

Rapport 2022:11



Veikart for utslippsreduksjoner i Trondheim

Ragnhild Børke (CICERO)
Jan Ivar Korsbakken (CICERO)
Reidun Marie Romundstad (CICERO)
Anne Madslie (TØI)
Emil Dæhlin (CICERO)

Tittel	Veikart for utslippsreduksjoner i Trondheim
Forfattere	Ragnhild Børke, Jan Ivar Korsbakken, Reidun Marie Romundstad, Anne Madslie (TØI), Emil Dæhlin
Abstract	CICERO Senter for klimaforskning og Transportøkonomisk institutt (TØI) har utarbeidet et veikart for utslippsreduksjoner i Trondheim fram mot 2030. Veikartet inneholder en referansebane for klimagassutslippene og beregninger av effekter av mulige tiltak som kan redusere utslippene. Resultatene viser at utslippene i referansebanen forventes å gå noe ned fram mot 2030, men at det vil være behov for omfattende tiltak for å nå Trondheim kommunes mål om å redusere utslippene innenfor kommunens grenser med 80 prosent innen 2030. Det er satt sammen tre pakker med tiltak som kan redusere utslippene, og det er anslått at gjennomføring av alle tre tiltakspakkene kan redusere utslippene i Trondheim kommune med 87 prosent i 2030 sammenliknet med 2009. Rapporten inneholder også en gjennomgang av mulige tiltak som kan øke karbonopptaket i Trondheim kommune fram mot 2030.
Quality manager	Reidun Marie Romundstad
Utgiver	CICERO
Sted og dato	Oslo, 19.12.2022
Finansieringskilde	Trondheim kommune
Oppdragsgiver	Trondheim kommune
Prosjekt	Veikart for utslippsreduksjoner i Trondheim
Prosjektleder	Ragnhild Børke
Forsidebilde	Markus Tacker - Flickr

Veikart for utslippsreduksjoner i Trondheim

19.12.2022

Ragnhild Børke

Jan Ivar Korsbakken

Reidun Marie Romundstad

Anne Madslie

Emil Dæhlin

Innhold

1	Innledning	7
1.1	Om oppdraget og sentrale avgrensinger	7
1.2	Leserveiledning	9
2	Metode	10
2.1	Metode for territoriell tilnærming (del 1)	10
2.2	Metode for GPC-tilnærmingen (del 2)	26
3	Anbefalinger om bruk og tolkning	36
4	Overordna resultater	39
4.1	Overordna resultater for territoriell tilnærming (del 1)	39
4.2	Overordna resultat for GPC-tilnærmingen (del 2)	48
5	Sektorspesifikke resultater	58
5.1	Veitrafikk	58
5.2	Energiforsyning	69
5.3	Annen mobil forbrenning	76
5.4	Avfall og avløp	83
5.5	Industri, olje og gass	86
5.6	Sjøfart	93
5.7	Jordbruk	104
5.8	Oppvarming	107
5.9	Luffart	112
6	Del 3 - karbonopptak	113
6.1	Klimanøytralitetsmålet i Mission for Climate Neutral Cities	113
6.2	Bio-CCS	114
6.3	Karbonopptak i skog og annen arealbruk	116
6.4	Aktuelle tiltak	121
7	Sektorspesifikk metodikk	126
7.1	Veitrafikk	126
7.2	Energiforsyning	151
7.3	Annen mobil forbrenning	162
7.4	Avfall og avløp	176

7.5	Industri, olje og gass	180
7.6	Sjøfart	189
7.7	Jordbruk	211
7.8	Oppvarming	216
7.9	Luftfart	225
<hr/>		
8	Ordforklaringer	227
<hr/>		
9	Referanser	231
<hr/>		

Sammendrag

CICERO Senter for klimaforskning og Transportøkonomisk institutt (TØI) har utarbeidet et veikart for utslippsreduksjoner i Trondheim fram mot 2030. Veikartet inneholder en referansebane for klimagassutslippene og beregninger av effekter av mulige tiltak som kan redusere utslippene. Resultatene viser at utslippene i referansebanen forventes å gå noe ned fram mot 2030, men at det vil være behov for omfattende tiltak for å nå Trondheim kommunes mål om å redusere utslippene innenfor kommunens grenser med 80 prosent innen 2030. Det er satt sammen tre pakker med tiltak som kan redusere utslippene, og det er anslått at gjennomføring av alle tre tiltakspakkene kan redusere utslippene i Trondheim kommune med 87 prosent i 2030 sammenliknet med 2009. Rapporten inneholder også en gjennomgang av mulige tiltak som kan øke karbonopptaket i Trondheim kommune fram mot 2030.

Om referansebanen

Det er laget en referansebane for de direkte klimagassutslippene, det vil si utslippene innenfor Trondheim kommunes grenser, som følger sektorinndelingen i Miljødirektoratets kommunefordelte utslippsregnskap. Dette omtales i rapporten som **den territoriale tilnærmingen**. I tillegg er det laget en referansebane som inkluderer både de direkte utslippene innenfor Trondheim kommunes grenser og de indirekte utslippene knyttet til forbruk av elektrisitet og fjernvarme. Denne referansebanen følger sektorinndelingen i GPC-protokollen (GHG-protokollen for byer (Greenhouse Gas Protocol, 2021)), og omtales i rapporten som **GPC-tilnærmingen**.

Referansebanen bygger på en framskriving av de underliggende faktorene som antas å styre utviklingen i utslippene (som befolkningstall, aktivitetsnivå i ulike sektorer, utvikling i bilparken, utslippsintensitet i ulike sektorer, etc.), på opplysninger som var tilgjengelig per november 2022 om de ulike faktorene, og på en rekke antakelser om framtidig utvikling. Usikkerheten rundt hvordan hver faktor og de samlede utslippene vil utvikle seg, er betydelig. Resultatene gir likevel en pekepinn for hvordan de viktigste utviklingstrekkene ser ut, og strukturen bak beregningene danner et utgangspunkt som kan benyttes til videre analyser og beregning av tiltakseffekter.

Referansebanen viser et anslag for hvordan klimagassutslippene i Trondheim kan utvikle seg fram til 2030 i et tenkt scenario der det ikke gjennomføres nye eller forsterkede klimatiltak etter 1.1.2022. Referansebanen er ikke en prognose for hva som *faktisk* kommer til å skje, og gjør en rekke antakelser som ikke nødvendigvis vil slå til.

Usikkerheten i beregningene er også betydelig. Tallene i referansebanen bør derfor sees på som en illustrasjon av retning og størrelsesordener snarere enn eksakte forutsigelser.

Territoriell tilnærming:

- Følger sektorinndelingen i Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap
- Omfatter direkte utslipp innenfor Trondheim kommunes grenser

GPC-tilnærming:

- Følger sektorinndelingen i GPC-protokollen (GHG-protokollen for byer)
- Omfatter direkte utslipp innenfor Trondheim kommunes grenser (scope 1) og indirekte utslipp knyttet til forbruk av elektrisitet og fjernvarme (scope 2 og scope 3)

Dagens klimagassutslipp og utslippene i referansebanen (territoriell tilnærming)

De samlede klimagassutslippene i Trondheim var på 391 000 tonn CO₂-ekvivalenter i 2020. Dette er en reduksjon på 24 prosent i forhold til 2009¹. I referansebanen går utslippene ned med 3 prosent fra 2020 til 2030, fra 391 000 til 380 000 tonn CO₂-ekvivalenter, se Tabell 13 i rapporten. I forhold til tallene for 2009 går utslippene ned med 26 prosent i 2030.

Både historisk og i framskrivingen står veitrafikken for en stor del av utslippsreduksjonen. Utover veitrafikk, er energiforsyning og annen mobil forbrenning to store utslippssektorer i Trondheim, og i begge disse sektorene øker utslippene i referansebanen mellom 2020 og 2030.

Tiltaksanalyser (territoriell tilnærming)

Det er beregnet effekt av en rekke mulige tiltak for å redusere utslippene. Tiltakene er sortert i tre tiltakspakker. Tiltakspakke 1 består av tiltak i Trondheim kommunes klimabudsjett. Tiltakspakke 2 består av tiltak som ble utredet i Klimakur 2030 og enkelte tiltak som er utredet andre steder. Tiltakspakke 3 består av andre tiltak, og dette er tiltak som vurderes som mer utfordrende å gjennomføre.

