen beregnes tilsvarende som for tiltak KJ01, og fordelingen av tiltakseffekt per utslippskilde er også basert på tilsvarende antagelser.

Tiltakseffekten av redusert matsvinn antas å være påvirket av sammensetningen av jordbruksproduksjonen og vil derfor være påvirket av kostholdsendringen gitt ved tiltak KJ01. Vi antar imidlertid at tiltak KJ01 og KJ02 ikke trenger å justeres ytterligere i forhold til hverandre, ettersom effektberegningene for disse tiltakene i Klimakur 2030 allerede er tilpasset at begge tiltakene gjennomføres samtidig.

5 Anbefalinger om bruk og tolkning

Referansebaner og scenarier er ikke prognoser for hvordan klimagassutslippene faktisk kommer til å utvikle seg. De er anslag for hvordan klimagassutslippene ville utvikle seg i en tenkt situasjon hvor bestemte tiltak gjennomføres eller ikke gjennomføres, og hvor ellers alle antakelser og forenklinger gjort i beregningene faktisk holder. I praksis gjør de naturligvis aldri det, og i mange tilfeller, inkludert referansebanen her, vil man regne med at antakelsen nettopp ikke kommer til å inntreffe. Det er verken sannsynlig eller ønskelig at nasjonal eller kommunal klimapolitikk fryses på 2018-nivå.

Referansebaner og scenarier egner seg i stedet til å illustrere den mulige effekten av et sett med tiltak, eller fravær av tiltak, og å framheve behov for ytterligere tiltak eller områder som krever større oppmerksomhet. Selv om referansebanen og scenariene i denne rapporten brukes til å produsere et mangfold av kvantitative resultater, bør man være forsiktig med å stole på de presise tallene, og heller fokusere på relative størrelsesordener og på trender i tallene. Modellen i denne rapporten er relativt kompleks, mye av datagrunnlaget er usikkert, og resultatene bygger derfor på et stort antall antakelser med lav presisjonsgrad. Resultatene bør tolkes deretter.

Man bør også unngå å sammenlikne referansebanen eller scenariene med faktisk utvikling og anta at eventuelle forskjeller skyldes effekten av gjennomførte tiltak. Det kan være et utall ulike grunner til at faktiske utslipp utvikler seg forskjellig fra referansebanen eller det scenariet som inneholder de tiltakene man har gjennomført. For å kunne si noe om effekt av tiltak, eller årsaken til en gitt tidsutvikling, må man som et minimum se på utviklingen i de underliggende faktorene som påvirkes av tiltaket og som i sin tur fører til endringer i utslippene, og selv da vil det som regel være vanskelig å konkludere noe om årsak og virkning.

Referansebanen og scenariene i denne rapporten har hovedsakelig tre ulike bruksområder:

1. Beregne en *omtrentlig* trend i utslippene hvis tiltakene i ett av scenariene gjennomføres, eller hvis få eller ingen nye tiltak gjennomføres. For eksempel konstatere at utslippene sannsynligvis vil gå moderat nedover selv i fravær av ytterligere klimatiltak.
2. Gi en indikasjon på *størrelsesordenen* av effekten av et tiltak – altså ikke et presist tall eller et sikkert anslag, men en indikasjon på om effekten kan ventes å være stor, liten eller ubetydelig. For eksempel at karbonfangst, landstrøm, utfasing av fossil olje til oppvarming og forsert innføring av elbiler er av avgjørende betydning for å redusere utslippene, mens moderate tiltak for økt gjenvinning og utfasing av fossil gass til bygningsoppvarming sannsynligvis bidrar mindre til kraftige utslippsreduksjoner.
3. Framheve sektorer og utslippskilder hvor tiltak er fraværende eller helt klart utilstrekkelige for å oppnå en betydelig reduksjon i utslippene. For eksempel at det vil gjenstå store utslipp fra skip til sjøs og betydelige utslipp fra industri som ikke adresseres tilstrekkelig eller i det hele tatt av de foreslåtte tiltakene.

Man kan selvsagt velge å illustrere effekten av et tiltak eller et scenario av tiltak gjennom det presise tallet som modellen tilegner tiltaket/tiltakene, men man må være bevisst på begrensningene i tallene og unngå at disse tallene brukes til å sette presise tallfestede mål eller på annen måte brukes i en funksjon hvor den presise størrelsen på tallene er av vesentlig betydning.

Hvordan og hvor ofte man oppdaterer eller reviderer referansebanen vil avhenge av hvordan man ønsker å bruke den. Hvis man fortsatt kun ønsker å se hvordan det samme settet med tiltak påvirker

utslippene relativt til antakelsene som lå i den opprinnelige referansebanen med utgangspunkt i 2018, holder det å oppdatere sentrale antakelser som befolkningsvekst og økonomisk vekst med jevne mellomrom, samt å ta inn eventuelle revisjoner av Miljødirektoratets statistikk for 2018 eller tidligere år. I tillegg kan det være hensiktsmessig å endre antakelser som i etterkant har vist seg å være feil eller ta inn mer presise underlagsdata som kan ha blitt tilgjengelige.

Hvis man derimot ønsker å se effekten av et gitt sett med tiltak eller i hvilke sektorer det er mest behov for ytterligere tiltak etter hvert som nåsituasjonen forandrer seg, vil man måtte gå grundigere til verks og oppdatere alle tall og antakelser som ikke lenger stemmer med nåsituasjonen. Det vil også være hensiktsmessig å ta inn ny politikk som er vedtatt opp til det tidspunktet man gjør oppdateringen, snarere enn å ta utgangspunkt i en utdatert 2018-situasjon. Dette vil bety å gjøre en vesentlig del av modellutviklingsarbeidet på nytt, selv om det eksisterende modellmaskineriet og modellstrukturen samt data som ikke har endret seg naturligvis vil gjøre arbeidet en del mindre omfattende.

6 Resultater

6.1 Overordnede resultater

6.1.1 Utvikling i referansebanen

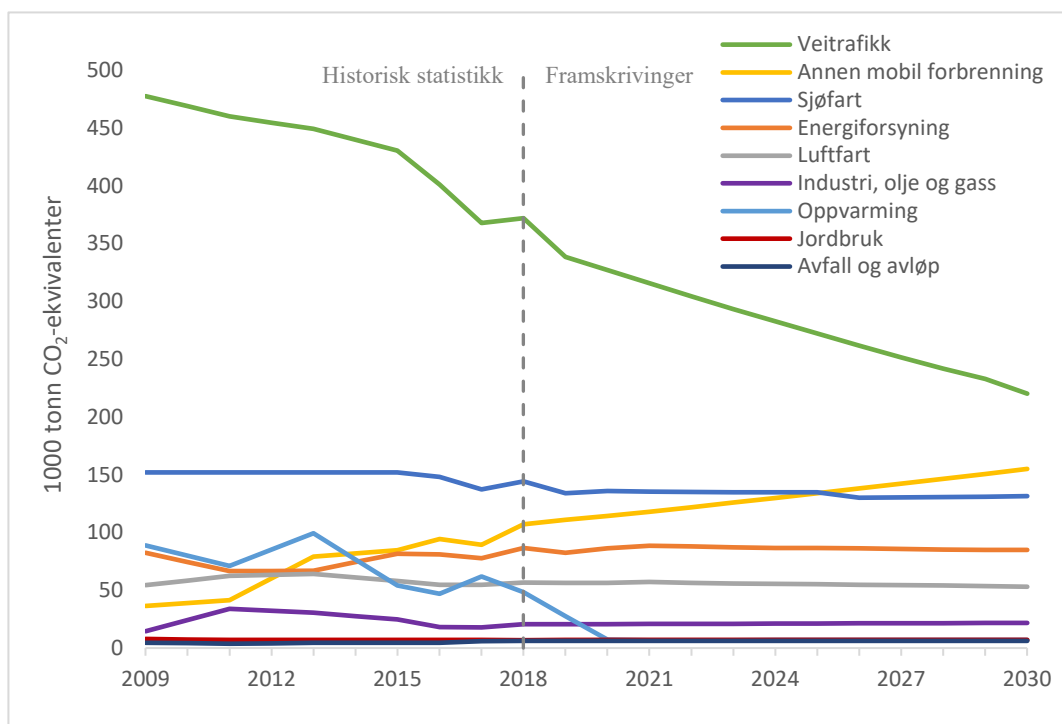
Utslippene i referansebanen går ned 19 prosent fra 2018 til 2030, fra 849 til 688 tusen tonn CO₂-ekvivalenter. Nedgangen i løpet av 2020-tallet drives nesten i sin helhet av fallende utslipp i veitrafikksektoren (se figur 4), som igjen drives hovedsakelig av økende elbilandel blant personbiler, men også vesentlige bidrag fra elektrifisering av varebiler og økende nullutslippsandel blant busser, i noen grad motvirket av voksende utslipp fra tungtransport (se seksjon 6.2). Før 2020 reduseres også utslippene av økende biodrivstoffandel i veitrafikken som følge av nasjonalt omsetningskrav, og av en over 80 prosents reduksjon i utslipp fra oppvarming som følge av at nasjonalt forbud mot fossil oljefyring trer i kraft.

Utslippstall for 2030 i hvert scenario er oppgitt i tabell 10, inkludert grensene for usikkerhetsintervallene. Prosenttallene under «Prosent endring» for referansebanen angir endring fra 2018 til 2030 som følge av tidsutviklingen i referansebanen. Prosenttallene for mulighetsscenarioene angir endringen i utslipp i 2030 som følge av tiltakene, i forhold til utslippene i 2030 i referansebanen. Merk at Klimakur-scenariet inneholder alle tiltakene fra Klimabudsjett 2020, og «Radikale tiltak» inneholder også alle tiltakene fra de to andre scenarioene, slik at prosenttallene for de ulike scenarioene ikke skal adderes sammen.

Nedgangen i veitrafikk og oppvarming motvirkes av betydelig vekst i utslippene fra Annen mobil forburning, i sin helhet drevet av utslippskilden Dieseldrevne motorredskaper. Utslipp fra avfallsforburning øker også, men motvirkes i stor grad av fallende utslipp fra fjernvarme unntatt avfallsforburning (se seksjon 6.3). Det er også noe utvikling i utslippene fra ulike skipstyper i sektoren Sjøfart, men de samlede utslippene for sektoren endrer seg lite fra 2018 til 2030. I luftfart er det også en moderat vekst i utslipp fra utenriks luftfart, som stort sett oppveies av en moderat nedgang i utslipp fra innenriks luftfart. Utslippene i øvrige sektorer endrer seg også lite, til dels på grunn av lite forventet endring i aktivitet eller energisammensetning, men i noen grad gjenspeiler det også mangel på nærmere informasjon om hvordan utslippene i de mindre sektorene kommer til å utvikle seg (se omtale for hver sektor i kapittel 4).

Tabell 10: Samlede klimagassutslipp i referansebanen og i hvert mulighetsscenario. Prosentvis endring i referansebanen for 2030 er angitt i forhold til utslipp i 2018. Endringer i mulighetsscenarioene er angitt i forhold til referansebanen i 2030.

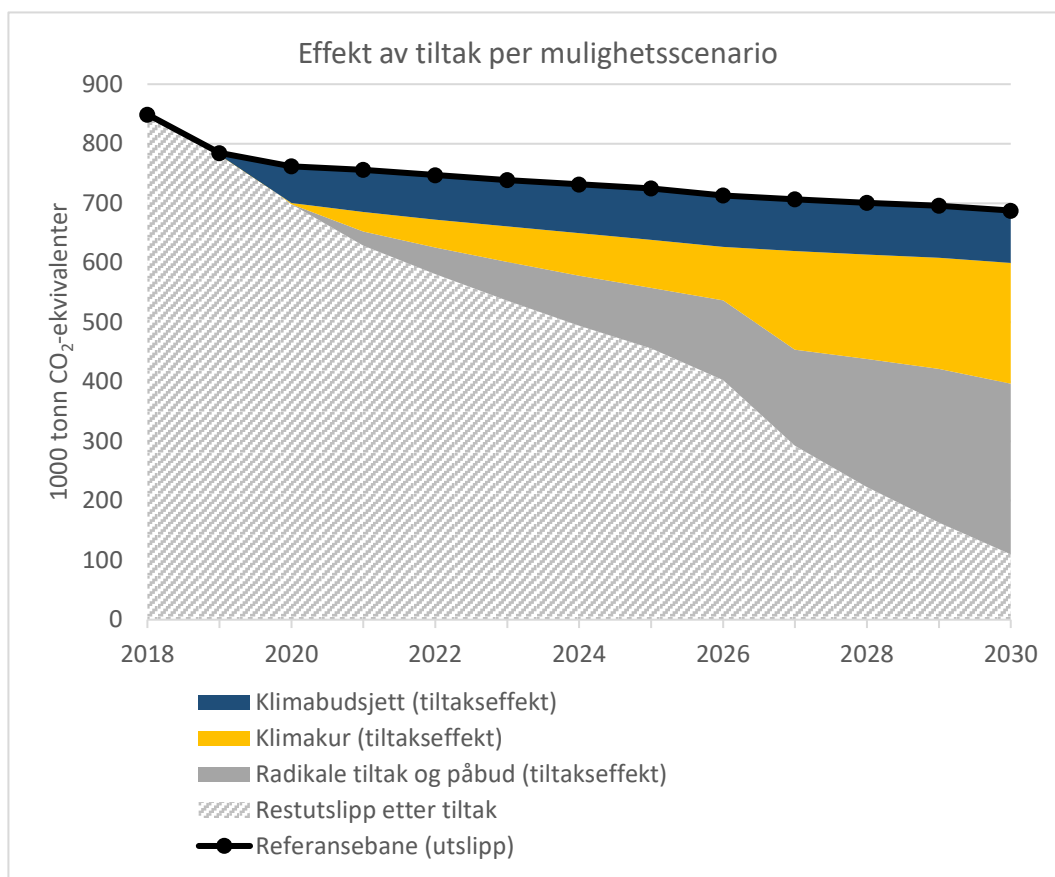
År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
2018, Statistikk	849 283			
2030, Referansebane	687 616	-19 %	576 648	853 958
2030, Klimabudsjett 2020	600 004	-13 %	464 464	762 441
2030, Klimakur	396 649	-42 %	311 757	484 991
2030, Radikale tiltak	109 925	-84 %	97 883	124 738



Figur 4: Utslipp fra hver sektor i Bergen, historisk i Miljødirektoratets statistikk, og framskrevet i referansebanen (middelverdien).

Det er imidlertid en vesentlig kvantifisert usikkerhet knyttet til utviklingen i referansebanen. I øvre grense faller utslippene ikke mellom 2018 og 2030, men vokser snarere med drøyt en halv prosent. I nedre grense faller de derimot med hele 32 prosent. Det aller meste av dette spennet skyldes usikkerhetsintervallet i veitrafikksektoren, som er forholdsvis stort både i absolutte tall og relativt til størrelsen på sektoren. Usikkerheten i veitrafikksektoren skyldes videre hovedsakelig ulike resultater for andelen nullutslippsbiler i de to modellene som ligger til grunn for antakelsene om bilparken i referansebanen (se beskrivelse i avsnitt 4.2.1.3 og 6.2).

Den reelle men ikke-kvantifiserte usikkerheten må ventes å være vesentlig større, spesielt på grunn av stor usikkerhet i utslippskilden Dieseldrevne motorredskaper, hvor det ikke foreligger lokale data om hvilke aktiviteter den avgiftsfrie dieselen faktisk brukes til, og hvor det også er stor usikkerhet rundt hvor mye av den som faktisk forbrennes i Bergen. Se omtale i seksjon 4.5.



Figur 5: Samlet effekt av tiltak i hvert av de tre mulighetsscenarioene

6.1.2 Effekt av tiltak

Tiltakene i de tre mulighetsscenarioene reduserer utslippene betraktelig innen 2030, men de kraftige tiltakene i scenariet Radikale tiltak og påbud er nødvendige for å redusere utslippene med mer enn 50 prosent i forhold til referansebanen i 2030. Selv med de tiltakene gjenstår det fortsatt en vesentlig andel av utslippene (se figur 5).

Klimabudsjett 2020

Tiltakene i scenariet Klimabudsjett 2020 reduserer utslippene i 2030 med 14 prosent i forhold til referansebanen (se tabell 10). Det er særlig tiltakene for utslippsfrie kommunale byggeplasser (BAT01), fossilfri kollektivtransport (BT01), samletiltak for veitrafikk (BT05) og utslippsfri havn (BS01, i praksis landstrøm til cruiseskip, Hurtigruten og offshoreskip) som drar det meste av lasset.

Klimakur

Tiltak fra Klimakur 2030 i scenariet Klimakur reduserer utslippene en god del mer, ned 42 prosent i forhold til referansebanen i 2030. Her er det særlig CCS for avfallsforbrenning på BIR, krav til nullutslippssandeler i nybilsalget for personbiler og tunge kjøretøy, og biodrivstoffinnblanding i flere sektorer som driver de største reduksjonene.