Sammenliknet med utslippene i referansebanen i 2030 er tiltakspakke 1 beregnet å gi en utslippsreduksjon på 16 prosent. Tiltakspakke 1 og 2 er til sammen beregnet å gi en utslippsreduksjon på 50 prosent, og tiltakspakke 1, 2 og 3 er til sammen beregnet å gi en utslippsreduksjon på 83 prosent.

Sammenliknet med 2009, er det beregnet at summen av alle tiltakspakkene reduserer utslippene med 87 prosent. Det må imidlertid tas høyde for at det er betydelig usikkerhet knyttet til tiltaksberegningene.

Gjennomføring av tiltakene kan altså være tilstrekkelig til å oppfylle Trondheim kommunes mål om 80 prosent utslippsreduksjon innen 2030 sammenliknet med 2009. Tiltaksanalysen viser også at det er nødvendig å gjennomføre de fleste av tiltakene, eventuelt andre tiltak som ikke er med i analysen, for å oppnå den utslippsreduksjonen

¹ Merk at Miljødirektoratets kommuneordelte klimagassregnskap ikke har reelle tall for 2009 for enkelte sektorer. Spesielt Sjøfart, hvor tallene for 2015 benyttes for alle tidligere år.

som skal til for å nå klimamålet. Kommunen har varierende grad av mulighet til å påvirke gjennomføringen av tiltakene; noen tiltak kan kommunen selv gjennomføre eller vedta, mens andre tiltak vil i stor grad være avhengig av beslutningene til private aktører og statlige rammebetingelser.

Indirekte utslipp fra energibruk (GPC-tilnærming, scope 2 og 3)

Referansebanen for scope 2 og 3 omfatter indirekte utslipp knyttet til energibruk. Utslippene består av indirekte utslipp fra forbruk av elektrisitet (utslipp som finner sted andre steder enn i Trondheim) og indirekte utslipp fra forbruk av fjernvarme (utslipp som finner sted i Trondheim).

I referansebanen øker de indirekte utslippene svakt. Dette skyldes en økning i forbruket av fjernvarme og elektrisitet. Bygninger, både boliger og andre bygninger, er de sektorene som har de klart største utslippene i scope 2 og 3.

Mange av tiltakene som reduserer de direkte klimagassutslippene har også effekt på de indirekte utslippene fra energibruk. Effekten skyldes for det første at fossil energibruk erstattes med elektrisitet, for det andre aktivitetsendringer som medfører redusert bruk av både fossil energi og elektrisitet, og for det tredje endringer i utslippene ved produksjon av fjernvarme. I sum er det beregnet at utslippene knyttet til forbruk av elektrisitet øker med i underkant av 5 000 tonn i 2030 hvis alle tiltakene gjennomføres. Det er stor usikkerhet knyttet til dette tallet. Utslippene fra bruk av fjernvarme reduseres som følge tiltak i fjernvarmeproduksjonen.

Tiltak som kan øke karbonopptaket i Trondheim kommune

Trondheim kommune deltar i Mission for Climate Neutral Cities. I denne EU-satsingen er det et mål at deltakerbyene skal oppnå klimanøytralitet (netto null utslipp) innen 2030. Dette innebærer at utslippene skal reduseres så mye som mulig og at resterende utslipp skal kompenseres for. Økt karbonopptak innenfor kommunens grenser er en mulig måte å kompensere for restutslipp på. Karbonopptaket kan økes gjennom teknologiske tiltak, det vil si fangst og lagring av CO₂ fra biomasse, og gjennom økt karbonopptak i skog og andre arealer.

Karbonfangst ved avfallsforbrenningsanlegget på Heimdal vil medføre fangst av CO₂ som kommer delvis fra fossile kilder og delvis fra biomasse. Den delen av karbonfangsten som kommer fra biomasse, kan regnes som negative utslipp. Fangst av CO₂ fra biomasse ved avfallsforbrenningsanlegget kan potensielt utgjøre et viktig bidrag i å kompensere for kommunens restutslipp. Beregningene i denne rapporten viser at ved gjennomføring av alle tiltakene i de tre tiltakspakkene og bio-CCS ved avfallsforbrenningsanlegget, kan Trondheim kommune potensielt oppnå netto negative utslipp i 2030. Dette resultatet må imidlertid tolkes med forsiktighet, da det er stor usikkerhet for mange faktorer i beregningene. I tillegg er det en forutsetning at alle eller de fleste tiltakene gjennomføres, noe som kan være krevende.

Å opprettholde, og eventuelt øke, karbonopptaket i skog og andre arealer er viktig for å minimere netto utslipp. De fleste tiltak som kan øke karbonopptaket krever imidlertid lang tid fra de gjennomføres til de har betydelig effekt på karbonopptaket. Enkelte tiltak i skog og andre arealer vil kunne ha effekt innen 2030, men effekten vil være relativt liten. Hvis man skal bruke karbonopptak i skog og andre arealer til å kompensere for restutslipp, er det i tillegg viktig å ta hensyn til at det er større usikkerhet knyttet til effekten av slike tiltak enn utslippsreducerende tiltak i andre sektorer, og at det er en risiko for at utslippseffekten ikke blir varig.

1 Innledning

CICERO Senter for klimaforskning og Transportøkonomisk institutt (TØI) har på oppdrag fra Trondheim kommune utviklet et veikart for utslippsreduksjoner i Trondheim. Veikartet består av en referansebane for klimagassutslippene i Trondheim fram mot 2030 og utslippsberegninger av mulige tiltak. Det lå til grunn for oppdraget at veikartet skulle vise muligheter for å redusere klimagassutslippene i Trondheim til så nært som null i 2030.

Bystyret i Trondheim har vedtatt mål om at klimagassutslippene innenfor kommunegrensene skal reduseres med 80 prosent innen 2030 sammenliknet med 2009. I 2022-2023 skal Trondheim kommunes klimaplan revideres. Samtidig har Trondheim blitt med i EU-satsingen Mission for Climate Neutral Cities, med mål om å bli klimanøytral innen 2030. Klimanøytralitet omfatter i denne satsingen utslipp i scope 1 og 2, og det er anbefalt en utslippsreduksjon på minst 80 prosent, kombinert med tiltak for å kompensere for resterende utslipp (European Commission, 2021).

1.1 Om oppdraget og sentrale avgrensinger

Oppdraget har bestått av tre deler. **Del 1** omfatter referansebane og tiltaksanalyser for klimagassutslippene innenfor Trondheim kommunes grenser. Denne delen følger avgrensingene og sektorinndelingen fra Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap (Miljødirektoratet, 2022c) (med enkelte unntak). Videre i rapporten er denne delen omtalt som **den territoriale tilnærmingen**.

Del 2 omfatter utslippsregnskap og referansebane satt opp etter reglene og sektorinndelingen for utslippsregnskap etter GPC-protokollen (GHG-protokollen for byer (Greenhouse Gas Protocol, 2021)). Dette er det utslippsregnskapet som brukes i Mission for Climate Neutral Cities. Videre i rapporten er denne delen omtalt som **GPC-**

tilnærmingen. Det er beregnet utslipp i scope 1, som tilsvarer utslippene i del 1 av oppdraget, men hvor sektorinndelingen er litt annerledes. Det er også beregnet utslipp i scope 2, det vil si indirekte utslipp fra bruk av elektrisitet og fjernvarme innenfor kommunegrensene. I scope 3 er det kun beregnet indirekte utslipp fra tap av elektrisitet i elektrisitetsnettet. En del av de utslippsreducerende tiltakene som det er beregnet effekt av i del 1, bidrar til endret strømforbruk. Effekten av disse tiltakene på utslippene i scope 2 og 3 er beregnet.

Territoriell tilnærming:

- Følger sektorinndelingen i Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap
- Omfatter direkte utslipp innenfor Trondheim kommunes grenser

GPC-tilnærming:

- Følger sektorinndelingen i GPC-protokollen (GHG-protokollen for byer)
- Omfatter direkte utslipp innenfor Trondheim kommunes grenser (scope 1) og indirekte utslipp knyttet til forbruk av elektrisitet og fjernvarme (scope 2 og scope 3)

De direkte utslippene i denne rapporten (del 1 av oppdraget, samt scope 1 i del 2) har i utgangspunktet samme avgrensning som det kommunefordelte klimagassregnskapet til Miljødirektoratet. For å sikre konsistens med Trondheim kommunes tidligere utslippsberegninger er det imidlertid gjort to justeringer. Utslipp av avfallsdeponigass er ikke inkludert i resultatene som presenteres i rapporten. Dette skyldes at Trondheim kommunes egne analyser tilsier at utslippene i det kommunefordelte klimagassregnskapet er overestimerte. Utslippene fra avfallsdeponigass ligger imidlertid i modellen og resultater kan hentes ut ved behov. I sektoren industri, olje og gass er «supplerende industriutslipp» lagt til i tillegg til utslippene i det kommunefordelte klimagassregnskapet. Dette er utslipp fra virksomheter som ikke rapporterer til Miljødirektoratet/ statsforvalteren, og som er oppgitt som *tilleggsinformasjon* til Miljødirektoratets utslippsregnskap.