Radikale tiltak og påbud

Med tiltakene i scenariet Radikale tiltak og påbud reduseres utslippene helt ned til 84 prosent under referansebanen i 2030, med restutslipp på 110 tusen tonn CO₂-ekvivalenter. Det er bare 13 prosent av hva utslippene var i 2018, men fortsatt et betydelig utslipp. Størstedelen av restutslippene er i Sjøfart (63 tusen tonn) og Industri (22 tusen tonn). I tillegg er det mindre utslipp igjen i Energiforsyning (10 400 tonn) fra ufullstendig karbonfangst samt CH₄- og N₂O-utslipp fra avfallsforbrenning, utslipp fra Avfall og avløp (6 300 tonn) som ikke addresses av noen tiltak, mesteparten av utslippene fra jordbruk (5 600 tonn), samt gjenværende utslipp i

oppvarmingssektoren fra vedfyring (1 200 tonn). I tillegg er det gjenværende utslipp av CH₄ og N₂O fra utslippskilder hvor fossile brennstoffer er erstattet med bioenergi.

Restutslippene fra Sjøfart er nesten utelukkende til sjøs, ikke i havn, og kan neppe adresseres med tiltak fra Bergen kommune. En vesentlig andel av dette må antas å være gjennomfartstrafikk, og å fjerne mesteparten av dem vil sannsynligvis kreve nasjonale påbud eller sterke insentiver om nullutslippsløsninger på skip i norske farvann, som for mange skiptyper kan være teknisk urealistisk eller svært dyrt innen 2030. Utslippene fra industri kan kanskje reduseres betraktelig gjennom krav til bruk av lavkarbonløsninger eller bioenergi, men vil kreve at man kartlegger hver enkelt virksomhet av en viss størrelse og disses behov. De gjenværende utslippene fra vedfyring kan sannsynligvis også reduseres betydelig gjennom ytterligere påbud eller forbud som krever en høyere standard enn minimumskravet i det nåværende forbudet mot ikke-rentbrennende ildsteder, men dette vil kunne skape motreaksjoner fra innbyggere som allerede har investert i en ny vedovn som oppfyller gjeldende forbud men ikke standarden i et eventuelt nytt forbud. Det vil sannsynligvis være teknisk svært vanskelig om overhodet mulig å redusere de gjenværende utslippene fra avfallsforbrenning med CCS, jordbruk og avløp til nærmere null.

6.2 Veitrafikk

6.2.1 Samlet utvikling i referansebanen

Veitrafikk er den overlegent største utslippssektoren i Bergen, men også den hvor utslippene går mest ned i absolutte termer, og nest mest målt i prosentvis nedgang, etter oppvarmingssektoren. Utslippene i referansebanen går ned med 41 prosent fra 2018 til 2030, som tilsvarer 152 tusen tonn CO₂-ekvivalenter (se tabell 11). Dette er mer enn hele utslippet fra enhver annen sektor i 2018.

Det aller meste av nedgangen fram til 2030 skyldes elektrifisering av personbiler, samt økt innblanding av biodiesel mellom 2018 og 2020. Det er også en vesentlig prosentvis reduksjon i utslipp fra varebiler på grunn av elektrifisering, og fra busser takket være elektrifisering og andre nullutslippsløsninger (hydrogen).

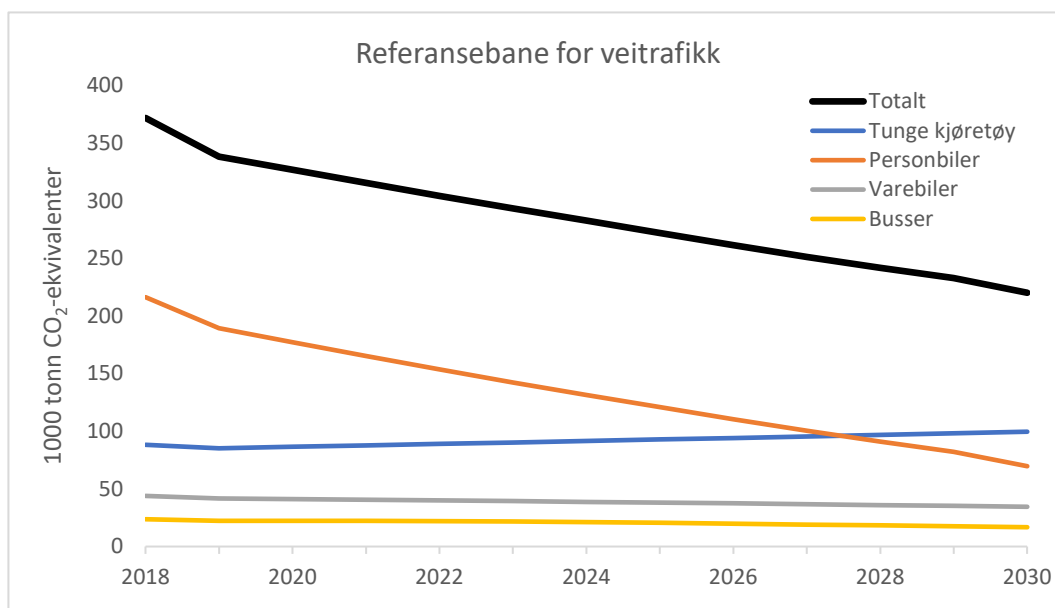
Utslipp fra tunge kjøretøy går derimot opp, på grunn av en økning i veitrafikkarbeidet (samlet antall utkjørte kilometer) fra tungtransport, kombinert med svært lite bruk av nullutslippsløsninger før 2030. I referansebanen går tunge kjøretøy dermed forbi personbiler, og blir den største utslippskilden under veitrafikk på slutten av 2020-tallet (se figur 6).

Den kvantifiserte usikkerheten i referansebanen for veitrafikk er relativt høy, både i absolutt størrelse og prosentvis (se tabell 11). Den skyldes hovedsakelig ulike antakelser om utvikling av andelen nullutslippsbiler i BIG-modellen / Nasjonalbudsjettet 2019 og NTP-banen. I tillegg kommer et bidrag fra usikkerhet i samlet veitrafikkarbeid for hver biltype, som er satt til ca. 10 prosent høyere/lavere i øvre/nedre grense enn i middelverdien i 2030. I tillegg må det antas å være en betydelig ikke-kvantifisert usikkerhet knyttet til antakelsene i NERVE-modellen som ligger til grunn for veitrafikkarbeidet i referansebanen, men som vi ikke har hatt grunnlag for å kvantifisere.

Referansebanen inneholder effekten av tids- og miljødifferensierte bompenger fra 2016 og 2017 ettersom disse ligger inne i modellberegningene som ligger til grunn for referansebanen. Tall fra Statens vegvesen angir at effekten av tidsdifferensieringen (rushtidsavgiften) i 2016 reduserte trafikken med 5,4 % (kilde Bergens Tidende 10. Februar 2020), mens miljødifferensieringen i 2018 reduserte trafikken med 1,2 prosent. Denne nedgangen gjelder trafikken gjennom bomstasjonene, mens det er grunn til å tro at trafikkarbeidet i Bergen ikke ble redusert like mye. Et anslag på samlet nedgang i utkjørte kilometer knyttet til de to endringene i bomtakstene vil være i størrelsesorden 5 prosent, dvs at trafikken i referansebanen kan antas å ligge ca 5 prosent lavere enn hva tilfellet ville vært uten disse to tiltakene.

Tabell 11: Utslipp i sektoren Veitrafikk. Prosentvis endring i referansebanen for 2030 er angitt i forhold til utslipp i 2018. Endringer i mulighetsscenariene er angitt i forhold til referansebanen i 2030.

Sektor	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Veitrafikk	2018, Statistikk	371 997			
	2030, Referansebane	220 265	-41 %	136 805	331 840
	2030, Klimabudsjett 2020	189 813	-14 %	118 404	285 617
	2030, Klimakur	119 022	-46 %	74 769	176 129
	2030, Radikale tiltak	243	-100 %	119	400



Figur 6: Utslipp i sektoren Veitrafikk i referansebanen

6.2.2 Samlet effekt av tiltak

Klimabudsjett 2020

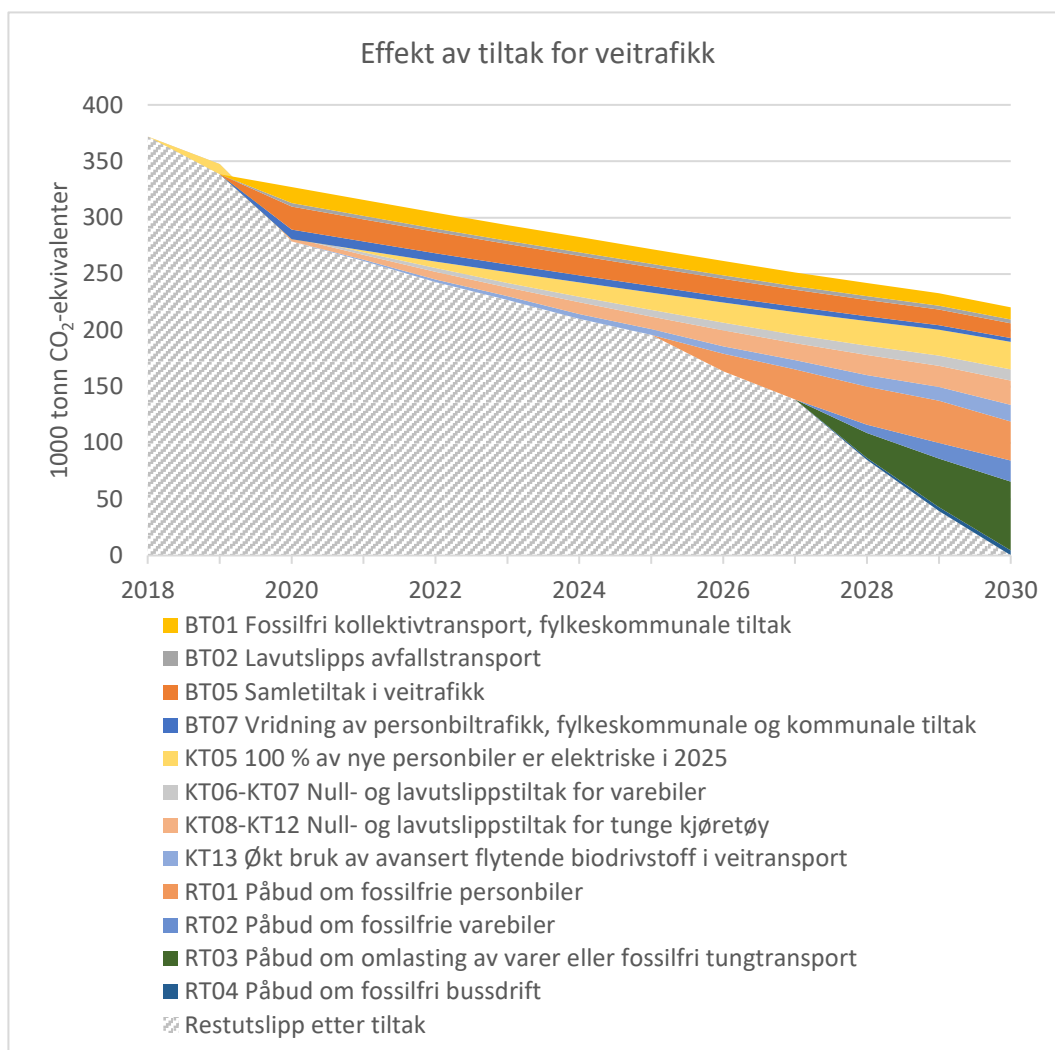
Tiltakene i Klimabudsjettet gir 14 prosent reduksjon i forhold til referansebanen i 2030, med de største bidragene fra BT01 (fossilfri kollektivtransport) og samletiltaket BT05. Effekten av tiltakene i klimabudsjettet tas imidlertid ut relativt tidlig i perioden, og for ytterligere reduksjon kreves tiltak som tvinger hele eller store deler av bilparken over på null- og lavutslippsløsninger.

Klimakur

Klimakur-scenariet gjør dette gjennom tiltak som stiller krav til nullutslippssandeler av nybilsalget for hver biltype på midten og slutten av 2020-tallet. Dette anslås å gi ytterligere 32 prosentpoeng (til sammen 46 prosent) reduksjon av utslippene i 2030. Utslippene er da raskt fallende, men det gjenstår fortsatt 119 tusen tonn CO₂-ekvivalenter, eller drøyt 54 prosent av referansebaneutslippene (32 prosent målt i forhold til 2018). For å fjerne størstedelen av disse allerede innen 2030 kreves det tiltak tilsvarende tiltakene i scenariet Radikale tiltak og påbud, som enten direkte eller indirekte stanser gjenværende fossile biler fra å kjøre i Bergen. En tilsvarende effekt kunne sannsynligvis oppnås ved å framskynde nysalgtiltakene fra Klimakur 2030, for eksempel gjennom et nasjonalt forbud eller svært sterke disinsentiver mot salg av fossile biler allerede helt på begynnelsen av 2020-tallet, men dette ville sannsynligvis kreve tilnærmet like radikale virkemidler som RT02 og RT03.

Radikale tiltak og påbud

Med radikale tiltak og påbud reduseres utslippene fra veitrafikk i 2030 med 99,9 prosent i forhold til referansebanen. Det er fortsatt klimagassutslipp på noen få hundre tonn CO₂-ekvivalenter, i form av CH₄- og N₂O-utslipp fra biodrivstoff, men ingen fossile utslipp gjenstår.



Figur 7: Utslippsreduksjoner fra tiltak i sektoren Veitrafikk

6.2.3 Utvikling for personbiler

Utvikling i referansebanen for personbiler

Personbiler har den største nedgangen i utslipp i referansebanen både absolutt og relativt, på 147 tusen tonn eller 68 prosent fra 2018 til 2030 (se). Denne nedgangen er hovedgrunnen til at utslippene for veitrafikk som helhet går ned. Usikkerheten er imidlertid relativt høy ettersom antakelsene som ligger til grunn for middelveien og nedre bane innebærer en relativt ambisiøs innfasing av elbiler. Utslippene i øvre grense ligger derfor høyt over middelveien, og er dobbelt så høye som referansebanen i 2030. Øvre grense innebærer da en nedgang på «bare» 74 tusen tonn. Elbilandelen i henholdsvis øvre grense, middelveien og nedre grense for utslipp fra personbiler i 2030 i referansebanen ligger på 49, 70 og 80 prosent.

Effekt av tiltak for personbiler

Tiltakene i Klimabudsjettet gir kun en beskjeden reduksjon på 12 prosent i utslippene i 2030. Dette skyldes at andelen veitrafikkarbeid fra fossile personbiler allerede går mye ned i referansebanen, og moderate tiltak har derfor ikke stor tilleggseffekt. Kravene til 100 prosent elbilandel i nysalget av personbiler fra 2025 gir mer effekt, men drøyt halvparten av utslippene i 2030 gjenstår fortsatt etter at alle tiltakene i scenariet Klimakur er gjennomført. Som for veitrafikksektoren generelt kreves det

påbud eller tilsvarende tiltak i scenariet Radikale tiltak og påbud, for å redusere utslippene til nær null allerede i 2030.

Tabell 12: Utslipp fra utslippskilden Personbiler

Utslippskilde	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Personbiler	2018, Statistikk	216 242			
	2030, Referansebane	69 530	-68 %	37 534	142 190
	2030, Klimabudsjett 2020	61 309	-12 %	33 096	125 378
	2030, Klimakur	34 827	-50 %	18 800	71 222
	2030, Radikale tiltak	0	-100 %	0	0

6.2.4 Utvikling for varebiler

Utvikling i referansebanen for varebiler

Andelen elektriske varebiler øker også mye i referansebanen, men ikke på langt nær like mye som for personbiler. Utslippene går ned 22 prosent fra 2018 til 2030 i referansebanen (se tabell 13). Nullutslippsandelen i 2030 i henholdsvis øvre grense, middelverdien og nedre grense for utslippene ligger på 16, 23 og 42 prosent.

Effekt av tiltak for varebiler

Effekten av tiltakene er noe mindre enn for personbiler, men av tilsvarende størrelse, med 10 og 39 prosent reduksjon i forhold til referansebanen i 2030 i henholdsvis Klimabudsjett 2020 og Klimakur. Også her er tiltakene i Radikale tiltak og påbud nødvendige for å få utslippene til å nærme seg null.

Tabell 13: Utslipp fra utslippskilden Varebiler

Utslippskilde	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Varebiler	2018, Statistikk	43 962			
	2030, Referansebane	34 436	-22 %	21 098	45 395
	2030, Klimabudsjett 2020	31 087	-10 %	19 047	40 980
	2030, Klimakur	18 663	-46 %	11 434	24 602
	2030, Radikale tiltak	0	-100 %	0	0

6.2.5 Utvikling for tunge kjøretøy

Utvikling i referansebanen for tunge kjøretøy

Tunge kjøretøy er den eneste biltypen hvor utslippene går opp fra 2018 til 2030 i referansebanen (se , hovedsakelig på grunn av 19 prosent økning i antall kjørte kjøretøykilometer kombinert med svært beskjeden vekst i andel nullutslippsbiler som el- og hydrogenbiler. Andelen nullutslipp i 2030 i referansebanen ligger på 0,4 og 0,6 prosent i henholdsvis øvre grense og middelverdien for utslippene, men stiger til nesten 16 prosent i nedre grense, basert på den mer ambisiøse NTP-banen.