For de direkte utslippene dekker rapporten de årene som dekkes av Miljødirektoratets utslippsregnskap, dvs. 2009, 2011, 2013 og 2015-2020, samt framskriving for 2021-2030. For utslipp i scope 2 og 3 dekkes kun utslipp fra og med 2019. Dette skyldes at vi kun har hatt tilgang til kildefordelt strømforbruk fra og med 2019.

Utslipp fra skog og arealbruk inngår ikke i referansebanen og tiltaksanalysene i del 1 og 2 av oppdraget.

Del 3 består av en vurdering av tiltak som kan binde karbon innenfor kommunegrensene. Utgangspunktet for vurderingen er målet om klimanøytralitet i Mission for Climate Neutral Cities, hvor tiltak som binder karbon kan brukes til å kompensere for restutslipp etter at kommunen har oppnådd minst 80 prosent utslippsreduksjon. Det er gjort en beregning av effekt av bio-CCS ved avfallsforbrenningsanlegget på Heimdal, og kvalitative vurderinger av tiltak innen skog og arealbruk som kan binde karbon innen 2030. De fleste tiltak innen skog og arealbruk krever et langsiktig tidsperspektiv for å ha effekt. Denne rapporten omfatter kun tiltak som kan ha effekt innen 2030, og dermed bidra til å oppfylle klimanøytralitetsmålet.

I arbeidet er det brukt en beregningsmodell som er utviklet av CICERO. I tillegg til denne rapporten, mottar Trondheim kommune beregningsmodellen med alle dataene som er brukt i prosjektet, og kan bruke dette til oppdateringer og egne beregninger.

1.2 Leserveiledning

Sammendraget gir en oversikt over de viktigste funnene i rapporten og bakgrunnen for den.

Kapittel 1 (dette kapitlet) gir en generell innledning til bakgrunnen for denne rapporten, innholdet i oppdraget og sentrale avgrensninger for analysen.

I kapittel 2 beskriver vi den generelle metodikken for hvordan vi har fremskrevet utslippene i referansebanen og tiltaksanalysene. Kapitlet er delt inn i én del om den territorielle tilnærmingen (del 1 av oppdraget) og én del om metodikken brukt i GPC-tilnærmingen (del 2 av oppdraget). Lesere som ikke ønsker å lese rapporten fra perm til perm, kan hoppe til de kapitlene som er av interesse. Det vil likevel kunne være lettere å forstå innholdet i de andre kapitlene dersom en først leser kapittel 2, for å bli kjent med den generelle tilnærmingen og strukturen bak analysene.

I kapittel 3 gjør vi kort greie for hvordan referansebanen og tiltaksanalysene bør brukes (og ikke brukes), og eventuelt oppdateres i fremtiden. Kapitlet omfatter både den territorielle tilnærmingen og GPC-tilnærmingen.

I kapittel 4 beskriver vi samlede resultater for utvikling i referansebanen fram mot 2030 og effekten av mulige tiltak for alle sektorer sett under ett. Kapitlet er delt inn i ett underkapittel om den territorielle tilnærmingen, og ett underkapittel om GPC-tilnærmingen.

I kapittel 5 presenterer vi i detalj resultatene i referansebanen og tiltaksanalysene for hver enkelt sektor. Kapitlet inneholder også kortfattede kommentarer om hvordan resultatene skal tolkes. Dette kapitlet følger strukturen i den territorielle tilnærmingen.

I kapittel 6 presenterer vi analysen av mulighetene for tiltak som gir økt karbonopptak (del 3 av oppdraget).

I kapittel 7 gir vi en detaljert gjennomgang av metoden og forutsetningene som er brukt i beregningene. Utslippsbildet i Trondheim er sammensatt av flere svært ulike sektorer, og datagrunnlaget for mange av dem på lokalt nivå er ofte mangelfullt. En modell for å estimere utslipp og effekt av tiltak blir derfor nødvendigvis kompleks og avhengig av en rekke antagelser. For å sikre at forutsetningene for utregningene er tydelige, har vi beskrevet den sektorspesifikke metodikken med relativt høy detaljgrad. Lesere som er mest interessert i den overordnede metodikken og/eller i resultatene kan derfor med fordel lese kapittel 2, 4 og 5 først og heller slå opp detaljer i kapittel 7 etter behov.

2 Metode

I dette kapitlet beskriver vi den generelle metoden som er brukt for å beregne referansebaner og gjøre tiltaksanalyser, samt sentrale forutsetninger og usikkerhetsmomenter.

I kapittel 2.1 beskrives metoden for den territorielle tilnærmingen, mens metoden for GPC-tilnærmingen beskrives i kapittel 2.2. Det er det samme modellapparatet som er brukt i begge tilnærmingene, og i stor grad også de samme dataene. Utslippene i scope 1 i GPC-tilnærmingen er de samme som i den territorielle tilnærmingen, men følger en annen sektorinndeling. Med unntak av sektorinndelingen, gjelder derfor det som står i kapittel 2.1 også for scope 1 i GPC-tilnærmingen.

2.1 Metode for territoriell tilnærming (del 1)

2.1.1 Modellstruktur for referansebane og tiltakspakker

I del 1 av dette oppdraget har vi beregnet anslag for utviklingen i direkte/territorielle klimagassutslipp i Trondheim kommune fram til 2030 med to ulike typer framskrivinger: 1) en **referansebane**, som i grove trekk antar at det ikke innføres ny klimatiltak/-virkemidler etter utgangen av 2021, og 2) **tiltakspakker**, som anslår hvordan utslippene vil utvikle seg med ulike sammensetninger av nye klimatiltak. Det er gjort beregninger for tre ulike tiltakspakker (se kapittel 2.1.4).

Referansebanen er en utslippsbane som viser effekten av et sett med tiltak tilsvarende «business as usual», hvor man tenker seg at man viderefører dagens politikk, men ikke innfører nye klimatiltak/-virkemidler etter utgangen av 2021. Når det gjelder vedtatte og gjennomførte tiltak fra Trondheim kommunes klimabudsjett (Trondheim kommune, 2022), inngår imidlertid effekten av tiltakene fra og med 2021 i tiltakspakken «Klimabudsjett» og ikke i referansebanen.

Referansebanen fanger også opp andre underliggende forhold som befolkningsvekst, økonomisk vekst etc. Framskrivningen starter med de samme utslippene som i Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap i 2020,² som var det siste året med utslipp i gjeldende versjon av det kommunefordelte klimagassregnskapet da oppdraget ble utført (i 2022), men med to justeringer. Utslipp av avfallsdeponigass er ikke inkludert i referansebanen som presenteres i rapporten, men ligger i selve

² Dette betyr at framskrivingene har samme utslipp som Miljødirektoratets statistikk i 2020, fordi framskrivingene skal være konsistente med Miljødirektoratets statistikk i de årene statistikk foreligger. Det betyr ikke at framskrivingene kun er basert på utslippene i 2020. Framskrivingene benytter både historiske trender over flere år og antakelser om framtidige trendbrudd, og behandler utslippene i 2020 særskilt for de utslippskildene hvor 2020 kan antas å ha vært et unntaksår.

modellen slik at resultater kan hentes ut ved behov. I sektoren industri, olje og gass er «supplerende industriutslipp» fra tilleggsinformasjonen til Miljødirektoratets utslippsregnskap lagt til som et ekstra bidrag i tillegg til utslippene i det kommunefordelte klimagassregnskapet.

Referansebanen og tiltakspakkene i del 1 omfatter kun **direkte utslipp** (utslipp innenfor Trondheim kommune, også kalt territoriale utslipp) og ikke indirekte utslipp (utslipp utenfor Trondheims grenser, men som er forårsaket av kommunens og innbyggernes forbruk av varer og tjenester). Analysen er også avgrenset til de ni utslippssektorene som er vist i Tabell 1 og omfatter ikke utslipp og opptak av klimagasser fra arealbruk og arealbruksendringer.