Effekt av tiltak for tunge kjøretøy

Klimabudsjetttiltakene gir en beskjeden reduksjon i utslippene på 8 prosent i forhold til referansebanen i 2030, og dermed fortsatt høyere utslipp enn i 2018. Å legge til tiltakene for nybilsalg samt økt bruk av biodiesel fra Klimakur-scenariet gir en reduksjon på totalt 39 prosent i forhold til referansebanen. Å fjerne størstedelen av de gjenværende utslippene vil kreve at man hindrer fossile tunge kjøretøy fra å kjøre inn i Bergen som i scenariet Radikale tiltak og påbud,

ettersom det ikke ventes at det vil være tilstrekkelig utbredelse av eller tilgjengelighet på utslippsfrie løsninger for vogntog og tunge lastebiler innen 2030.

Tabell 14: Utslipp fra utslippskilden Tunge kjøretøy

Utslippskilde	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Tunge kjøretøy	2018, Statistikk	88 295			
	2030, Referansebane	99 554	13 %	68 308	120 678
	2030, Klimabudsjett 2020	91 437	-8 %	62 738	110 839
	2030, Klimakur	61 101	-39 %	41 923	74 066
	2030, Radikale tiltak	0	-100 %	0	0

6.2.6 Utvikling for busser

Utvikling i referansebanen for busser

Utslippene fra busser går ned med 29 prosent i referansebanen (se tabell 15), på grunn av vekst i elektriske og andre nullutslippsalternativer som allerede ligger inne i referansebanen. Det er mer rom for elektrifisering for busser enn for andre tunge kjøretøy, ettersom mange er lokalbusser som ikke har samme krav til rekkevidde som vogntog og mange lastebiler, og elektriske busser kan i stor grad kjøpes eller finansieres av offentlige aktører som er mindre kostnadssensitive enn kommersielle tungtransportaktører. Det er derfor ventet å være større tilgjengelighet på elektriske busser og andre nullutslippsløsninger.

Effekt av tiltak for busser

Utslippene i 2030 reduseres med nesten to tredjedeler i Klimabudsjett 2020-scenariet, som følge av tiltak BT01 Fossilfri kollektivtransport. Utslippene går ytterligere 10 prosentpoeng ned i scenariet Klimakur, på grunn av økt bruk av biodiesel i tiltak KT13. Det gjenstår da kun 243 tonn CO₂-ekvivalenter i 2030, på grunn av CH₄- og N₂O-utslipp fra biodiesel. Det er ingen gjenværende utslipp av fossilt CO₂.

Tabell 15: Utslipp fra utslippskilden Busser

Utslippskilde	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Busser	2018, Statistikk	23 499			
	2030, Referansebane	16 745	-29 %	9 865	23 578
	2030, Klimabudsjett 2020	5 980	-64 %	3 523	8 419
	2030, Klimakur	4 432	-74 %	2 611	6 240
	2030, Radikale tiltak	243	-99 %	119	400

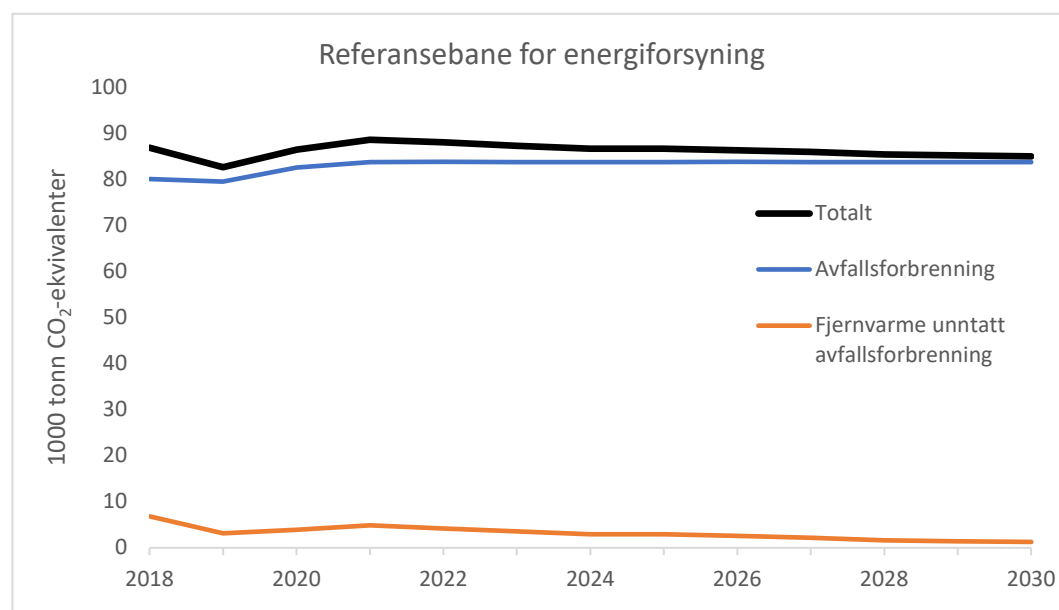
6.3 Energiforsyning

6.3.1 Samlet utvikling i referansebanen

Utslippene fra sektoren Energiforsyning er nesten konstante i referansebanen, fra knapt 87 tusen tonn CO₂-ekv. i 2018 til knapt 85 tusen tonn i 2030 (se). Utviklingen består i en svak økning i utslipp fra avfallsforbrenning balansert av en nedgang i utslipp fra fjernvarme unntatt avfallsforbrenning, som er prosentvis stor men liten i absolutt størrelse i forhold til avfallsforbrenning (se figur 8).

Tabell 16: Utslipp i sektoren Energiforsyning. Prosentvis endring i referansebanen for 2030 er angitt i forhold til utslipp i 2018. Endringer i mulighetsscenariene er angitt i forhold til referansebanen i 2030.

Sektor	År / scenario	Utslipp, middelvei	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Energiforsyning	2018, Statistikk	86 814			
	2030, Referansebane	84 965	-2 %	86 039	110 458
	2030, Klimabudsjett 2020	82 154	-3 %	70 129	107 586
	2030, Klimakur	10 388	-88 %	8 863	14 000
	2030, Radikale tiltak	10 388	-88 %	8 863	14 000



Figur 8: Utslipp i sektoren Energiforsyning i referansebanen.

6.3.2 Samlet effekt av tiltak

Utslippene reduseres kraftig av tiltakene i mulighetsscenariene, men kun tiltaket for karbonfangst (KE03 CCS på BIR) i Klimakur-scenariet står for nesten hele reduksjonen (se figur 9). Tiltakene gir til sammen en reduksjon i 2030 på nesten 75 tusen tonn CO₂-ekvivalenter, eller 88 prosent i forhold til referansebanen. Av dette står KE03 alene for nesten 69 tusen tonn, eller 81 av de 88 prosentene.

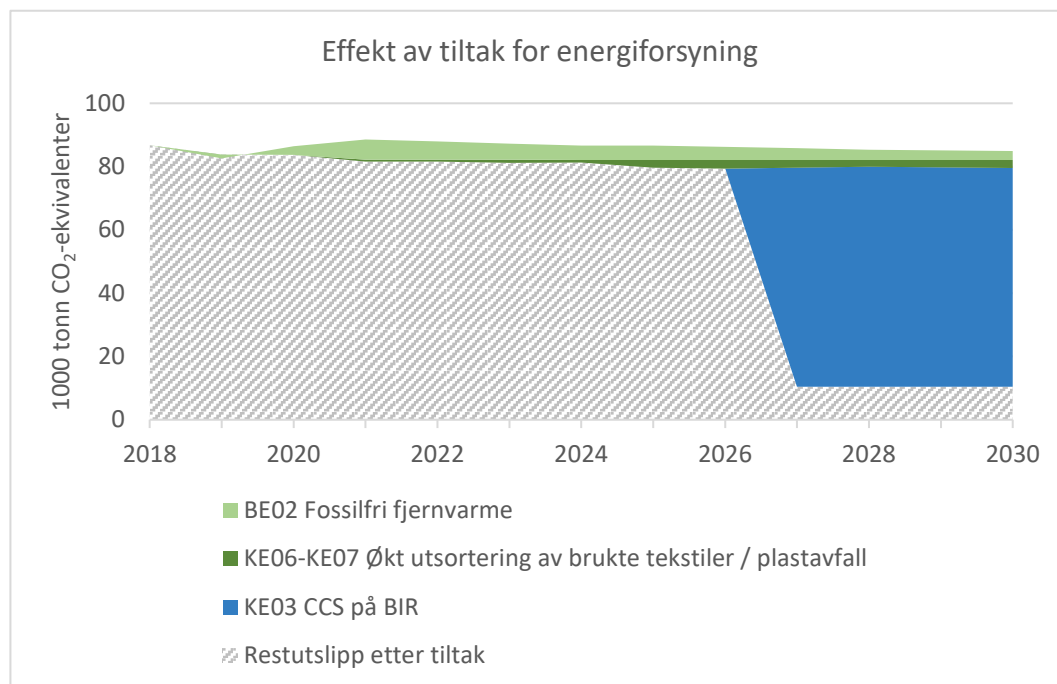
Etter at alle tiltakene er gjennomført, gjenstår det drøyt 10 000 tonn CO₂-ekvivalenter i 2030, hovedsakelig på grunn av ufullstendig fangst av CO₂ samt CH₄-og N₂O-utslipp. Energiforsyning er

dermed en av bare to sektorer (i tillegg til Oppvarming) som oppnår en reduksjon på nærmere 90 prosent uten tiltak fra scenariet Radikale tiltak og påbud. Til gjengjeld er reduksjonen svært avhengig av at karbonfangst på avfallsforbrenning faktisk gjennomføres.

Den kvantifiserte usikkerheten (forskjellen mellom referansebanen og henholdsvis nedre og øvre grense) skyldes hovedsakelig antakelser om utviklingen i avfallsmengde. I nedre grense motvirkes imidlertid dette av at en reduksjon i mengde forbrent avfall betyr økt etterspørsel etter fjernvarme fra andre kilder, slik at samlede utslipp fra energiforsyning er så å si identisk med referansebanen i nedre grense. Se nærmere beskrivelse under hver utslippskilde nedenfor.

CCS og regnskapsføring av CO₂-utslipp

Utslippsreduksjonen på grunn av CCS gjenspeiler bare reduksjonen i de fossile CO₂-utslippene. I tillegg fanges en omtrent dobbelt så stor mengde biogent CO₂. Hvis dette regnes med i utslippsreduksjonen, blir de samlede utslippene negative, det vil si at tiltaket i prinsippet kan føre til en netto fjerning av CO₂ fra atmosfæren. Størrelsen på de negative utslippene er omtalt i avsnitt 6.3.3. Slike negative utslipp regnes som regel med i mål om «netto nullutslipp» eller tilsvarende formuleringer, som et voksende antall land og regionale myndigheter har satt seg i senere år. Miljødirektoratets metodikk regner imidlertid ikke med fangst av biogent CO₂ for øyeblikket, og de tas derfor ikke med her. Det må også presiseres at den faktiske fjerningen av CO₂ fra atmosfæren skjer i forbindelse med veksten av planter som inngår som råmateriale i de produktene som til slutt forbrennes. Det meste av denne planteveksten skjer sannsynligvis utenfor Bergen kommune. Videre er dette et CO₂-opptak forbundet med skog- og arealbruk, som per definisjon ikke er med i grunnlaget for referansebanen.



Figur 9: Utslippsreduksjoner fra tiltak i sektoren Energiforsyning

6.3.3 Avfallsforbrenning

Utvikling i referansebanen for Avfallsforbrenning

Utslippene fra avfallsforbrenning øker med 5 prosent fra 2018 til 2030 i middelverdien for referansebanen, men med et ganske stort spenn (se). Dette spennet skyldes spenn i antakelser om utviklingen av mengde husholdningsavfall per person og utviklingen i mengden næringsavfall, med

omtrent et like stort bidrag fra begge. Usikkerheten i mengden næringsavfall skyldes til dels ulik økonomisk vekst i nedre og øvre grense, men også usikkerhet omkring hvilke kontrakter BIR inngår og hvor mye avfall som importeres for å dekke fjernvarmebehov og for å utnytte kapasiteten i forbrenningsanlegget.

Effekt av tiltak for Avfallsforbrenning

I scenariet Klimabudsjett 2020 fører tiltaket BE02 Fossilfri fjernvarme til en beskjeden reduksjon på ca. 1600 tonn CO₂-ekvivalenter i utslipp fra avfallsforbrenning, på grunn av utfasing av fossilt støttebrensel (se avsnitt 6.3.4 for effekten på utslipp fra fjernvarme unntatt avfallsforbrenning). Dette tiltaket er i praksis allerede gjennomført, men ligger i Klimabudsjett 2020-scenariet i stedet for referansebanen ettersom det er en del av Bergens klimabudsjett.

I Klimakur-scenariet gir KE03 CCS på BIR til en reduksjon i 2030 på nesten 69 tusen tonn CO₂-ekvivalenter, eller 83 prosent i forhold til referansebanen for Avfallsforbrenning. I tillegg gir tiltakene KE06/KE07 Økt utsortering av brukte tekstiler / plastavfall en reduksjon på ca. 2 500 tonn CO₂-ekvivalenter i middelverdien for usikkerhetsintervallet.

Merk at middelverdien for reduksjonen fra KE06/KE07 antar at redusert mengde husholdningsavfall ikke fører til at BIR øker mengden importert avfall eller forbrent næringsavfall for å kompensere for redusert brenselmengde til fjernvarmeleveranse eller for å opprettholde utnyttelsesgraden på forbrenningsanlegget. I øvre grense for usikkerhetsintervallet antas det derfor at effekten er null, for å ta høyde for muligheten for at reduksjonen i husholdningsavfall blir kompensert med økt mengde av andre typer forbrent avfall. Dette illustrerer at det er viktig å koordinere gjennomføringen av tiltak i denne sektoren med BIR Avfallsforbrenning og BKK Fjernvarme. Det er også viktig å huske at selv om begrensninger på import av avfall ville kunne bidra til å redusere utslippene lokalt i Bergen, vil det sannsynligvis ikke føre til reduserte utslipp globalt, ettersom avfallet da vil forbrennes et annet sted eller legges på en fylling og dekomponere til en blanding av CO₂ og metan. Videre vil CCS på BIR sannsynligvis innebære at redusert import faktisk fører til *høyere* utslipp globalt, ettersom man ikke kan regne med at eksportørlandet selv har forbrenningsanlegg med CCS.

Tabell 17: Utslipp for utslippkilden Avfallsforbrenning

Utslippskilde	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Avfallsforbrenning	2018, Statistikk	80 012			
	2030, Referansebane	83 735	5 %	70 751	110 458
	2030, Klimabudsjett 2020	82 141	-2 %	69 942	107 586
	2030, Klimakur	10 357	-88 %	8 650	14 000
	2030, Radikale tiltak	10 357	-88 %	8 650	14 000

Effekt av CCS og bokføring av fanget biogent CO₂

I Klimakur 2030 antas det at CCS fanger 87 prosent av CO₂-utslipp fra avfallsforbrenning (ikke CH₄ eller N₂O). Når man kun regner med fangst av fossilt CO₂ (dvs. 87 prosent av de fossile utslippene), slik det gjøres med gjeldende metodikk, fanges 69,2 tusen tonn fossilt CO₂ i 2030 i Klimakur-scenariet og man står igjen med et restutslipp på drøyt 10 tusen tonn fossilt CO₂. Det er dette tallet som gjenspeiles i . Dette er etter at avfallsmengden er blitt redusert av KE06/KE07. Hvis man tar utgangspunkt i referansebanen i 2030, ville man fanget 72,9 tusen tonn og stått med et restutslipp på 10,8 tusen tonn fossilt CO₂.

Hvis man imidlertid også regner med fanget biogent CO₂, får man en reduksjon på 264 prosent av de fossile utslippene, eller en netto fjerning av CO₂ fra atmosfæren tilsvarende 164 prosent av de fossile CO₂-utslippene (nærmere beskrivelse samt størrelse på effekten med utgangspunkt i 2018-

utslipp er oppgitt i avsnitt 4.3.1.2). I Klimakur-scenariet i 2030 ville det medføre fangst av totalt 210 tusen tonn CO₂, og et netto utslipp etter tiltaket på –130 tusen tonn CO₂ (regnet som fossilt utslipp minus både fossil og biogen fangst). Disse tallene er justert for reduksjon i avfallsmengde fra tiltak KE06/KE07. Hvis man tar utgangspunkt i referansebanen for 2030 (uten tiltak KE06/KE07), får man i stedet fangst på 221 tusen tonn CO₂, og netto utslipp på –137 tusen tonn CO₂. Når man regner med fangst av biogent CO₂ og negative utslipp, gir en *større* avfallsmengde altså *lavere* netto utslipp, ettersom den ekstra fangsten av biogent CO₂ er større enn det ekstra utslippet av fossilt CO₂. Som nevnt over skal imidlertid den biogene delen av CO₂-fangsten ikke regnes med i utslippsregnskapet for Bergen med dagens metodikk.