Beregningsmetodene er i stor grad de samme som i Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap, 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 og prognoser fra kommunale og lokale virksomheter og 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 kommunefordelte klimagassregnskap (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** (se figur 1). 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 andel biler med forbrenningsmotor, ganger gjennomsnittlig utslipp per kilometer). Vi beregner eller anslår 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 7. Der det finnes, baseres tidsutviklingen i hver faktor på eksisterende prognoser for Trondheim, 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.

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)). GPC-protokollen (Greenhouse Gas Protocol, 2014) 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 (Finansdepartementet, 2021a, 2021b, 2022; Miljødirektoratet, 2017a; Miljødirektoratet et al., 2020), mens referansebaner også har blitt produsert for EU (European Commission et al., 2021).

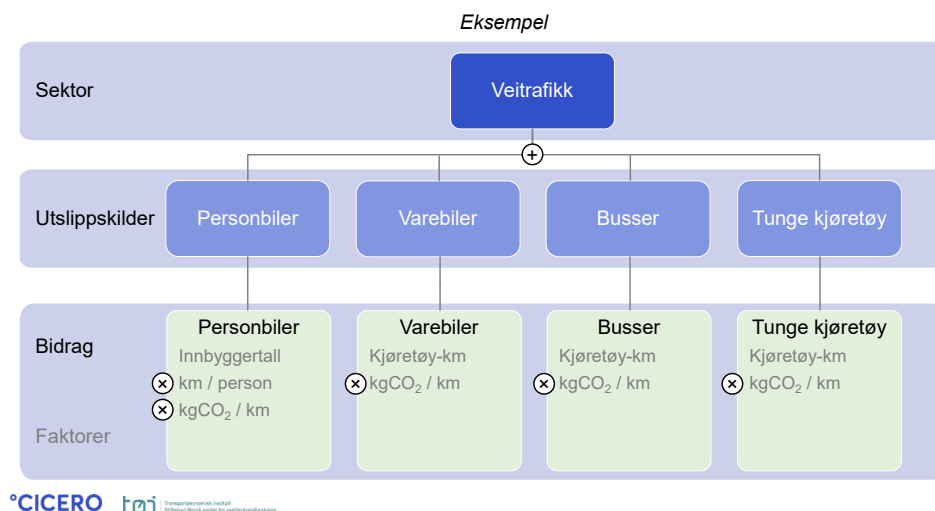
Se tabell 1 for hvilke sektorer, utslippskilder og bidrag som inngår i referansebanen og se figur 1 for et eksempel på hele strukturen Sektor → Utslippskilde → Bidrag → Faktorer.

Tabell 1: Sektorer, utslippskilder og «bidrag» i Trondheim kommune brukt i modellen. Inndelingen i sektorer og utslippskilder følger Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap (Miljødirektoratet, 2022e), med unntak av Sjøfart, hvor utslippskilden «Passasjer» er splittet opp i «AtBs ferger», «AtBs passasjerbåter» og «Andre passasjerskip». Sektorer og utslippskilder med utslipp lik null i klimagassregnskapet er ekskludert, derunder utslippskilden «Elektrisitetsproduksjon og annen energiforsyning» i sektoren Energiforsyning, og utslippskilden «Naturgass» i sektoren Oppvarming.

Sektor	Utslippskilde	Bidrag	
Veitrafikk	Personbiler		
	Varebiler		
	Busser	AtBs busser	
		Andre busser	
	Tunge kjøretøy		
Energiforsyning	Avfallsforbrenning	Husholdningsavfall fra Trondheim	
		Annet avfall	
		Støttebrensel	
Bio-CCS (inngår i del 3 av oppdraget)			
	Fjernvarme unntatt avfallsforbrenning		
Annen mobil forbrenning	Bygg og anlegg		
	Tjenester tilknyttet transport		
	Behandling av avfall		
	Jordbruk		
	Skogbruk		
	Andre næringer		
	Snøscootere		
Avfall og avløp	Avfallsdeponigass		
	Avløp	Renseanlegg, septiktanker, industrielt avløpsvann ³	
		Biogassanlegg	
	Biogassanlegg		
	Kompostering		
Industri, olje og gass	Industri, olje og gass	Rockwool Trondheim (energiutslipp)	
		Prosessutslipp Rockwool	
		Ranheim Paper & Board	
		Annen industri	
		Supplerende industriutslipp	
Sjøfart	Bulkskip	Seiling	Havneligge
	Cruiseskip		
	Fiskefartøy		
	Gasstankere		
	Kjemikalietankere		
	Kjøle-/ fryserskip		
	Konteinerskip		
	Offshore supply skip		
	Oljeprodukttankere		
	AtBs ferger		
	AtBs passasjerbåter		
	Andre passasjerskip		
	Ro Ro last		
	Råoljetankere		
	Stykkgodsskip		
	Andre offshore serviceskip		
	Andre aktiviteter sjøfart		
Jordbruk	Fordøyningsprosesser husdyr		
	Gjødselhåndtering		
	Jordbruksarealer		
Oppvarming	LPG		
	Fossil olje		
	Fyringsparafin		
	Bioenergi		
	Annet		
	Vedfyring		
Luffart	Innenriks luffart		
	Utenriks luffart		

³ Disse bidragene behandles under ett, ettersom vi ikke hadde tilstrekkelige data til å fordele utslippene i modellen, og ettersom utslippene er for små til å rettferdiggjøre et omfattende modelleringsarbeid.

Struktur / Metode



Figur 1: Eksempel på inndeling av en sektor (Veitrafikk) i *utslippskilder* og *bidrag*, og beregning av utslipp fra hvert bidrag ved hjelp av *faktorer*. I dette eksemplet består hver utslippskilde kun av ett bidrag, mens flere sektorer (veitrafikk inkludert) har mer enn ett bidrag under noen av utslippskildene. Faktorene i figuren gjelder for utslipp av CO₂, men i alle tilfeller benyttes tilsvarende formel for CH₄ og N₂O. Dette er et forenklet eksempel og den faktiske dekomponeringen av Veitrafikk brukt i beregningene er mer kompleks enn det som framgår av figuren.

2.1.2 Sentrale forutsetninger for referansebanen

Referansebanen i den territorielle tilnærmingen inkluderer utslipp av klimagasser som skjer innenfor Trondheim kommunes grenser (betegnet som direkte utslipp). Klimagassene som inkluderes er **karbondioksid (CO₂)**, **metan (CH₄)** og **lystgass (N₂O)**. For utslipp fra energibruk inkluderes CO₂-utslipp kun for utslipp fra fossile brennstoffer, mens både fossile og biogene kilder inkluderes for CH₄ og N₂O. Dette er samme avgrensning og klimagasser som benyttes i Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap. 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, 2021, 2022c), UNFCCC (2013), IPCC (2006b) og i C40 GPC-protokollen (Greenhouse Gas Protocol, 2021). Vi følger internasjonale retningslinjer for utarbeidelse av referansebaner (se kapittel 5 i Greenhouse Gas Protocol (2014)).

Referansebanen er et estimat for hvordan klimagassutslippene i Trondheim vil utvikle seg dersom det ikke gjennomføres noen politiske vedtak som påvirker utslippene utover det som er igangsatt eller vedtatt av nasjonale og regionale tiltak/ virkemidler per 1.1.2022, og det som er vedtatt og ferdig implementert av lokale tiltak per 1.1.2022. Tiltakene som er inkludert i referansebanen er vist i Tabell 2.

Da arbeidet med denne rapporten ble gjennomført, forelå det ikke tall for 2021 i Miljødirektoratets klimagassregnskap. Framskrivningene i referansebanen starter derfor fra og med 2021 og referansebanen er kalibrert for å gjenskape tallene i Miljødirektoratets klimagassregnskap i 2020. Der hvor det foreligger reelle data og

statistikk for 2021 utenom Miljødirektoratets klimagassregnskap, benyttes disse for å anslå verdien på de ulike faktorene og dermed utslippene i 2021.

Tabell 2: Tiltak og virkemidler som ligger inne i referansebanen. Dette inkluderer nasjonale og fylkeskommunale tiltak og virkemidler som er vedtatt per 1.1.2022. For tiltak i kursiv tekst er det også beregnet en «Referansebane uten lokale tiltak», hvor effekten av tiltak er holdt utenfor slik at det er mulig å se effekten eksplisitt. Se omtale i brødteksten.

Sektor	Tiltak inkludert i referansebanen
Oppvarming	Nasjonalt forbud mot mineralolje til permanent byggvarme fra 2020 (FOR-2018-06-28-1060) (nasjonalt)
Annen mobil forburning	Nasjonalt forbud mot bruk av mineralolje til midlertidig byggvarme og byggtørk fra 2022 (FOR-2021-01-07-49) (nasjonalt)
Luftfart	Nasjonalt omsetningskrav for biodrivstoff i luftfart fra 2020 (FOR-2004-06-01-922) (nasjonalt)
Veitrafikk	Nasjonalt omsetningskrav for biodrivstoff til veitrafikk, med stigende nivå fram til 2022 (FOR-2004-06-01-922) (nasjonalt)
<i>Veitrafikk</i>	<i>Fossilfri kollektivtrafikk (buss) - Økt bruk av biogass og el fra august 2019</i>

Utviklingen for sektor **Oppvarming** påvirkes kraftig av forbudet mot bruk av mineralolje til permanent oppvarming av bygninger fra og med 2020 (FOR-2018-06-28-1060). Dette er et nasjonalt virkemiddel vedtatt før 1.1.2022, og derfor inkludert i referansebanen.

Utviklingen for sektor **Annen mobil forburning** påvirkes noe av forbudet mot bruk av mineralolje til midlertidig byggvarme fra og med 2022 (FOR-2021-01-07-49). Dette er også et nasjonalt virkemiddel vedtatt før 1.1.2022, som er inkludert i referansebanen. Videre blir det ifølge (Støre-) Regjeringas klimastatus og -plan (Klima- og miljødepartementet, 2022) innført et nytt omsetningskrav for avansert biodrivstoff til ikke-veigående maskiner på 7 volumprosent fra 1.1.2023, og som økes til 10 volumprosent fra 1.1.2024, men siden dette ikke var vedtatt per 1.1.2022 er det holdt utenfor referansebanen⁴.

For sektor **Luftfart** er det et omsetningskrav for biodrivstoff på 0,5 prosent (volum) fra og med 2020. Dette er et nasjonalt virkemiddel vedtatt før 1.1.2022, og inkludert i referansebanen.

Utviklingen for sektor **Veitrafikk** påvirkes kraftig av et omsetningskrav for biodrivstoff (biodrivstoffinnblanding) som er gradvis trappet opp fram mot 2022 (FOR-2004-06-01-922). Dette er et nasjonalt krav vedtatt før 1.1.2022, og inkludert i referansebanen. Foreslåtte og vedtatte utvidelser av omsetningskrav for biodrivstoff som ikke var vedtatt per 1.1.2022 er holdt utenfor. Dette gjelder blant annet den vedtatte økningen i omsetningskravet for biodrivstoff til veitrafikk fra 2023, som regjeringen varslet i forbindelse med forslaget til statsbudsjett for 2023, så vel som en mer langsiktig skisse til økning i omsetningskravet fram mot 2030 som omtalt i Klimaplan for 2021-2030 (Klima- og miljødepartementet, 2021), for å holde omsatt biodrivstoffvolum konstant selv om drivstoffsalget faller som resultat av elektrifisering av bilparken. Bruk av flytende

⁴ I forbindelse med behandlingen av statsbudsjettet for 2023 fattet Stortinget et anmodningsvedtak hvor regjeringen ble bedt om å innføre omsetningskrav på 10 prosent fra 1. januar 2023.

biodrivstoff ut over omsetningskravet er ikke inkludert i referansebanen og fanges heller ikke opp i det kommunefordelte klimagassregnskapet.

For sektor **Veitrafikk** ligger et allerede vedtatt og gjennomført tiltak for utslippsreduksjoner i kollektivtrafikk inne i referansebanen. Dette gjelder den delen av tiltaket «Fossilfri kollektivtrafikk (buss)» som er omtalt i Trondheims kommunes klimabudsjett og som omfatter økt bruk av biogass og el fra august 2019 for AtBs busser. Siden framskrivingen starter med de samme utslippene som i Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap i 2020 antas dette tiltaket å allerede være fanget opp i det kommunefordelte klimagassregnskapet. Beregningsmodellen er satt opp slik at effekten av dette tiltaket kan inkluderes eller ekskluderes, og det er gjort beregninger for å vise hva utslippene blir både historisk og i framskrivingene uten effekten av tiltaket (videre kalt «Referansebane uten lokale tiltak»). Dette for å kunne synliggjøre effekten av det gjennomførte tiltak for AtBs busser eksplisitt, selv om tiltaket ligger inne i referansebanen. Fra 2029, når neste kontraktperiode starter, ventes en overgang til 100 % nullutslipp for AtBs busser, men referansebanen omfatter ikke elektrifisering av AtBs busser som ikke er gjennomført ennå. Dette inngår derfor som et tiltak i tiltakspakke 1 (Klimabudsjett).

For sektorene **Energiforsyning** og **Industri, olje og gass** er det ingen spesifikke tiltak som ligger inne i referansebanen. Eksisterende nasjonal og lokal politikk vil indirekte påvirke referansebanen der hvor framskrivingene er basert på historiske trender/ data. Det er vedtatt en endring i avfallsforskriften som medfører minstekrav til utsortering av plast- og matavfall, men dette ble først vedtatt i løpet av 2022, og er derfor ikke inkludert i referansebanen. Tiltak E2.1 (økt utsortering av plast) er imidlertid basert på kravet om usortering av plastavfall i forskriften. Det er gitt politiske signaler om en gradvis opptrapping av CO₂-avgiften til 2000 kroner per tonn CO₂ i 2030, jf. Meld. St. 13 (2020-2021) (Klima- og miljødepartementet, 2021). En slik opptrapping vil kunne påvirke utslippene fra energiforsyning og industri, men er ikke tatt inn i referansebanen.

2.1.3 Overordna faktorer

For befolkning og økonomisk vekst legger vi til grunn historiske data og prognoser for befolkningsvekst og økonomisk vekst fra offentlig forvaltning, nærmere bestemt fra Byplankontoret i Trondheim kommune, SSB og Finansdepartementet. Øvre og nedre grense gjenspeiler anslått usikkerhet i disse prognosene.

2.1.3.1 Befolkningsvekst

Historiske befolkningstall for årene 2019-2021 er hentet fra SSB Statistikkbanken (SSB, 2022b). For befolkningstall for årene 2022-2030 benyttes en kombinasjon av flere kilder: For sentralestimatet benyttes Trondheim kommunes egne befolkningsprognoser for middels vekst utarbeidet av Byplankontoret (Trondheimsregionen, 2022), mens SSBs nyeste framskriving for *regional* befolkningsvekst fra juli 2022 (SSB, 2022h) blir benyttet for henholdsvis nedre (Lav nasjonal vekst (LLML)) og øvre (Høy nasjonal vekst (HHMH)) grense for usikkerhetsintervallene. Trondheim kommunes egne befolkningsprognoser for middels vekst ligger imidlertid tett opp mot Hovedalternativet fra SSB (MMMM).

For å regne ut BNP-vekst per innbygger for årene 2022-2024 benytter vi SSBs nyeste framskriving for *nasjonal* befolkningsvekst fra juli 2022 (SSB, 2022g), ettersom

framskrivinga av økonomisk vekst tar utgangspunkt i *nasjonale* BNP-framskrivinger for fastlands-Norge.

I selve modellen er befolkningsframskrivingene fra Byplankontoret i Trondheim kommune benyttet som standard for sentralestimatet, men Hovedalternativet (MMMM) fra regionale befolkningsframskrivinger fra SSB ligger inne i modellen som en valgmulighet. I denne rapporten er det imidlertid kun resultater med befolkningsframskrivingene fra Byplankontoret som er beskrevet.

2.1.3.2 Økonomisk vekst

For anslag for økonomisk vekst i referansebaneperioden blir BNP for fastlands-Norge fra nasjonalregnskapet og fra Perspektivmeldinga 2021 benytta.