6.3.4 Fjernvarme unntatt avfallsforbrenning

Utvikling i referansebanen for Fjernvarme unntatt avfallsforbrenning

Utslippene fra Fjernvarme unntatt avfallsforbrenning styres av to faktorer: sammensetningen av energien som brukes utenom avfallsforbrenning, og størrelsen på fjernvarmebehovet som ikke dekkes av avfallsforbrenning. Det siste avhenger ikke bare av etterspørsel etter fjernvarme, men også hvor mye avfall som forbrennes i forhold til etterspørselen, og det sistnevnte gjør at denne utslippskilden får en noe overraskende og lite intuitiv utvikling i referansebanen.

Veksten i mengden avfallsforbrenning i middelverdien for referansebanen gjør at avfallsforbrenning står for en høyere andel av fjernvarmen i 2030 enn i 2018. Mengde energi og dermed utslipp fra andre kilder blir derfor vesentlig mindre, og går ned med 82 prosent fra 2018 til 2030. I øvre grense for usikkerhetsintervallet vokser mengden avfallsforbrenning så kraftig at den helt fortrenger alle andre kilder til fjernvarmeproduksjon. I den nedre grensen går derimot mengden forbrent husholdningsavfall kraftig ned, og det antas at næringsavfall og importert avfall ikke vokser nok til å kompensere for dette, slik at behovet for varme fra andre energikilder mer enn dobles fra 2018 til 2030. Mengden energi til fjernvarme fra andre kilder enn avfallsforbrenning følger altså en *omvendt* utvikling av det man ville vente for mer uavhengige utslippskilder.

I realiteten vil en økning i behovet for fjernvarme fra andre kilder enn avfallsforbrenning ikke føre til vesentlige økninger i klimagassutslippene etter 2020, ettersom BKK Varme har vedtatt å fjerne fossil olje og gass fra fjernvarmeproduksjonen fra dette året. Dette ligger inne i Klimabudsjetten som tiltaket BE02 Fossilfri fjernvarme. Men dette tiltaket er per definisjon ikke del av referansebanen. I referansebanen brukes det fortsatt samme energimiks som i perioden 2016-2018, og dette fører til at utslippet i *nedre* grense for referansebanen fordobles fra 2018 til 2030, og ligger langt over utslippene i både middelverdien og i øvre grense for usikkerhetsintervallet.

Effekt av tiltak for Fjernvarme unntatt avfallsforbrenning

I alle mulighetsscenariene er tiltaket BE02 Fossilfri fjernvarme tatt med, og dette tiltaket er i tråd med hva BKK Varme faktisk gjør per 2020. Utslippene fra fjernvarme unntatt avfallsforbrenning blir da neglisjerbare i 2030 i hele usikkerhetsintervallet. Referansebanen illustrerer her altså hva som ville skje i fravær av tiltak vedtatt etter 2018, snarere enn hva som faktisk er forventet å skje. Den poengterer også at fossilfri fjernvarme er vesentlig for å unngå at reduksjoner i avfallsforbrenning fører til tilsvarende eller enda større økninger i utslippene fra annen fjernvarmeproduksjon.

Tabell 18: Utslipp fra utslippskilden Fjernvarme unntatt avfallsforbrenning

Utslippskilde	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Fjernvarme unntatt avfallsforbrenning	2018, Statistikk	6 803			
	2030, Referansebane	1 230	-82 %	15 288	0
	2030, Klimabudsjett 2020	13	-99 %	187	0
	2030, Klimakur	31	-97 %	213	0
	2030, Radikale tiltak	31	-97 %	213	0

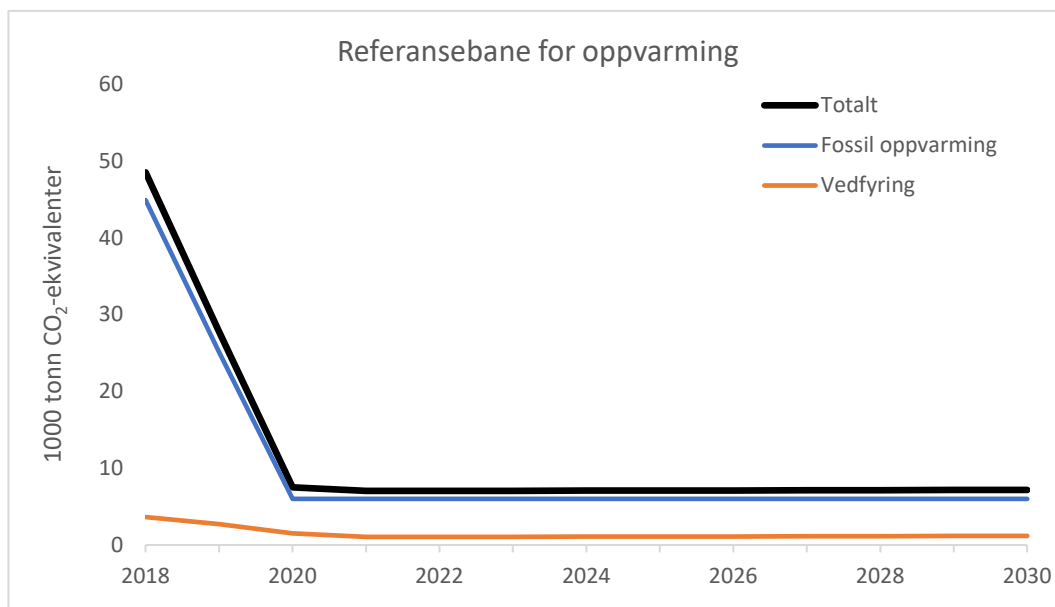
6.4 Oppvarming

Tabell 19: Utslipp i sektoren Oppvarming. Prosentvis endring i referansebanen for 2030 er angitt i forhold til utslipp i 2018. Endringer i mulighetsscenariene er angitt i forhold til referansebanen i 2030

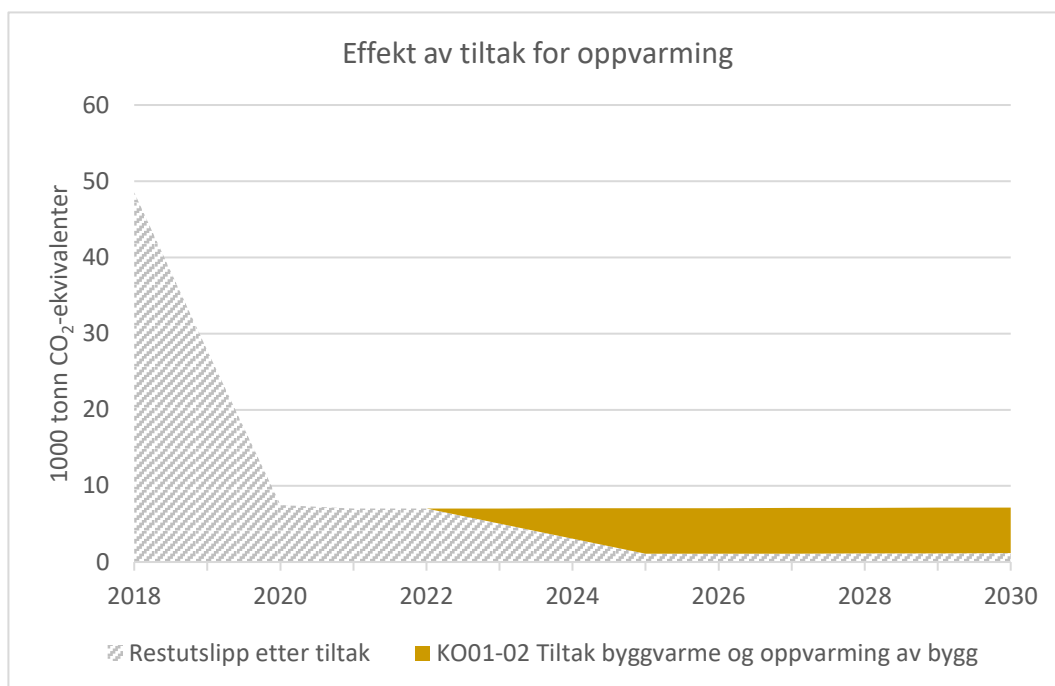
Sektor	År / scenario	Utslipp, middelvei	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Oppvarming	2018, Statistikk	48 519			
	2030, Referansebane	7 155	-85 %	6 285	8 025
	2030, Klimabudsjett 2020	7 155	0 %	6 285	8 025
	2030, Klimakur	1 172	-84 %	296	2 047
	2030, Radikale tiltak	1 172	-84 %	296	2 047

6.4.1 Samlet utvikling i referansebanen

Oppvarming var en stor utslippssektor i basisåret 2018, og dominert av utslipp fra fossil oppvarming. I referansebanen går utslippene imidlertid ned med hele 82 prosent til 2030 (se tabell 19), med den største nedgangen allerede mellom 2018 og 2020. Det aller meste av denne nedgangen skyldes nasjonalt forbud mot fossil oljefyring fra 2020 og tilhørende reduksjon i utslipp fra fossil oppvarming. Dette er et tidligere nasjonalt vedtak, og ligger derfor inne i referansebanen. I tillegg kommer et mindre bidrag fra kommunalt forbud mot ikke-rentbrennende ildsteder, som gir en reduksjon i utslippene fra vedfyring fram til 2021 (se). Dette forbudet ble vedtatt i 2017 og er ikke et tiltak i klimabudsjettet, og inngår derfor i referansebanen. Oppvarming er dermed den eneste sektoren hvor utslippene går ned over 80 prosent uten ytterligere tiltak, og den eneste utenom veitrafikk hvor utslippene for sektoren samlet går vesentlig ned i referansebanen.



Figur 10: Utslipp i sektoren Oppvarming i referansebanen



Figur 11: Utslippsreduksjoner fra tiltak i sektoren Oppvarming

6.4.2 Samlet effekt av tiltak

Forbudet gjelder kun fossil olje, ikke fossil gass. Fossil gass bidrar derfor til fortsatte utslipp fra fossil oppvarming i 2030. Klimabudsjettet inneholder ikke inkluderte tiltak som reduserer utslippene ytterligere, men utfasing av fossil gass til både permanent og midlertidig byggvarme i Klimakur 2030 (KO01 og KO02) gjør at utslippene i 2030 i Klimakur-scenariet reduseres med 84 prosent av de allerede små utslippene i referansebanen for det året (se figur 11).

6.4.3 Fossil oppvarming

Utslippene fra fossil oppvarming går som nevnt kraftig ned mot 2020 som følge av nasjonalt forbud mot bruk av fossil olje til permanent byggvarme, med 87 prosent (se tabell 20). Gjenværende utslipp i referansebanen og i Klimabudsjett-scenariet skyldes fortsatt bruk av fossil gass, hvorav boliger og Haukeland sykehus står for nesten nøyaktig halvparten hver. Disse gjenværende utslippene elimineres nesten fullstendig av tiltak KO01 (utfasing av mineralolje og gass til byggvarme på byggeplasser) og KO02 (erstatte gassbruk til permanent oppvarming av bygg) fra Klimakur 2030. Det gjenstår da kun et ubetydelig utslipp i form av CH₄ og N₂O fra bioolje og biomasse.

Det nasjonale forbudet mot oljefyring i referansebanen omfatter ikke bruk av anleggsdiesel til midlertidig byggvarme på byggeplasser, og i referansebanen er det fortsatt utslipp fra midlertidig byggvarme etter 2020. Disse utslippene fjernes også av tiltak KO01 i Klimakur-scenariet. Utslippene fra anleggsdiesel i byggevirksomhet regnes imidlertid under Annen mobil forbrenning / Dieseldrevne motorredskaper i Miljødirektoratets metodikk. Utslippene og tiltakseffekten forbundet med bruk av anleggsdiesel til midlertidig byggvarme er derfor ikke inkludert i tabellen eller figurene for sektoren Oppvarming, men i stedet under Dieseldrevne motorredskaper (se nærmere beskrivelse i avsnitt 6.5.1).

Tabell 20: Utslipp fra utslippskilden Fossil oppvarming

Utslippskilde	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Fossil oppvarming	2018, Statistikk	44 913			
	2030, Referansebane	5 989	-87 %	5 989	5 989
	2030, Klimabudsjett 2020	5 989	0 %	5 989	5 989
	2030, Klimakur	6	-100 %	0	12
	2030, Radikale tiltak	6	-100 %	0	12

6.4.4 Vedfyring

Utvikling i referansebanen for vedfyring

Utslipp av CH₄ og N₂O (hovedsakelig CH₄) fra vedfyring har historisk vært en svært liten del av klimagassutslippene fra oppvarming totalt. Andelen som vedfyring utgjør av utslippene fra oppvarming blir større etter at utslippene fra fossil oppvarming reduseres med 87 prosent som følge av forbud mot oljefyring. Men på grunn av forbudet mot ikke-rentbrennende ildsteder i Bergen fra 2021, går utslippene fra vedfyring selv ned med 68 prosent i middelverdien for referansebanen (se tabell 21), og utgjør bare 16 prosent av de gjenværende utslippene fra oppvarming totalt i referansebanen for 2030.

Effekt av tiltak for vedfyring

Mulighetsscenariene inneholder ingen tiltak som gir utslippsreduksjoner fra vedfyring utover forbudet mot ikke-rentbrennende ildsteder i referansebanen. Middelverdien for restutslippene i 2030 er på 1 166 tonn CO₂-ekvivalenter.

I Klimakur-scenariet og i Radikale tiltak og påbud er vedfyring den eneste vesentlige kilden til gjenværende utslipp fra sektoren Oppvarming, etter at tiltak KO01 og KO02 i Klimakur-scenariet fjerner all bruk av fossile brennstoffer til oppvarming av bygg. Selv om restutslippene ikke er store, er det disse som er vanskeligst å fjerne helt uten å nedlegge fullstendig forbud mot vedfyring.

Tabell 21: Utslipp fra utslippskilden Vedfyring.

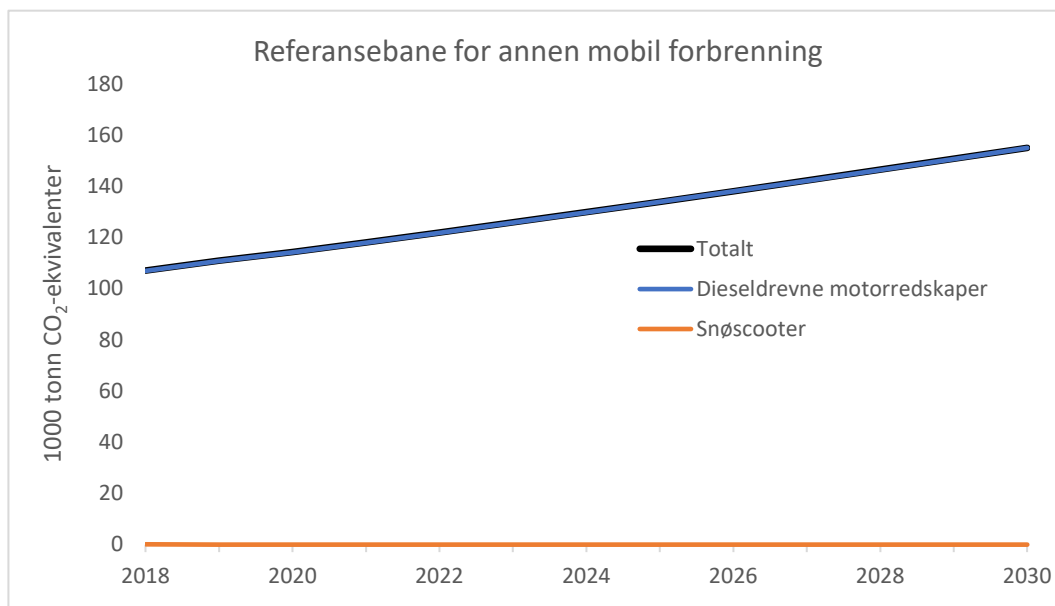
Utslippskilde	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Vedfyring	2018, Statistikk	3 606			
	2030, Referansebane	1 166	-68 %	296	2 035
	2030, Klimabudsjett 2020	1 166	0 %	296	2 035
	2030, Klimakur	1 166	0 %	296	2 035
	2030, Radikale tiltak	1 166	0 %	296	2 035

6.5 Annen mobil forbrenning

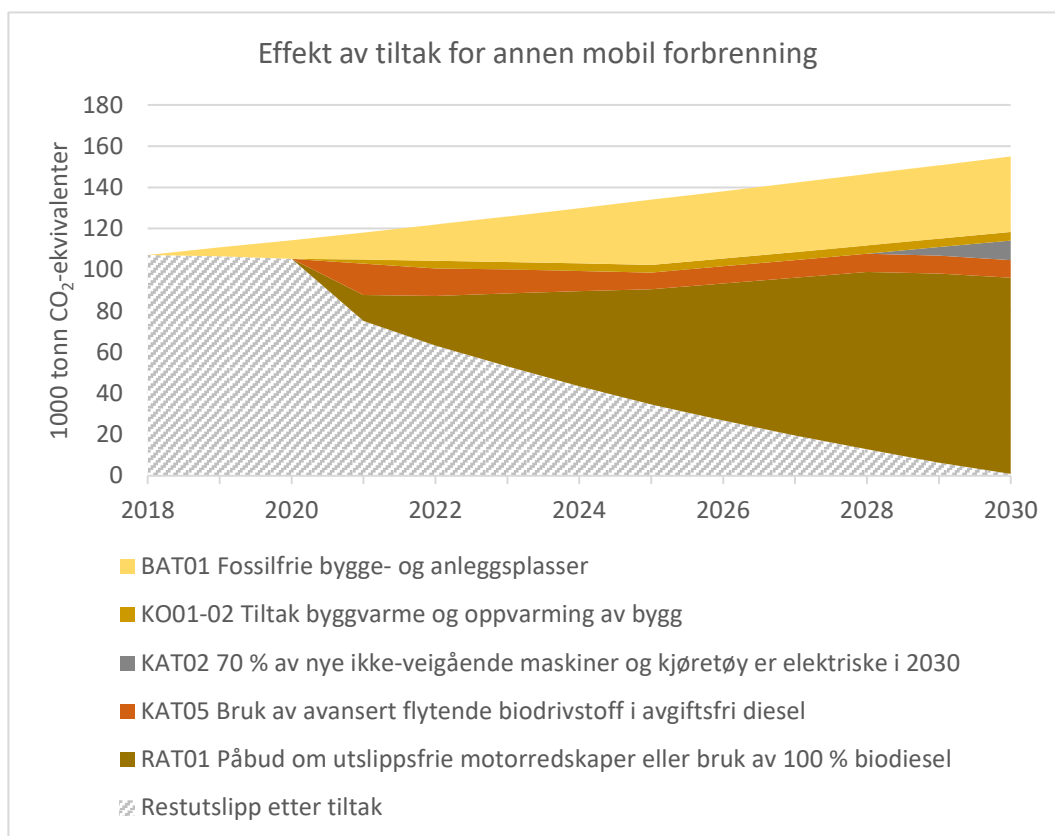
Sektoren Annen mobil forbrenning består i Bergen nesten i helhet av utslippsskilden Dieseldrevne motorredskaper, med kun små utslipp fra kilden Snøscooter, som sees av figur 13, eller av å sammenlikne tabell 22, tabell 23 og tabell 24. All veksten i referansebanen skjer også i Dieseldrevne motorredskaper, og alle tiltakene retter seg mot den utslippsskilden.