BNP-vekst for fastlands-Norge i **2019** var på 2,0 %, mens det for **2020** var en negativ vekst i BNP på -2,3 % på grunn av COVID-19 pandemien (SSB, 2022d). Dette tilsvarer en BNP-vekst *per innbygger* på henholdsvis **1,3 %** og **-2,9 %**. 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 framskrivinger for nasjonal befolkningsvekst fra juli 2022 (SSB, 2022g). Framskrevet BNP per innbygger er vist i Tabell 3. Nasjonalbudsjettet 2023 (Finansdepartementet, 2022) understreker at norsk økonomi i etterkant av pandemien har gått inn i en kraftig økonomisk oppgang, men at veksten framover forventes å bli lavere. BNP-vekst for fastlands-Norge i **2021** var på 4,1%, noe som tilsvarer en BNP-vekst *per innbygger* på **3,6 %**.

For sentralestimatet for **2022-2024** benytter vi framskrivinga av forventa BNP-vekst for fastlands-Norge gitt i Nasjonalbudsjettet 2023 (se tabell 2.1 i Finansdepartementet (2022)). Det hersker stor usikkerhet om hvor stor veksten i BNP vil bli framover, men Nasjonalbudsjettet 2023 angir ikke noe usikkerhetsintervall for sine framskrivinger for åra 2022-2024. I september 2022 ble det lagt fram nye prognoser for norsk økonomi fra både SSB (2022j) og Norges Bank (2022). I begge disse prognosene er forventa BNP-vekst for fastlands-Norge framover lavere enn i Nasjonalbudsjettet 2023. I nedre grense benyttes prognosen fra Norges Bank som er den laveste. I mangel på bedre informasjon antar vi i øvre grense at veksten fortsetter på 2022-nivå.

For sentralestimatet for åra **2025-2030** benytter vi framskrivinga gitt i Perspektivmeldinga 2021 (se boks 3.2 i Finansdepartementet (2021b)), som viser at langtidstrenden for BNP-vekst *per innbygger* for fastlands-Norge er venta å ligge på **1,1 %**. For øvre grense benytter vi gjennomsnittlig historisk vekst i fastlands-BNP *per innbygger* i perioden 1971-2015, på 2,0 % (ibid). For nedre grense benytter vi gjennomsnittlig historisk vekst i fastlands-BNP *per innbygger* i perioden 1908-2019, på 0,7 % (ibid).

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

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

2.1.4 Tiltakspakker

2.1.4.1 Overordna beskrivelse

Referansebanen gir et anslag for forventet utvikling i klimagassutslipp i en tiltakspakke uten nye nasjonale eller fylkeskommunale klimatiltak og virkemidler utover dem som var vedtatt innen utgangen av 2021.

Tiltakspakkene bygger i utgangspunktet på hverandre, det vil si at vi ved beregningene av tiltakseffekt i én pakke antar at alle tiltak i de foregående pakkene (de med lavere nummer) er blitt gjennomført.

Tiltakene er dermed organisert i følgende tre tiltakspakker, med følgende navn:

1. **Klimabudsjett:** Tiltak i Trondheim kommunes klimabudsjett.
2. **Klimakur 2030 og liknende tiltak:** Alle tiltak i tiltakspakke 1, samt utvalgte relevante tiltak fra Klimakur 2030 og liknende tiltak.
3. **Kraftfulle tiltak:** Alle tiltak i tiltakspakke 1 og 2, samt tiltak/ virkemidler som tilnærmet forbyr bruk av fossile alternativer i Trondheim. Dette omfatter tiltak som påbud om bruk av landstrøm, forbud mot fossile person- og varebiler innenfor kommunegrensen, påbudt omlasting av varer til nullutslippsvarebiler ved kommunegrensen for fossile godsvogner, o.l. Fossile klimagassutslipp vil fortsatt finnes i deler av sjøfart (særlig fra innseiling for andre skip enn AtBs ferger og passasjerbåter), restutslipp etter karbonfangst i avfallsforbrenning, kvotepliktige utslipp og prosessutslipp i industri, samt CH₄- og N₂O-utslipp i jordbruk, avfall og avløp, og fra bruk av biodrivstoff og biobrensler i andre sektorer.

I det følgende beskrives hvilke konkrete tiltak som inngår i hver tiltakspakke. For å lette senere beskrivelser gis hvert tiltak en kode bestående av en bokstavkode og to tall. Bokstavkoden angir sektor, og følger samme konvensjon som i Klimakur 2030 (Miljødirektoratet et al., 2020). Det første tallet angir den minst ambisiøse tiltakspakken tiltaket opptre i. Det andre tallet er en løpende nummerering av tiltakene.

En overordnet beskrivelse av hvordan utslippsreduksjoner er beregnet, er gitt i delkapittel 2.1.5, mens en mer detaljert beskrivelse av hvordan vi beregner effekten av hvert enkelt tiltak samt viktige antakelser og forutsetninger, finnes i beskrivelsen av hver enkelt utslippskilde i kapittel 7.

2.1.4.2 Beskrivelse av tiltakspakke 1, «Klimabudsjett»

Tabell 4 viser tiltakene fra Trondheim kommunes klimabudsjett, som tas med i tiltakspakke 1, og som gir effekt utover referansebanen.

Tabell 4: Tiltaksbeskrivelse for tiltak i tiltakspakke 1, «Klimabudsjett»

Tiltakspakke		1 - Klimabudsjett
Nr.	Tiltaksnavn	Sektor / utslippskilde
T1.0	Fossilfri kollektivtrafikk (buss) - 100 % nullutslipps bybusser fra 2029	Veitrafikk / AtBs busser
	Bystyret satte i 2016 mål om at alle bybusser skulle gå fossilfritt ved oppstart av nye buss-kontrakter fra august 2019. Den delen av tiltaket «Fossilfri kollektivtrafikk (buss)» i klimabudsjettet som omfatter økt bruk av biogass og el fra august 2019 ligger inne i referansebanen, siden effekten antas å være fanget opp i det kommunefordelte klimagassregnskapet. Fra 2029, når neste kontraktsperiode starter, er det ventet overgang til 100 % nullutslipp, men referansebanen omfatter <u>ikke</u> elektrifisering av AtBs busser som ikke er gjennomført ennå. Effekten av 100 % nullutslipps bybusser fra 2029 inngår derfor her i denne tiltakspakken.	
T1.1	Raskere utskifting til nullutslipps personbiler	Veitrafikk / Personbiler
	Ifølge Trondheim kommunes klimabudsjett 2023 viser erfaringen de siste 2-3 årene at overgangen til nullutslippskjøretøy går raskere i Trondheim enn i referansescenarioet, antakelig delvis på grunn av tilretteleggingsarbeid lokalt. Utslippseffekten av dette tiltaket er estimert ved å legge til grunn en fortsatt raskere overgang til nullutslippspersonbiler enn antatt i referansescenarioet. Den raskere overgangen er basert på en lineær ekstrapolering i elbilandelen i nybilsalget i Trondheim framover. En slik ekstrapolering tilsier at alle nye biler er elbil innen 2024.	
T1.2	Utfasing av fossile drivstoff i egen virksomhet - tyngre kjøretøy og maskiner	Veitrafikk
	Innkjøp av nye tunge kjøretøy og maskiner skal skje i henhold til drivstoffpyramiden, der nullutslipp og biogass er førstevalget. I 2030 skal hele kommunens kjøretøypark være nullutslipp eller biogass.	
T1.3	Fullstendig innfasing av nullutslipps lette kjøretøy i egen virksomhet innen 2023	Veitrafikk
	Bystyret har satt mål om at alle lette kjøretøy i kommunens kjøretøypark er utslippsfrie innen utgangen av 2023.	
T1.4	Tilrettelegging for utslippsfri drosje innen 2025	Veitrafikk
	Miljøkravene som ble vedtatt i fylkestinget i mai 2021, og tilhørende forskrift, setter krav til at drosjer i Trøndelag skal være nullutslippskjøretøy innen 1. juli 2025 (tidligere 2023). Trondheim kommune bidrar til dette skiftet blant annet med en tilskuddsordning for kjøp og montering av ladestasjoner for hjemmelading av elektriske drosjer, og samarbeid om utbygging av dedikert ladeinfrastruktur for taxinæringen.	
T1.5	Nullvekst i personbiltrafikk	Veitrafikk
	Tiltakene i Miljøpakken som bidrar til å holde trafikkarbeid konstant - til tross for befolkningsøkning - forventes å redusere klimagassutslipp sammenlignet med referansebanen.	
E1.1	Utfasing av fossil olje og gass fra fjernvarmeforsyning	Energiforsyning / Fjernvarme unntatt avfallsforbrenning
	Det er overskuddsvarme fra avfallsforbrenning (sluttbehandling av restavfall) som utgjør hovedforsyningen (ca. 70 prosent) av energi i fjernvarmesystemet i Trondheim. Spesielt i vinterhalvåret er det behov for andre energikilder til ekstra kapasitet - såkalt spisslast. Per i dag brukes det fortsatt fossil energi til dette formålet - spesielt LPG (flytende petroleumsgass). Fjernvarmen dekker rundt 30 prosent av varmebehovet i Trondheim, og har en viktig rolle i å redusere det elektriske effektbehovet. Statkraft Varme har en uttalt ambisjon om å ha 98 prosent fornybar fjernvarmeproduksjon innen 2030, og være karbonnøytrale innen 2040. Etter planen vil andelen fossil energiforsyning bli redusert, og erstattet med annen forsyning frem mot 2030.	