Tabell 22: Utslipp i sektoren Annen mobil forbrenning

Sektor	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Annen mobil forbrenning	2018, Statistikk	107 127			
	2030, Referansebane	155 081	45 %	150 993	160 090
	2030, Klimabudsjett 2020	118 398	-24 %	103 363	134 849
	2030, Klimakur	96 077	-38 %	90 948	100 555
	2030, Radikale tiltak	929	-99 %	86	1 850



Figur 12: Utslipp i sektoren Annen mobil forbrenning i referansebanen



Figur 13: Utslippsreduksjoner fra tiltak i sektoren Annen mobil forbrenning

6.5.1 Dieseldrevne motorredskaper

Utvikling i referansebanen for dieseldrevne motorredskaper

Dieseldrevne motorredskaper er den utslippskilden som vokser raskest og bidrar mest til vekst (eller rettere sagt redusert nedgang) i de samlede utslippene i referansebanen. Dette kommer hovedsakelig av antakelsen om fortsatt vekst i aktivitet per innbygger i tråd med den historiske trenden (se nærmere omtale i Energiutredningen for Bergen (Menon Economics, 2020)).

Stor usikkerhet

Som omtalt i avsnitt 4.5, er det stor ikke-kvantisert usikkerhet knyttet til størrelsen på utslippene og fordelingen av dem mellom ulike typer virksomheter og motorredskaper. Effekten av tiltakene blir da tilsvarende usikker, selv om denne usikkerheten i liten grad lar seg kvantifisere. Den reelle usikkerheten vil derfor være vesentlig større enn det som framgår av spennet mellom nedre og øvre grense i tabell 23. Denne usikkerheten kommer til syvende og sist av mangel på data om hva avgiftsfri diesel brukes til og av hvem. Den vil sannsynligvis bare kunne løses ved enten mer aktiv datainnsamling direkte fra brukerne, eller krav til rapportering fra alle som benytter avgiftsfri diesel.

Klimakur 2030 estimerer utslipp fra bygg- og anleggsvirksomhet nasjonalt til å utgjøre ca. 40 prosent av utslippene fra det som tilsvarer dieseldrevne motorredskaper (se figur T.30 i Vedlegg 1 av Klimakur 2030), og de fleste tiltakene retter seg mot denne virksomheten. De fleste tiltakene medfører enten bare en delvis avkarbonisering, eller retter seg bare mot en begrenset andel av alle dieseldrevne motorredskaper, og er derfor ikke tilstrekkelige til å stanse veksten i utslippene mer enn midlertidig. Dette gjelder alle tiltak unntatt KAT02 (krav om 70% elandel i nysalg av ikke-veigående maskiner innen 2030) og RAT01 (påbud om fullstendig elektrifisering eller overgang til biodiesel). Når effekten av dem er fullt tatt ut, fortsetter den gjenværende delen av utslippene å vokse.

Tabell 23: Utslipp i utslippskilden Dieseldrevne motorredskaper.

Utslippskilde	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Dieseldrevne motorredskaper	2018, Statistikk	107 036			
	2030, Referansebane	154 995	45 %	150 907	160 004
	2030, Klimabudsjett 2020	118 312	-24 %	103 277	134 763
	2030, Klimakur	95 991	-38 %	90 862	100 469
	2030, Radikale tiltak	843	-99 %	0	1 765

Effekt av tiltak for dieseldrevne motorredskaper

Uten å ta hensyn til usikkerheten, gir tiltakene i Klimabudsjett 2020-scenariet en reduksjon i utslippene i 2030 på 24 prosent i forhold til referansebanen, men utslippene i 2030 vokser fortsatt raskt. I Klimakur-scenariet når utslippene en topp i 2028, men flater så ut og er svakt nedadgående i 2030, takket være at effekten av tiltak KAT02 (70% elandel i nysalget av ikke-veigående maskiner) da begynner å gjøre seg gjeldende (se figur 13). Utslipsreduksjonen i dette scenariet omfatter også en reduksjon på 3,8 prosent fra tiltak KO01, omtalt under utslippskilden Fossil oppvarming (se avsnitt 4.4.1, 4.5.1.2 og 6.4.3). Men den samlede reduksjonen i 2030 er fortsatt bare 38 prosent i forhold til referansebanen. En rask innføring av radikale påbud av typen RAT01 vil være nødvendig for å stanse og reversere veksten fullstendig og oppnå tilnærmet nullutslipp innen 2030. Krav om bruk av 100 prosent biodiesel vil også kunne ha en tilsvarende effekt, men dette vil da måtte være lang mer ambisiøst enn tiltak KAT05, og krever at man nøye vurderer utslippene forbundet med å produsere biodieselen for å unngå økte utslipp utenfor Bergen.

6.5.2 Snøscootere

Utslippene fra snøscooter utgjør en svært liten andel av sektoren Annen mobil forbrenning, med utslipp på 91 tonn CO₂-ekvivalenter i 2018. Antakelsene fører til en svak men ubetydelig nedgang i utslippene fram til 2030 i referansebanen (se tabell 24). Mulighetsscenarioene inneholder ingen tiltak for denne utslippskilden, og utslippene er derfor uendret i forhold til referansebanen.

Tabell 24: Utslipp fra utslippskilden Snøscooter

Utslippskilde	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Snøscooter	2018, Statistikk	91			
	2030, Referansebane	86	-6 %	86	86
	2030, Klimabudsjett 2020	86	0 %	86	86
	2030, Klimakur	86	0 %	86	86
	2030, Radikale tiltak	86	0 %	86	86

6.6 Sjøfart

Utvikling i referansebanen for sjøfart

Sektoren sjøfart består av en rekke ulike utslippskilder som representerer ulike skipstyper.

I modellen deler vi også opp på bidragene Utslipp i havn og Utslipp under seilas, ettersom disse utslippene har ulike drivere og påvirkes ulikt av ulike tiltak.

I 2018 og i referansebanen anslår vi at utslipp i havn stod for omtrent en tredjedel av de samlede utslippene, og utslipp under seilas for omtrent to tredjedeler. Denne fordelingen er omtrentlig og usikker, se beskrivelse i avsnitt 4.6.1.1.

Med dette forbeholdet finner vi at både utslipp i havn og utslipp under seilas holder seg mer eller mindre konstante i referansebanen (se

tabell 25 og figur 14). De går litt ned når man holder utslipp i 2030 opp mot utslipp i 2018, men for utslipp under seilas skyldes det nesten utelukkende en nedgang fra 2018 til 2019 (som det finnes data for), og for utslipp i havn skyldes det at godshavna flyttes til Ågotnes, som medfører at de tilhørende utslippene flyttes ut av Bergen kommune. Det er noe mer variasjon i utslippene per skipstype, men i de fleste tilfellene er disse også relativt konstante med de antakelsene som er gjort i referansebanen (se figur 15, figur 16,

tabell 26 og

tabell 27). De vesentligste endringene er at utslipp fra passasjerskip går noe ned på grunn av null- og lavutslippsløsninger som ligger inne i referansebanen fra DNV GL, mens utslipp fra offshore- og cruiseskip går svakt opp.

Tabell 25: Utslipp fra sjøfart, totalt (både i havn og under seilas).

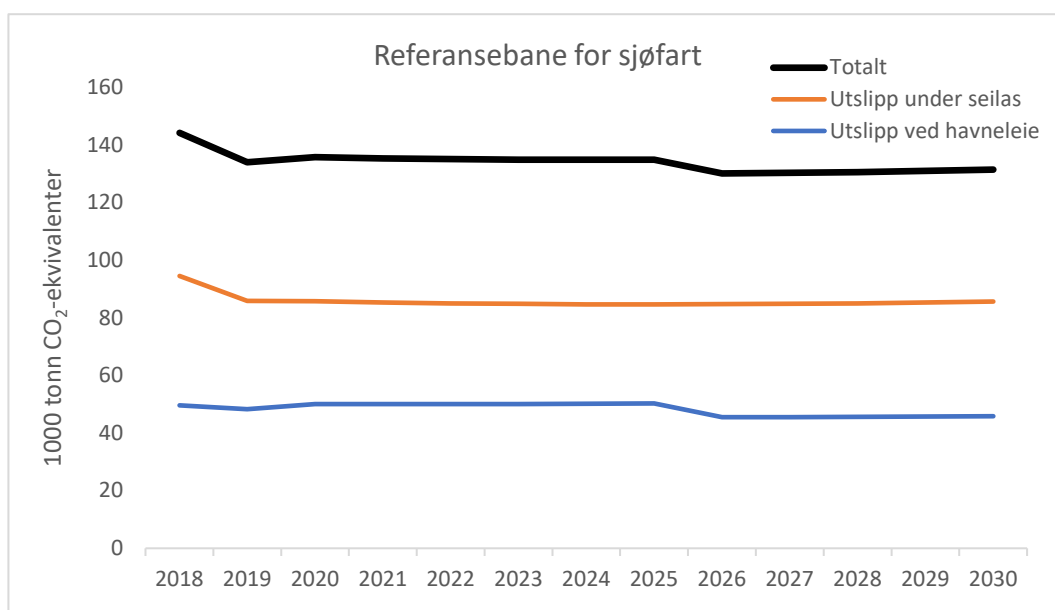
Sektor	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Sjøfart	2018, Statistikk	144 251			
	2030, Referansebane	131 490	-9 %	112 320	150 185
	2030, Klimabudsjett 2020	113 823	-13 %	82 076	133 005
	2030, Klimakur	82 832	-37 %	54 177	100 401
	2030, Radikale tiltak	62 800	-52 %	54 177	71 991

Tabell 26: Estimerte utslipp fra skip under seilas

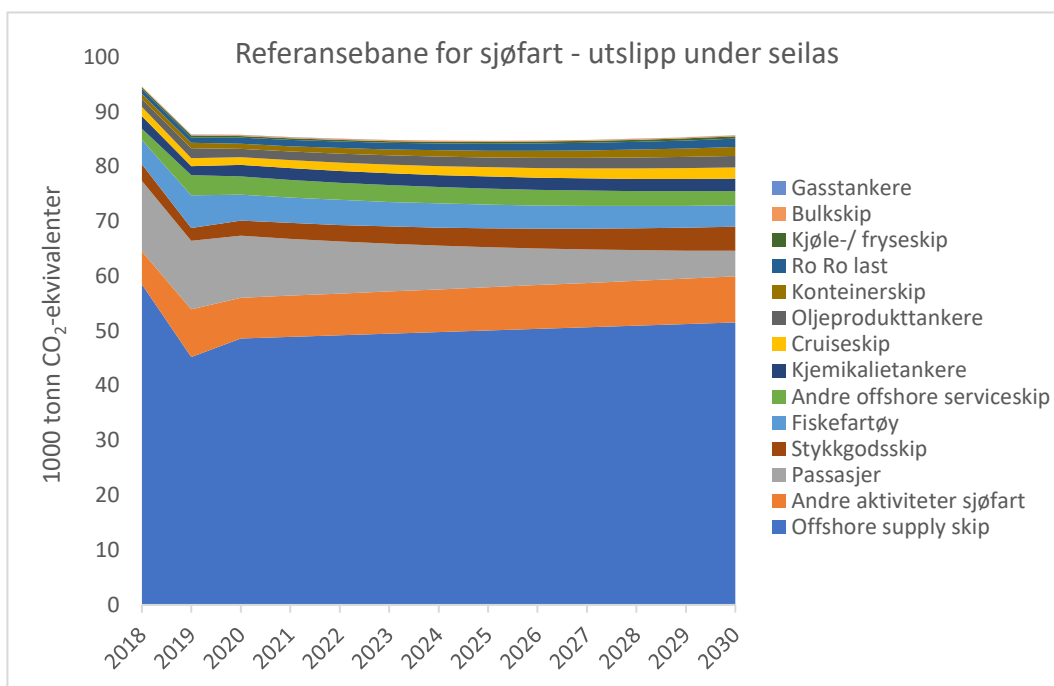
Bidrag	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Seilas	2018, Statistikk	94 601			
	2030, Referansebane	85 666	-9 %	74 410	96 922
	2030, Klimabudsjett 2020	85 666	0 %	74 410	96 922
	2030, Klimakur	62 800	-27 %	53 819	71 991
	2030, Radikale tiltak	62 800	-27 %	53 819	71 991

Tabell 27: Estimerte utslipp fra skip i havn

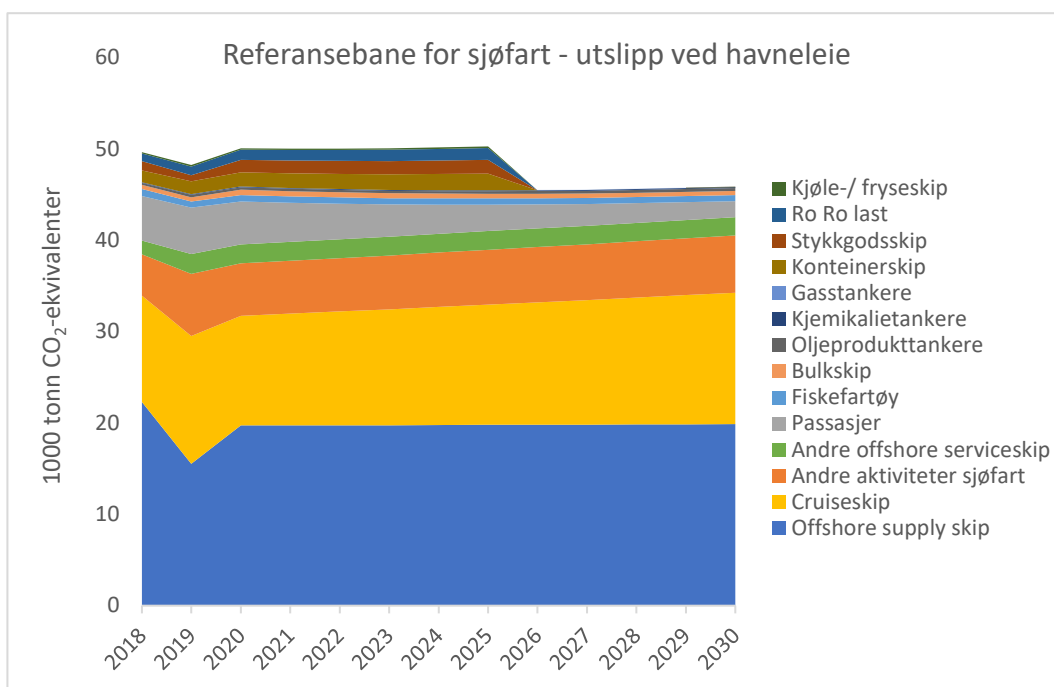
Bidrag	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
I havn	2018, Statistikk	49 649			
	2030, Referansebane	45 824	-8 %	37 910	53 262
	2030, Klimabudsjett 2020	28 157	-39 %	7 666	36 083
	2030, Klimakur	20 032	-56 %	358	28 410
	2030, Radikale tiltak	0	-100 %	358	0



Figur 14: Utslipp i sektoren Sjøfart i referansebanen, totalt og fordelt på bidragene seilas og havneleie



Figur 15: Utslipp i referansebanen for sjøfart fra skip under seilas, fordelt på skipstyper