AT1.1	Fossil- og utslippsfrie bygge- og anleggsplass i Trondheim kommunes egne investeringsprosjekter	Annen mobil forbrenning
	Omtrent en femtedel av klimagassutslippene i Trondheim kommer fra anleggsmaskiner og annet som bruker avgiftsfri diesel. Formannskapet har vedtatt at kommunens bygg- og anleggsvirksomhet (PS 305/20) skal være fossilfri fra 2021 og utslippsfri innen 2023. Dette betinger at Trondheim kommune som byggherre i stadig større grad stiller krav om utslippsfri drift av anleggsplassen.	
AT1.2	Fossil- og utslippsfrie anleggsplasser i Miljøpakkens prosjekter	Annen mobil forbrenning
	Investeringer i vei, sykkel og gange medfører store klimagassutslipp fra anleggsmaskiner i byggefasen. Miljøpakkens prosjekter kan bidra til å redusere utslipp fra bygg- og anleggssektoren ved å stille krav om fossilfri byggeplass, samt insentivere overgang til fullstendig utslippsfrie løsninger. Dette tiltaket er avhengig av godkjenning fra alle partene i Miljøpakken. I 2022 ba Kontaktutvalget partene slutte seg til at Miljøpakken skal jobbe for utslippsfri anleggsvirksomhet innen 2025.	
S1.1	Fossilfri kollektiv (båt)	Sjøfart
	En stor andel klimagassutslipp fra sjøfart innenfor Trondheims kommunegrenser kommer fra kollektivtransport: ferger og hurtigbåter. Dette tiltaket i tiltakspakke 1 er å bruke hybride ferger spesifikt på sambandet Flakk-Rørvik (ferger med elektrisk drift som kan lades ved kai, men også bruker dieselgeneratorer underveis). Tiltaket startet og hadde delvis effekt i 2019, og tiltakende effekt i 2020. AtB anslår at utslippene fra sambandet reduseres med 50 prosent i forhold til utslipp før tiltaket, i prinsippet opptil 75 prosent, men ladetiden ved kai er ikke lang nok til å kunne gjennomføre hele strekningen på batteri. Eventuelle ytterligere utslippsreduksjoner fra AtBs skip modelleres som separate tiltak i andre tiltakspakker. Ytterligere reduksjoner fra Flakk-Rørvik samt fra innføring av klimavennlig teknologi i hurtigbåtforbindelsene vil tidligst komme i 2024 i forbindelse med nye kontrakter, men potensielt ikke før i 2028 hvis nåværende kontrakter forlenges med konvensjonell teknologi.	
S1.2	Landstrøm	Sjøfart
	Tiltaket omfatter etablering av landstrømmanlegg på Pir 1 og 2 på Brattøra, opprinnelig planlagt for høsten 2021, men utsatt til våren 2022. Anlegget forventes å være i full drift i 2023. Anlegget ved Pir 1 betjener Hurtigruten og Havila Kystrutens skip som trafikkerer kystruten. Det vil fjerne det meste av utslippene deres i havn, og i tillegg gjøre det mulig for Havilas skip å gjennomføre utseilingen på batteridrift. Anlegget på Pir 2 skal betjene brønnbåter, kystvaktskip og slepebåter, som vil redusere utslippene i havn fra utslippskilden «Annen aktivitet sjøfart» i Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap.	

2.1.4.3 Beskrivelse av tiltakspakke 2, «Klimakur 2030 og liknende tiltak»

I Miljødirektoratets rapport «Klimakur 2030» (Miljødirektoratet et al., 2020) ble det utredet tiltak som til sammen kan gi mer enn 50 prosent reduksjon i innenlands ikke-kvotepfiktige utslipp innen 2030 i forhold til 2005-nivå. Ut fra tiltaksbeskrivelsen og effektberegningen i Klimakur 2030, anslår vi hvordan hvert tiltak påvirker faktorene som brukes til å beregne utslipp i referansebanen og etterstreber også å anslå hvordan dette slår ut spesifikt for Trondheim basert på forskjellene mellom hver faktor i Trondheim og det nasjonale gjennomsnittet. For mange av tiltakene er det ikke mulig å anslå nøyaktig hvor stor forskjellen mellom Trondheim og landsgjennomsnittet er, og det må gjøres en forenklet antagelse om at effekten av tiltaket kan skaleres direkte ned fra effekten på landsbasis.

De tiltakene fra Klimakur 2030 som ikke er inkludert her eller representert i tiltakspakke 2, er utelatt enten fordi effekten i Trondheim vil være uvesentlig, eller fordi vi ikke anser det som realistisk eller hensiktsmessig å anslå hva effekten blir spesifikt for Trondheim, på grunn av for høy kompleksitet eller manglende data.

Tabell 5 viser tiltakene fra Klimakur 2030 og liknende tiltak som tas med i tiltakspakke 2, og som kommer i tillegg til alle tiltak i tiltakspakke 1.

Tabell 5: Tiltaksbeskrivelse for tiltak i tiltakspakke 2, «Klimakur 2030 og liknende tiltak»