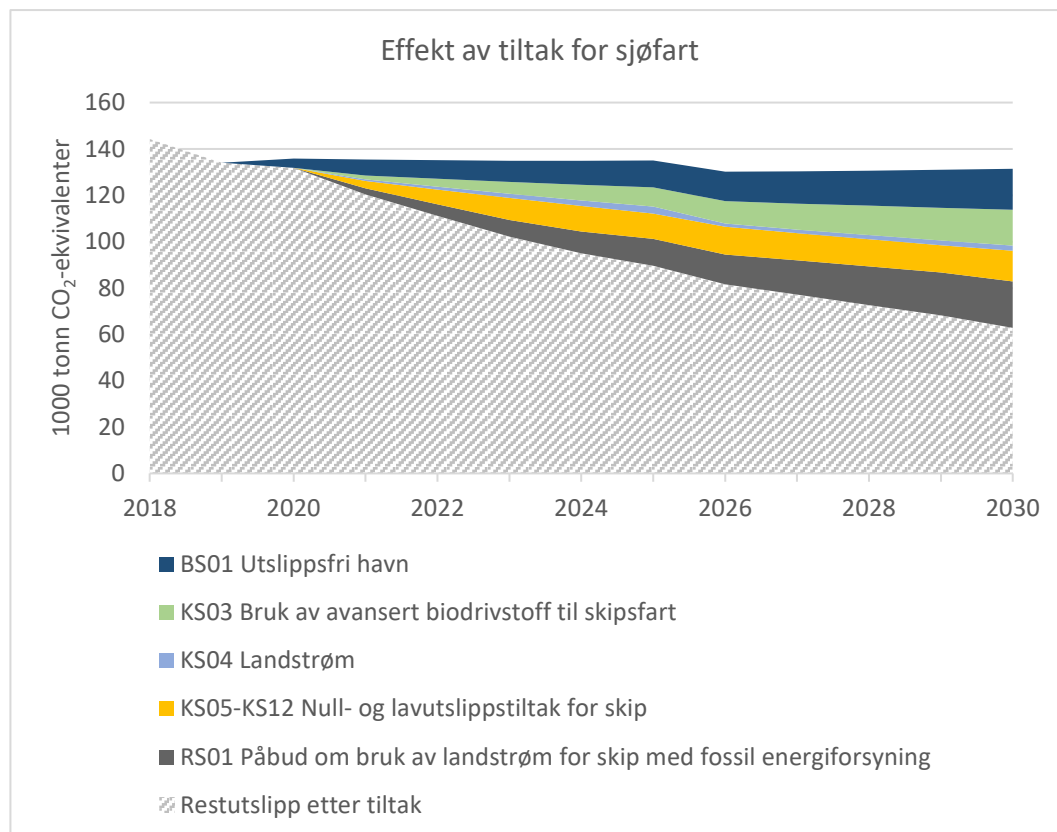


Figur 16: Utslipp i referansebanen for sjøfart fra skip under seilas, fordelt på skipstyper

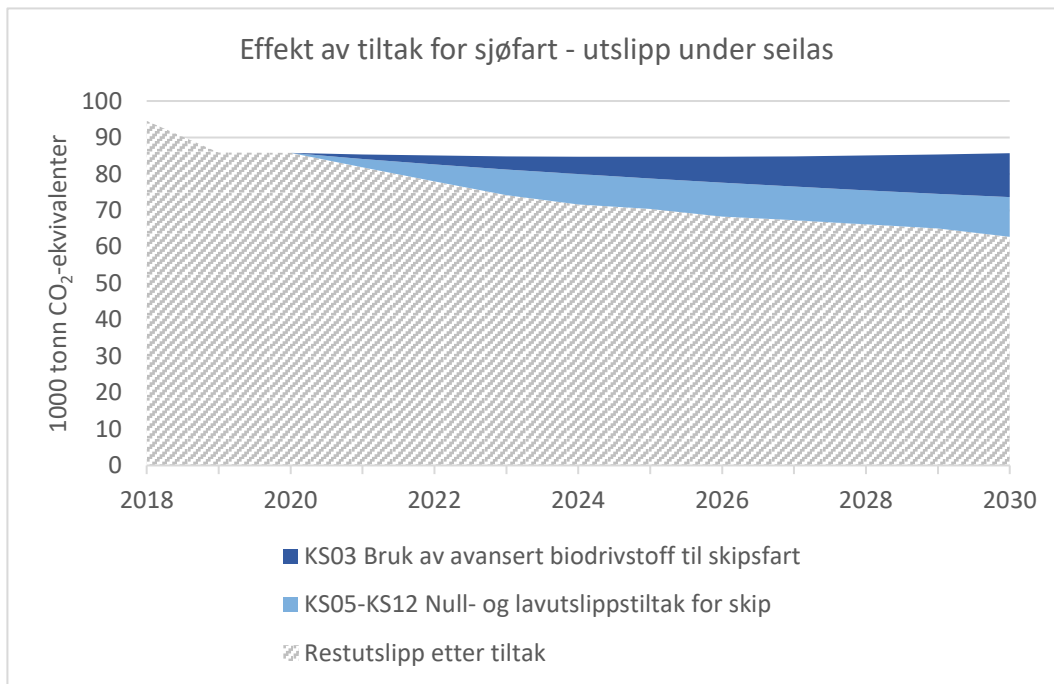
Effekt av tiltak for sjøfart

Når vi ser på effekten av tiltakene i mulighetsscenariene, skiller utslipp i havn og utslipp under seilas seg tydelig fra hverandre (se figur 17, figur 18 og figur 19). Utslippene fra sjøfart som totalt sett går ned bare 56 prosent i forhold til referansebanen i 2030 selv i scenariet Radikale tiltak og påbud, men dette skjuler en stor forskjell mellom seilas og havneleie. Utslippene under seilas påvirkes ikke av tiltakene i Klimabudsjett 2020, og går ned kun 27 prosent i Klimakur-scenariet, som følge av tiltak for innføring av nullutslippsløsninger på noen skipstyper samt bruk av biodrivstoff. Utslippene i havn går derimot ned 39 prosent i Klimabudsjett 2020, 56 prosent i Klimakur, og elimineres så å si helt av landstrømspåbud i Radikale tiltak og påbud. Landstrøm står for det aller meste av denne reduksjonen, i tillegg til små bidrag fra biodrivstoff og nullutslippsløsninger.

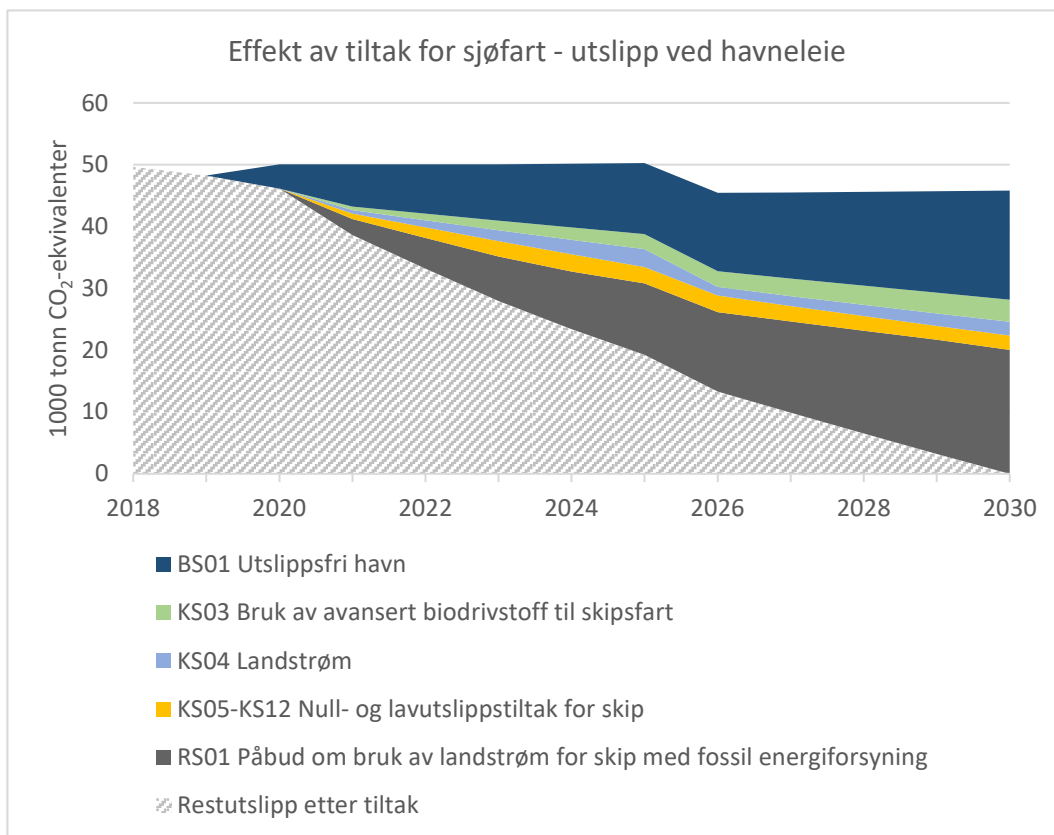
Det må samtidig understrekes at bruk av landstrøm ikke nødvendigvis eliminerer alle utslipp i havn for alle skipstyper, ettersom særlig mange større skip som cruiseskip ikke kan bruke strøm til varmeproduksjon, og dermed fortsatt vil bruke motorer til dette gitt dagens situasjon. Å fullstendig fjerne disse utslippene krever derfor at alle skip også pålegges å installere varmesystemer som kan benytte seg av landstrøm. Selv med denne tilretteleggingen vil det sannsynligvis i realiteten fortsatt gjenstå noen utslipp, ettersom noe utslipp vil finne sted mens skip er i ferd med å koble seg til og fra landstrøm. Vi har imidlertid ikke opplysninger om hvor store disse utslippene vil være. Et siste moment er at Miljødirektoratets statistikk med dagens metodikk ikke vil fange opp utslippsreduksjoner som følge av landstrøm, ettersom AIS-data ikke gir informasjon om dette.



Figur 17: Samlede utslippsreduksjoner fra tiltak i sektoren Sjøfart, for både seilas og havn



Figur 18: Reduksjoner i utslipp fra seilas som følge av tiltak i mulighetsscenariene



Figur 19: Reduksjoner i utslipp i havn som følge av tiltak i mulighetsscenariene

6.7 Avfall og avløp

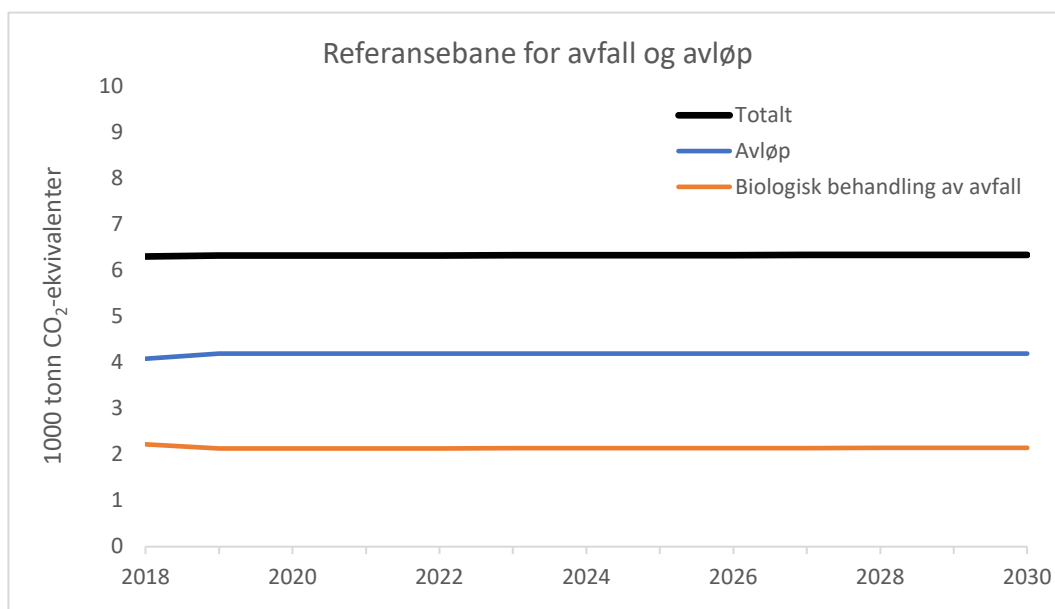
Avfall og avløp er per i dag den minste utslippssektoren i Bergen. Utslippene ville sannsynligvis vært betraktelig større med utslippskilden Avfallsdeponigass, som var inkludert i statistikken fram til en oppdatering i mai 2020 hvor den ble midlertidig fjernet på grunn av for stor usikkerhet. Nye tall for denne utslippskilden forventes publisert våren 2021.

Avfall og avløp er framskrevet med tilnærmet konstante utslipp i referansebanen på 6 000 tonn CO₂-ekvivalenter (se figur 20 og tabell 28).

Mulighetsscenariene inkluderer ingen tiltak som reduserer utslipp i sektoren Avfall og avløp. Dette skyldes til dels mangel på grunnlag for å konstruere og beregne effekt av tiltak, og til dels at dette er en liten sektor, med utslippskilder som det sannsynligvis vil være praktisk umulig å eliminere helt. Klimabudsjettet inneholder i utgangspunktet et tiltak for deponigassutnyttelse, men dette er per i dag ikke inkludert i modellen så lenge utslippskilden Avfallsdeponigass ikke er med.

Tabell 28: Utslipp i sektoren Avfall og avløp

Sektor	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Avfall og avløp	2018, Statistikk	6 293			
	2030, Referansebane	6 334	1 %	6 326	6 344
	2030, Klimabudsjett 2020	6 334	0 %	6 326	6 344
	2030, Klimakur	6 334	0 %	6 326	6 344
	2030, Radikale tiltak	6 334	0 %	6 326	6 344



Figur 20: Utslipp i sektoren Avfall og avløp i referansebanen

6.7.1 Biologisk behandling av avfall

Utslipp fra Biologisk behandling av avfall omfatter utslipp fra biogassproduksjon ved ett biogassanlegg (CH₄), og utslipp av CH₄ og N₂O fra kompostering i to komposteringsanlegg og ved hjemmekompostering. Utslippene er framskrevet med tilnærmet konstante utslipp i referansebanen på i overkant av to tusen tonn CO₂-ekvivalenter (se Tabell 29).

Mulighetsscenariene inneholder ingen tiltak for denne utslippsskilden, og utslippene er derfor uendret i forhold til referansebanen.

Tabell 29: Utslipp fra utslippsskilden Biologisk behandling av avfall

Utslippsskilde	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Biologisk behandling av avfall	2018, Statistikk	2 218			
	2030, Referansebane	2 144	-3 %	2 136	2 154
	2030, Klimabudsjett 2020	2 144	0 %	2 136	2 154
	2030, Klimakur	2 144	0 %	2 136	2 154
	2030, Radikale tiltak	2 144	0 %	2 136	2 154

6.7.2 Avløp

Utslipp fra avløp består hovedsakelig av N₂O-utslipp fra renseanlegg, pluss mindre mengder utslipp fra industriavløpsvann, og utslipp fra septiktanker. Utslippene er framskrevet med tilnærmet konstante utslipp i referansebanen på i overkant av fire tusen tonn CO₂-ekvivalenter (se tabell 30).

Mulighetsscenariene inneholder ingen tiltak for denne utslippsskilden, og utslippene er derfor uendret i forhold til referansebanen.

Tabell 30: Utslipp fra utslippsskilden Avløp

Utslippsskilde	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Avløp	2018, Statistikk	4 076			
	2030, Referansebane	4 189	3 %	4 189	4 189
	2030, Klimabudsjett 2020	4 189	0 %	4 189	4 189
	2030, Klimakur	4 189	0 %	4 189	4 189
	2030, Radikale tiltak	4 189	0 %	4 189	4 189

6.8 Industri, olje og gass

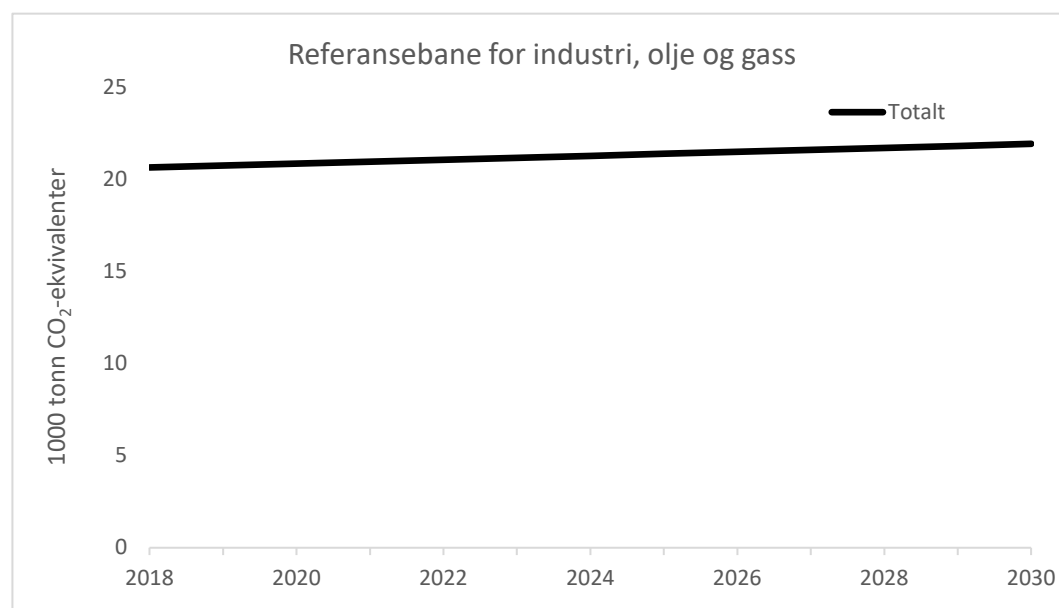
Utslipp fra sektoren Industri, olje og gass omfatter innrapporterte utslipp fra seks kvotepliktige virksomheter i Bergen, i tillegg til et uspesifisert utslipp fra bedrifter som ikke rapporterer energiforbruk eller utslipp til Miljødirektoratet, men som rapporterer energiforbruk til SSB. De ikke-spesifiserte utslippene beregnet av SSB utgjør i størrelsesorden 65-75 prosent av de samlede utslippene fra Industri, olje og gass i Bergen, og SSB har ikke gjort tilgjengelig noen nedbrytning av disse utslippene eller oversikt over hvilke virksomheter de kommer fra. De innrapporterte utslippene kommer fra seks svært ulike bedrifter.

På bakgrunn av dette er det ikke rimelig å identifisere spesifikke drivere for utslippene i sektoren, eller å framskrive utslippene ved hjelp av makroindikatorer som BNP eller folketall. Industri, olje og gass er derfor framskrevet med tilnærmet konstante utslipp i referansebanen på 22 tusen tonn CO₂-ekvivalenter (se tabell 31 og figur 21).

Det store mangfoldet av virksomheter samt mangel på data om mye av utslippene gjør det vanskelig å utforme tiltak. Mulighetsscenariene inkluderer derfor ingen tiltak som reduserer utslipp i sektoren Industri, olje og gass.

Tabell 31: Utslipp i sektoren Industri, olje og gass

Sektor	År / scenario	Utslipp, middelerverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Industri, olje og gass 2018, Statistikk		20 635			
	2030, Referansebane	21 908	6 %	21 908	21 908
	2030, Klimabudsjett 2020	21 908	0 %	21 908	21 908
	2030, Klimakur	21 908	0 %	21 908	21 908
	2030, Radikale tiltak	21 908	0 %	21 908	21 908



Figur 21: Utslipp i sektoren Industri, olje og gass i referansebanen

6.9 Luftfart

Utvikling i referansebanen for luftfart

Utslipp fra Luftfart omfatter utslipp fra flybevegelser på bakken, og fra takeoff og landing for fly og helikopter opp til 3000 fot. Innenriks luftfart omfatter alle flygninger til eller fra en norsk flyplass samt helikopterflyvninger til offshore plattformer. Utenriks luftfart omfatter flygninger med opphav eller destinasjon utenfor Norge.

De samlede utslippene i referansebanen går svakt ned (-6 prosent) fra 2018 til 2030, fordelt på 17 prosent reduksjon i utslipp fra innenriks luftfart og 15 prosent økning i utslippene fra utenriks luftfart (se tabell 32, tabell 33, tabell 34 og figur 22). Begge utslippskildene ser en betydelig vekst i passasjertall (16 prosent for innenriks og 36 prosent for utenriks), men kombinert med en energieffektivisering på 2,5 prosent per år, som gjør at utslippene fra innenriks luftfart går ned mens utslippene fra utenriks luftfart kun går moderat opp.

En liten del av nedgangen i utslipp fra innenriks luftfart skyldes en beskjeden nedgang i antall offshore helikopterflyvninger (-14 prosent) og en langt større nedgang i antall passasjerer på de flygningene (-66 prosent). Dette blir imidlertid mer enn oppveid av 8 prosent vekst i antall ruteflyavganger og 16 prosent vekst i ruteflypassasjerer, slik at energieffektivisering er den klart viktigste årsaken til nedgangen i utslipp.

Tabell 32: Utslipp i sektoren Luftfart

Sektor	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Luftfart	2018, Statistikk	56 809			
	2030, Referansebane	53 282	-6 %	48 836	57 972
	2030, Klimabudsjett 2020	53 282	0 %	48 836	57 972
	2030, Klimakur	53 282	0 %	48 836	57 972
	2030, Radikale tiltak	517	-99 %	474	562

Tabell 33: Utslipp fra utslippskilden Innenriks luftfart

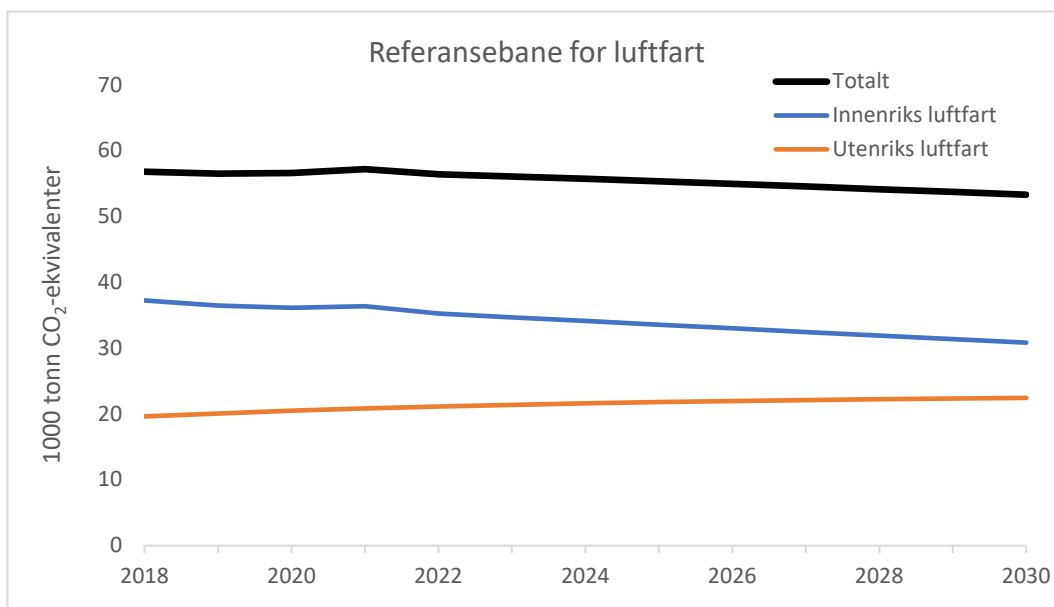
Utslippskilde	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Innenriks luftfart	2018, Statistikk	37 218			
	2030, Referansebane	30 846	-17 %	28 180	31 859
	2030, Klimabudsjett 2020	30 846	0 %	28 180	31 859
	2030, Klimakur	30 846	0 %	28 180	31 859
	2030, Radikale tiltak	299	-99 %	273	309

Tabell 34: Utslipp fra utslippskilden Utenriks luftfart

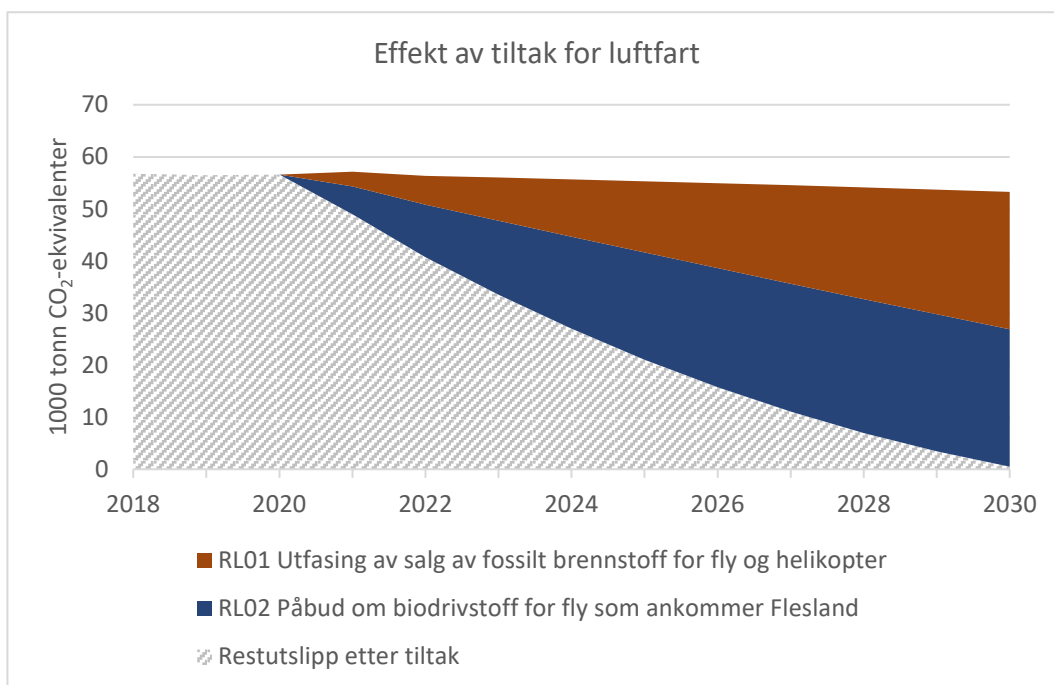
Utslippskilde	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Utenriks luftfart	2018, Statistikk	19 591			
	2030, Referansebane	22 436	15 %	20 656	26 113
	2030, Klimabudsjett 2020	22 436	0 %	20 656	26 113
	2030, Klimakur	22 436	0 %	20 656	26 113
	2030, Radikale tiltak	218	-99 %	200	253

Effekt av tiltak for luftfart

Hverken Klimabudsjettet eller Klimakur 2030 inneholder tiltak som reduserer utslipp fra luftfart. Påbud om biodrivstoffbruk i scenariet Radikale tiltak og påbud gjør imidlertid at utslippene går ned med 99 prosent og så å si forsvinner, med unntak av drøyt 200 tonn CO₂-ekvivalenter i form av CH₄- og N₂O-utslipp fra biodrivstoff (se figur 23).



Figur 22: Utslipp i sektoren Luftfart i referansebanen



Figur 23: Effekt av tiltak i sektoren Luftfart

6.10 Jordbruk

Utvikling i referansebanen for jordbruk

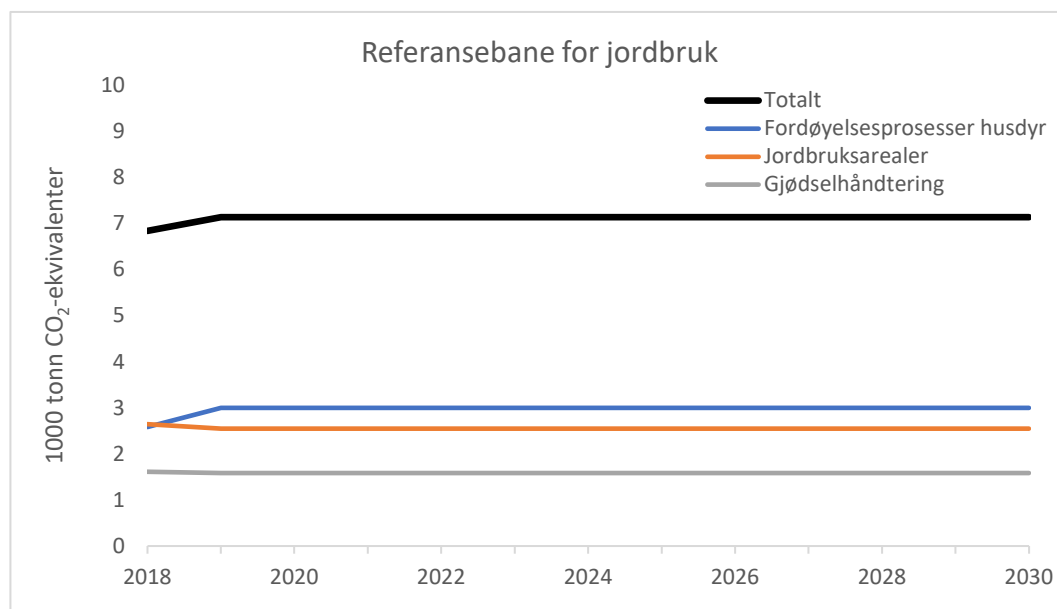
Jordbruk er en liten utslippssektor i Bergen med mindre enn 1 prosent av samlede klimagassutslipp i 2018. Sektoren består av de tre utslippskildene Fordøyelsesprosesser husdyr, Gjødselhåndtering og Jordbruksarealer. Ingen av utslippskildene har ikke vist noen klar utviklingstrend de siste årene og utslipp fra Jordbruk er framskrevet med tilnærmet konstante utslipp i referansebanen på 7 tusen tonn CO₂-ekvivalenter (se tabell 35 og figur 24).

Effekt av tiltak for jordbruk

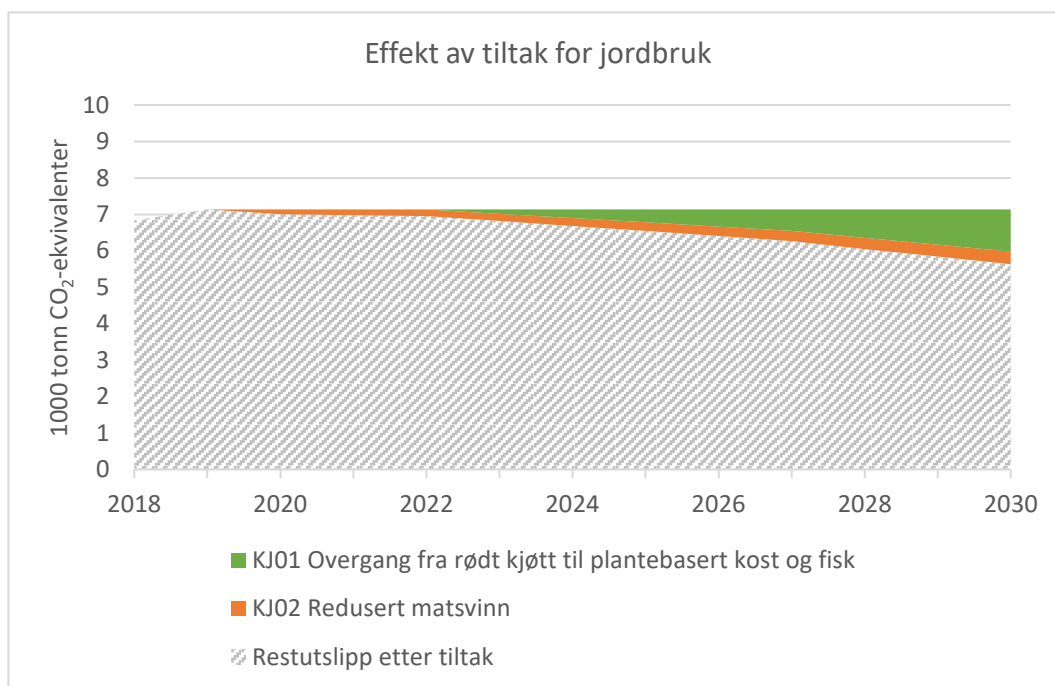
Klimabudsjettet inneholder ingen tiltak som reduserer utslipp fra jordbruk, men kostholds- og matsvinn-tiltakene i Klimakur 2030 gjør at utslippene reduseres med 21 prosent i Klimakur-scenariet (se tabell 35 og figur 25). En sentral forutsetning her er at tiltakene gjennomføres nasjonalt og ikke bare i Bergen. Kostholdstiltaket er antatt å redusere potensialet for matsvinntiltaket gjennom endret sammensetningen av jordbruksproduksjonen. Dette innebærer at effekten av tiltak KJ02 Redusert matsvinn vil være høyere dersom tiltaket gjennomføres uten at tiltak KJ01 gjennomføres.

Tabell 35: Utslipp i sektoren Jordbruk

Sektor	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Jordbruk	2018, Statistikk	6 838			
	2030, Referansebane	7 137	4 %	7 137	7 137
	2030, Klimabudsjett 2020	7 137	0 %	7 137	7 137
	2030, Klimakur	5 635	-21 %	5 635	5 635
	2030, Radikale tiltak	5 635	-21 %	5 635	5 635



Figur 24: Utslipp i sektoren Jordbruk i referansebanen



Figur 25: Utslippsreduksjoner fra tiltak i sektoren Jordbruk

6.10.1 Fordøyelsesprosesser husdyr

Utslipp fra Fordøyelsesprosesser husdyr omfatter hovedsakelig metanutslipp fra fordøyelsessystemet til drøvtyggere og er framskrevet med tilnærmet konstante utslipp i referansebanen på 3 tusen tonn CO₂-ekvivalenter.

Tiltakene i Klimakur-scenariet gir en reduksjon i antall drøvtyggere og med det en reduksjon av utslippene i 2030 på 26 prosent i forhold til referansebanen (se tabell 36).

Tabell 36: Utslipp fra utslippskilden Fordøyelsesprosesser husdyr

Utslippskilde	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Fordøyelsesprosesser husdyr	2018, Statistikk	2 580			
	2030, Referansebane	3 001	16 %	3 001	3 001
	2030, Klimabudsjett 2020	3 001	0 %	3 001	3 001
	2030, Klimakur	2 233	-26 %	2 233	2 233
	2030, Radikale tiltak	2 233	-26 %	2 233	2 233

6.10.2 Gjødsehandtering

Utslipp fra Gjødsehandtering omfatter CH₄- og N₂O-utslipp fra lagring av gjødse og er framskrevet med tilnærmet konstante utslipp i referansebanen på 1,5 tusen tonn CO₂-ekvivalenter.

Tiltakene i Klimakur-scenariet gir en reduksjon av utslippene i 2030 på 12 prosent i forhold til referansebanen (se tabell 37).

Tabell 37: Utslipp fra utslippskilden Gjødsehandtering

Utslippskilde	År / scenario	Utslipp, middelferdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Gjødsehandtering	2018, Statistikk	1 615			
	2030, Referansebane	1 585	-2 %	1 585	1 585
	2030, Klimabudsjett 2020	1 585	0 %	1 585	1 585
	2030, Klimakur	1 401	-12 %	1 401	1 401
	2030, Radikale tiltak	1 401	-12 %	1 401	1 401

6.10.3 Jordbruksarealer

Utslipp fra Jordbruksarealer omfatter N₂O-utslipp fra spredning av gjødse (både husdyrgjødse og kunstgjødse), fra avføring fra dyr på beite og fra jordsmonnet på arealer brukt til jordbruk, og er framskrevet med tilnærmet konstante utslipp i referansebanen på 2,5 tusen tonn CO₂-ekvivalenter.

Tiltakene i Klimakur-scenariet gir en reduksjon av utslippene i 2030 på 22 prosent i forhold til referansebanen (se Tabell 38).

Tabell 38: Utslipp fra utslippskilden Jordbruksarealer

Utslippskilde	År / scenario	Utslipp, middelferdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Jordbruksarealer	2018, Statistikk	2 643			
	2030, Referansebane	2 552	-3 %	2 552	2 552
	2030, Klimabudsjett 2020	2 552	0 %	2 552	2 552
	2030, Klimakur	2 000	-22 %	2 000	2 000
	2030, Radikale tiltak	2 000	-22 %	2 000	2 000

7 Ordforklaringer

Aktivitetsdata: Tall for produksjonsmengde eller andre typer mål på aktivitet i en gitt sektor.

Bidrag: Noen utslippskilder i Miljødirektoratets statistikk (se nedenfor under «Utslippskilde») er sammensatte slik at videre inndeling er nødvendig for å kunne modellere dem. Disse finere inndelingene av utslippskilder kalles «bidrag» i denne rapporten.

Biogene utslipp: Utslipp med opprinnelse fra biomasse og ikke fra fossile kilder. For biogene utslipp antas det i modellen og i Miljødirektoratets statistikk at utslippene av CO₂ er klimanøytrale, mens utslippene av CH₄ og N₂O regnes med i utslippsregnskapet.

CO₂-ekvivalenter: Utslippene av klimagasser regnes om til CO₂-ekvivalenter. Den mest brukte vekt faktoren er Global Warming Potential (GWP) med en tidshorisont på 100 år, altså at man sammenligner ved å se på hvor stort strålingspådriv utslipp fører til over en 100 års periode.

Direkte og indirekte utslipp: Direkte utslipp er utslipp som fysisk skjer innenfor Bergens grenser og klimagassutslippene allokteres til den utslippskilden/-sektoren hvor de fysiske utslippene faktisk finner sted. For bilkjøring i Bergen vil direkte utslipp av klimagasser gjennom eksosøret allokteres til transportsektoren i Bergen, mens indirekte utslipp fra produksjonen av drivstoffet allokteres til energisektoren i de kommunene hvor produksjonen finner sted.

Faktor: Utslipp fra kilder eller bidrag styres av ulike faktorer. I denne rapporten brukes faktor om parametere som påvirker utviklingen av klimagassutslippene og som brukes i modellen for å beregne disse utslippene, slik som befolkningsvekst eller antall kg husholdningsavfall per innbygger per år.

Fossilfri versus utslippsfri: Et fossilfritt Bergen innebærer at det ikke benyttes fossile energibærere i noen sektorer, men tillater løsninger som omfatter bruk av bioenergi. Ved bruk av bioenergi settes utslipp av CO₂ lik null, fordi utslippene ikke vil være større enn den mengden CO₂ som biomassen har tatt opp gjennom vekst. Det vil imidlertid fortsatt vil være noe utslipp av metan (CH₄) og lystgass (N₂O) forbundet med bruken, slik at man med bioenergi i praksis ikke vil kunne bli 100 % utslippsfri. Utslippsfrie løsninger er begrenset til nullutslippsteknologi som elektrisk drift, hydrogenbrenselceller o.l.

GWP-verdier (globalt oppvarmingspotensial): Verdier som brukes for å regne ut klimapåvirkning av en gass, gitt i CO₂-ekvivalenter, slik at utslipp av ulike klimagasser kan sammenliknes. I denne rapporten er GWP-verdiene 1 for CO₂, 25 for CH₄ og 298 for N₂O, altså at utslipp av 25 kg CH₄ tilsvarer utslipp av 1 kg CO₂. Dette er 100-årige GWP-verdier fra IPCCs 4. hovedrapport, og er brukt i Miljødirektoratets statistikk.

Klimabudsjett: Bergen kommune har vedtatt å kutte klimagassutslippene kraftig og i den sammenheng utviklet et klimabudsjett for å følge byens utslipp, noe som kan sammenlignes med det vanlige økonomiske budsjettet.

Klimagasser: Karbondioksid (CO₂), metan (CH₄) og lystgass (N₂O) er de tre mest sentrale drivhusgassene, og er de som er inkludert i Miljødirektoratets kommunefordelte utslippsstatistikk og som det estimeres utslipp av i denne rapporten. Utslippene kan gjøres om til CO₂-ekvivalenter for å sammenligne og legge utslippene sammen.

Referansebane: Et forsøk på å kvantifisere hva den framtidige utslippsutviklingen vil være hvis det ikke iverksettes nye tiltak. En referansebane må ikke forstås som den mest sannsynlige utviklingen. I denne rapporten gis referansebanen som et sentralestimat («middelverdi») og et usikkerhetsspenn med en nedre og øvre grense.

Prognose: En forutsigelse av hvordan en utvikling vil arte seg, for eksempel hvordan økonomisk vekst og befolkningsutviklingen vil bli. I denne rapporten baserer vi oss i stor grad på prognoser fra offentlig forvaltning og andre studier hvor det er tilgjengelig.

Sektor: Et avgrenset samfunnsområde. I denne rapporten brukes begrepet stort sett til å bety sektorene som brukes til å kategorisere utslipp i Miljødirektoratets kommunefordelte utslippsstatistikk, og som definerer strukturene i utslippsberegningene i modellen. Sektorene som brukes i rapporten gis i tabell 1. Se også «Utslippskilde».

Territoriale utslipp: Utslippene avgrenses geografisk i denne rapporten, slik at det bare er utslippene som finner sted innenfor de territoriale grensene i Bergen kommune som medregnes. Det er noe unntak, bl.a. at utslipp fra sjøfart inkluderer utslipp ut til 12 nautiske mil utenfor grunnlinja. Utslipp fra lufttrafikk inkluderes bare for «landing and take-off»-fasene og opp til 3000 fot. I denne rapporten brukes begrepet «direkte utslipp» synonymt med «territoriale utslipp» for Bergen, selv om «direkte utslipp» kan ha andre betydninger i ulike sammenhenger.

Utslippsfaktor: Hvor stor mengde utslipp som slippes ut i forbindelse med en gitt mengde aktivitet, slik som gram CO₂ utslipp per kjørte km med personbil.

Utslippskilde: Hver sektor er delt opp i et antall utslippskilder av klimagasser (se tabell 1). Disse er de samme som inngår i Miljødirektoratets kommunefordelte statistikk

Henvisninger

Bergen kommune (2020). *Klimabudsjett 2020*. Hentet 2020-08-20 fra <https://pub.framsikt.net/2020/bergen/bm-2020-hop20-23/#/generic/summary/climatesummary>

DNV GL (2015). *Undersøkelse om markedsgrunnlaget for landstrøm: Landstrøm i norske havner* (Oppdragsrapport for Enova SF. 2015-1214, Rev 1). Hentet fra [https://www.enova.no/download?objectPath=upload_images/EF1A427BBA6041888BA2A0116BD81FB1.pdf&filename=Undersøkelse om markedsgrunnlaget for landstrøm i norske havner.pdf](https://www.enova.no/download?objectPath=upload_images/EF1A427BBA6041888BA2A0116BD81FB1.pdf&filename=Undersøkelse%20om%20markedsgrunnlaget%20for%20landstrøm%20i%20norske%20havner.pdf)

DNV GL (2019). *Reduksjon av klimagassutslipp fra innenriks skipstrafikk* (Oppdragsrapport for Miljødirektoratet. 2019-0939. M-1626 | 2020). Hentet fra <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m1626/m1626.pdf>

European Commission (2016). *EU Reference Scenario 2016. Energy, transport and GHG emissions trends to 2050*.

Figenbaum, E., Ydersbond, I. M., Amundsen, A. H., Pinchasik, D. R., Thorne, R. J., Fridstrøm, L. og Kolbenstvedt, M. (2019). *360 graders analyse av potensialet for nullutslippskjøretøy* (TØI rapport 1744/2019). Oslo: TØI. Hentet fra <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=52314>

Finansdepartement (2017). *Meld. St. 29 (2016–2017) Perspektivmeldingen 2017*. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-29-20162017/id2546674/>

Finansdepartement (2020). *Meld. St. 2 (2019–2020) Revidert nasjonalbudsjett 2020*. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-2-20192020/id2702126/>

Fridstrøm, L. (2019). *Framskrivning av kjøretøyparken i samsvar med nasjonalbudsjettet 2019* (TØI rapport 1689/2019). Oslo: TØI. Hentet fra <https://www.toi.no/publikasjoner/framskriving-av-kojoretoyparken-i-samsvar-med-nasjonalbudsjettet-2019-article35527-8.html>

Fridstrøm, L. og Østli, V. (2016). *Kjøretøyparkens utvikling og klimagassutslipp. Framskrivninger med modellen BIG* (TØI rapport 1518/2016). Oslo: TØI. Hentet fra <https://www.toi.no/publikasjoner/kojoretoyparkens-utvikling-og-klimagassutslipp-framskrivninger-med-modellen-big-article34059-8.html>

Greenhouse Gas Protocol (2014a). *Global protocol for community-scale greenhouse gas emission inventories. An accounting and reporting standard for cities*. World Resources Institute.

Greenhouse Gas Protocol (2014b). *Mitigation goal standard. An accounting and reporting standard for national and subnational greenhouse gas reduction goals*. World Resources Institute.

Hitland, I. (2020, 06.03.2020). *Informasjon om energiforsyning til bruk i klimagassberegninger*. [e-post]. BIR Avfallsenergi.

IPCC (2006). *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme*. Japan: IGES.

IPCC (2007). *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press.

Kystverket (2020a). *API for kommunefordelte klimagass estimat fra skipstrafikk*. Hentet juli 2020 fra <https://highseas.kystverket.no/kommuneutslipp/doc/>

Kystverket (2020b). *Havbase.no*. Hentet fra <https://havbase.no/>

Madslie, A., Hulleberg, N. og Kwong, C. K. (2019). *Framtidens transportbehov. Framskrivninger for person- og godstransport* (TØI rapport 1718/2019). Oslo: TØI. Hentet fra <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=51596>

Menon Economics (2020). *Energiutredning for Bergen*. Under utarbeidelse.

Miljødirektoratet (2017a). *Beregningsteknisk grunnlag for Meld. St. 41, Klimastrategi for 2030 – norsk omstilling i europeisk samarbeid* (M-782 | 2020). Hentet fra <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/M782/M782.pdf>

Miljødirektoratet (2017b). *Utkast til konsekvensutredning – ILUC-direktivet og opptrapping til 20 % biodrivstoff i 2020*.

Miljødirektoratet (2020a). *Greenhouse Gas Emissions 1990-2020, National Inventory Report* (M-1643 | 2020). Hentet fra <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/M985/M985.pdf>

Miljødirektoratet (2020b). *Klimagasstatistikk for kommuner og fylker: Dokumentasjon av metode - versjon 3* (M-989 | 2020). Hentet fra <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m989/m989.pdf>

Miljødirektoratet (2020c). *Utslipp av klimagasser i kommuner (versjon 2020-07-03)*. Hentet fra <https://www.miljodirektoratet.no/tjenester/klimagassutslipp-kommuner/>

Miljødirektoratet et al. (2020). *Klimakur 2030. Tiltak og virkemidler mot 2030* (M-1625 | 2020). Hentet fra <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m1625/m1625.pdf>

NILU (2018). *NERVE - Utslppsmodell for veitrafikk. Dokumentasjon av beregningsmodell for klimagassutslipp i norske kommuner*. (NILU rapport 28/2018). NILU. Hentet fra <http://hdl.handle.net/11250/2569414>

Norsk Energi (2019). *Tiltaksutredning vedrørende utslipp av svevestøv fra vedfyring* (Oppdragsrapport for Miljødirektoratet. M-1322 | 2019). Hentet fra <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m1322/m1322.pdf>

Norsk Fjernvarme (2020). *Bergen*. Hentet fra <https://www.fjernkontrollen.no/bergen/>

Shipping24 (2019, 01.03.2019). *Hurtigruten med historisk landstrøm-satsing: En milepæl*. Hentet fra <https://www.shipping24.no/2019/03/01/hurtigruten-med-historisk-landstrom-satsing-en-milepael/>

SSB (2018). *11668: Framskrevet folkemengde 1. januar, etter kjønn og alder, i 9 alternativer (K) (B) (2018-framskrivingen) 2018 - 2040*. Hentet fra <https://www.ssb.no/statbank/table/11668/>

SSB (2020a). *12313: Avfall frå hushalda, etter materiale og behandling (K) 2015 - 2019*. Hentet fra <https://www.ssb.no/statbank/table/12313/>

SSB (2020b). *12882: Framskrevet folkemengde 1. januar, etter kjønn og alder, i 9 alternativer (K) 2020 - 2050*. Hentet fra <https://www.ssb.no/statbank/table/12882/>

Steinsland, C., Johansen, K. W., Ukkonen, A. og Hulleberg, N. (2020). *Framtidige bompenginntekter i Bergen, Oslo, Nord-Jæren og Trondheim – noen alternative beregninger. Rapport til Regjeringens bompengeutvalg* (TØI-rapport 1783/2020). TØI.

Teknisk ukeblad (2018, 23.03.2018). *Hurtigruten og Havila deler kyststruten Bergen-Kirkenes. Kyststruten splittes på to rederier*. Hentet fra <https://www.tu.no/artikler/kyststruten-bergen-kirkenes-splittes-pa-to-rederier/433516>

UNFCCC (2013). *Revision of the UNFCCC reporting guidelines on annual inventories for Parties included in Annex I to the Convention*. Warsaw.

Victor, D. G., Zhou, D., Ahmed, E. H. M., Dadhich, P. K., Olivier, J. G. J., Rogner, H.-H., ... Yamaguchi, M. (2014). Introductory Chapter. I O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. v. Stechow, T. Zwickel & J. C. Minx (Red.), *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press.

CICERO is Norway's foremost institute for interdisciplinary climate research. We help to solve the climate problem and strengthen international climate cooperation by predicting and responding to society's climate challenges through research and dissemination of a high international standard.

CICERO has garnered attention for its research on the effects of manmade emissions on the climate, society's response to climate change, and the formulation of international agreements. We have played an active role in the IPCC since 1995 and eleven of our scientists contributed the IPCC's Fifth Assessment Report.

- We deliver important contributions to the design of international agreements, most notably under the UNFCCC, on topics such as burden sharing, and on how different climate gases affect the climate and emissions trading.
- We help design effective climate policies and study how different measures should be designed to reach climate goals.
- We house some of the world's foremost researchers in atmospheric chemistry and we are at the forefront in understanding how greenhouse gas emissions alter Earth's temperature.
- We help local communities and municipalities in Norway and abroad adapt to climate change and in making the green transition to a low carbon society.
- We help key stakeholders understand how they can reduce the climate footprint of food production and food waste, and the socioeconomic benefits of reducing deforestation and forest degradation.
- We have long experience in studying effective measures and strategies for sustainable energy production, feasible renewable policies and the power sector in Europe, and how a changing climate affects global energy production.
- We are the world's largest provider of second opinions on green bonds, and help international development banks, municipalities, export organisations and private companies throughout the world make green investments.
- We are an internationally recognised driving force for innovative climate communication, and are in constant dialogue about the responses to climate change with governments, civil society and private companies.

CICERO was founded by Prime Minister Syse in 1990 after initiative from his predecessor, Gro Harlem Brundtland. CICERO's Director is Kristin Halvorsen, former Finance Minister (2005-2009) and Education Minister (2009-2013). Jens Ulltveit-Moe, CEO of the industrial investment company UMOE is the chair of CICERO's Board of Directors. We are located in the Oslo Science Park, adjacent to the campus of the University of Oslo.