Tiltakspakke		2 - Klimakur 2030 og liknende tiltak
Nr.	Tiltak	Sektor / utslippskilde
T2.1	Forbedret logistikk for varebiltransport	Veitrafikk / Varebiler
	Dette tiltaket er beskrevet i Klimakur 2030 (Tiltak T03) og innebærer at transporten med varebiler effektiviseres ved økt fokus på logistikk slik at transportarbeidet reduseres.	
T2.2	Forbedret logistikk og økt effektivisering av lastebiler	Veitrafikk / Tunge kjøretøy
	Dette tiltaket er beskrevet i Klimakur 2030 (Tiltak T04) og innebærer en kombinasjon av flere mindre tiltak for logistikkoptimalisering og effektivisering av transporten med lastebiler. Logistikkoptimalisering omfatter økt fyllingsgrad av kjøretøyene og forbedret logistikk som gir redusert kjørelengde og redusert tomkjøring. Effektivisering av transporten omfatter bruk av tyngre og lengre vogntog, bruk av platooning (elektronisk eller manuell sammenkobling av kjøretøy, hvor kjøretøyene styres simultant), forbedret aerodynamikk med mer.	
T2.3	100 % av nye lette varebiler er nullutslipp innen utgangen av 2025	Veitrafikk / Varebiler
	Tiltaket innebærer å øke salget av nye elektriske personbiler i tråd med NTP-målet om at nye lette varebiler skal være nullutslippskjøretøy i 2025. Tiltaket er beskrevet i NTP 2018-2029 og i Klimakur 2030 (Tiltak T06).	
T2.4	100 % av nye tunge varebiler er nullutslipp innen utgangen av 2030	Veitrafikk / Varebiler
	Tiltaket innebærer å øke salget av elektriske varebiler i segmentet tyngre varebiler i tråd med NTP-målet om at alle nye tyngre varebiler skal være nullutslippskjøretøy i 2030. Tiltaket er beskrevet i NTP 2018-2029 og i Klimakur 2030 (Tiltak T07).	
T2.5	50 % av nye lastebiler er nullutslipp i 2030	Veitrafikk / Tunge kjøretøy
	Tiltaket innebærer å øke salget av nye el-lastebiler i tråd med NTP-målet om at 50 prosent av nye lastebiler skal være nullutslippskjøretøy i 2030. Tiltaket er beskrevet i NTP 2018-2029 og i Klimakur 2030 (Tiltak T08).	
T2.6	75 % av nye langdistansebusser er nullutslipp i 2030	Veitrafikk / Busser
	Tiltaket innebærer å øke salget av nye nullutslippsbusser i tråd med NTP-målet om at 75 prosent av nye langdistansebusser skal være nullutslippskjøretøy innen 2030. Tiltaket er beskrevet i NTP 2018-2029 og i Klimakur 2030 (Tiltak T10).	
T2.7	Økt omsetningskrav for biodrivstoff i veitransport	Veitrafikk
	Tiltaket er hentet fra Regjeringas klimastatus og -plan (Klima- og miljødepartementet, 2022), og innebærer at omsetningskravet for biodrivstoff i veitransport økes til 17 volumprosent, med delkrav på 12,5 prosent avansert biodrivstoff fra 1.1.2023.	
E2.1	Økt utsortering av plastavfall	Energiforsyning / Avfallsforbrenning
	Dette tiltaket er basert på et tilsvarende tiltak i Klimakur (Tiltak E07). Det tilsvarer i praksis kravet i endringen i Avfallsforskriften som ble vedtatt i juni 2022, om at minst 55 % av gjenvinnbart plastavfall i husholdningsavfallet må sorteres ut og leveres til gjenvinning innen 2028, minst 60 % innen 2030 (og minst 70 % innen 2035). Dette innebærer en reduksjon i mengden plast i restavfallet som leveres til forbrenning, som er den største enkeltkilden til fossilt karbon i forbrent avfall. Denne forskriftsendringen er ikke inkludert i referansebanen ettersom den ble vedtatt i juni 2022, men beregningen av tiltak E2.1 kan betraktes som et anslag på effekten av forskriftsendringen.	
E2.2	CCS på avfallsforbrenningsanlegget på Heimdal	Energiforsyning / Avfallsforbrenning
	Dette tiltaket er beskrevet i Klimakur 2030 (Tiltak E03). Tiltaket innebærer å installere karbonfangst på Statkraft Varmes avfallsforbrenningsanlegg, frakte CO ₂ til et mellomlager på kai, og videre til en geologisk lagringsplass for CO ₂ for permanent lagring.	
AT2.1	Omsetningskrav for biodiesel i ikke-veigående maskiner fra 2023	Annen mobil forbrenning
	Tiltaket er hentet fra Regjeringas klimastatus og -plan (Klima- og miljødepartementet, 2022), og innebærer at det innføres et omsetningskrav for avansert biodrivstoff til ikke-veigående maskiner på 7 volumprosent fra 1.1.2023. Omsetningskravet øker til 10 volumprosent fra 1.1.2024. Innfasingen av tiltaket er derav noe tregere enn det som er gitt i Stortingets anmodningsvedtak nr. 100 (Stortinget,	

	2022) hvor Stortinget ber regjeringen framskynde innføringen av det planlagte omsetningskravet på 10 pst. For ikke-veigående maskiner til 1. januar 2023.	
AT2.2	70 % av nye ikke-veigående maskiner er utslippsfrie innen 2030	Annen mobil forbrenning
	Dette tiltaket er beskrevet i Klimakur 2030 (Tiltak AT02) og innebærer at 70 prosent av nysalget av ikke-veigående maskiner er elektriske maskiner i 2030.	
I2.1	Elektrifisering ved Rockwool Trondheim	Industri
	Tiltaket innebærer at all bruk av kullkoks erstattes med bruk av elektrisitet fra og med 2027. Tiltaket bygger på tilsvarende tiltak som er gjennomført ved Rockwool Moss.	
S2.1	Omsetningskrav for biodrivstoff i skipsfart	Sjøfart
	Tiltaket omfatter å innføre et nasjonalt omsetningskrav for biodrivstoff (samlet for både diesel og gass) som gradvis trappes opp fra 0 i 2023 til 15 prosent i 2030. Tiltaket er basert på tiltak S03 («Bruk av avansert biodrivstoff til skipsfart») i Klimakur 2030. Et omsetningskrav er utredet av Miljødirektoratet og har vært under vurdering av regjeringen, men det er foreløpig ikke tatt stilling til.	
S2.2	Elektrifisering av Vanvikan-sambandet	Sjøfart
	Tiltaket innebærer å stille krav om full elektrisk drift for hurtigbåtene på sambandet Trondheim-Vanvikan i forbindelse med ny kontrakt fra og med 2028. Dette er en betydelig lengre strekning enn Flakk-Rørvik, som per i dag kun klarer å seile deler av strekningen på elektrisk drift. Tiltaket forutsetter derfor at nye skipsdesigner og redusert pris på batterier gjør det realistisk gjennomføre praktisk talt hele overfarten på batteridrift, samt at lading kan skje raskt nok i løpet av liggetiden på hver side.	
S2.3	Hybrid drift for hurtigbåtsambandene til Brekstad og Kristiansund	Sjøfart
	Strekningen Trondheim-Brekstad er betydelig lengre enn Trondheim-Vanvikan, og det er derfor uklart om det vil være mulig å elektrifisere hele overfarten til en akseptabel kostnad selv i 2028. Tiltaket forutsetter derfor at hurtigbåtene ligger på landstrøm/ladestrøm i havn og har tilstrekkelig batterikapasitet til å gjennomføre utseilingen minst til kommunegrensa på rent elektrisk drift, men at innseilingen i motsatt retning skjer ved bruk av fossilt drivstoff. Det antas at tiltaket får full effekt fra og med 2028.	
S2.4	Utbygging av landstrøm for cruiseskip	Sjøfart
	Tiltaket innebærer å bygge ut tilstrekkelig landstrøm på relevante kaier til å levere full landstrømsdekning til alle cruiseskip som etterspør det. Tiltaket antar i utgangspunktet at alle cruiseskip støtter landstrøm og kan bruke det til å dekke alt energibehov i havn. Dette er i tråd med det kommende EU-direktivet FuelEU Maritime, som ligger an til å kreve at alle cruiseskip som anløper en medlemsstat må kunne dekke alt energibehov i havn med strøm fra land eller med nullutslippsenergikilder om bord. I øvre grense for usikkerhetsintervallet tas det likevel høyde for at direktivet ikke blir vedtatt i nåværende form eller ikke blir innlemmet i norsk lov, slik at en lavere andel cruiseskip støtter landstrøm.	
S2.5	Utbygging av landstrøm for gods- og tankskip	Sjøfart
	I dette tiltaket antas det at det bygges ut landstrømanlegg for å gi full dekning til alle gods- og tankskip som kan bruke landstrøm, samt at andelen av skip som støtter landstrøm vokser i takt med DNV GLs tiltaksberegning for Klimakur 2030 (se S2.4 ovenfor). De samme forutsetningene som i S2.4 gjelder for dette tiltaket, og det antas effekt fra og med 2025.	
O2.1	Utfasing av gass til byggvarme på byggeplasser	Oppvarming / LPG
	Dette tiltaket er beskrevet i Klimakur 2030 (Tiltak O01) og innebærer å erstatte bruken av fossil gass (LPG) til midlertidig oppvarming og tørking av bygg under rehabilitering og oppføring med fossilfrie eller utslippsfrie energibærere. Utfasing av bruk av anleggsdiesel til midlertidig byggvarme ligger inne i referansebanen på grunn av et allerede vedtatt forbud, men gass er ikke omfattet av forbudet. Regjeringas klimastatus og -plan (Klima- og miljødepartementet, 2022) omtaler en utfasing av bruk av gass til midlertidig byggvarme og byggørk fram mot 2025, utløst av gradvis økt CO ₂ -avgift og eventuelt ytterligere virkemidler hvis behov. Miljødirektoratet jobber med en utredning av utslippskutt på byggeplasser og regjeringen vil vurdere behovet for ytterligere virkemidler for å utløse dette tiltaket etter at utredningen er levert. I Stortingets anmodningsvedtak nr. 113 (Stortinget, 2022) ber Stortinget regjeringen om å utrede og fremme forslag om forbud mot bruk av fossil gass i byggvarme, med sikte på ikrafttredelse i 2025.	
O2.2	Erstatte gassbruk til permanent oppvarming av bygg	Oppvarming / LPG
	Dette tiltaket er beskrevet i Klimakur 2030 (Tiltak O02) og innebærer å erstatte bruken av fossil gass til permanent oppvarming av bygninger med fossilfrie eller utslippsfrie energikilder eller energibærere.	

2.1.4.4 Beskrivelse av tiltakspakke 3, «Kraftfulle tiltak»

Tiltakene i tiltakspakkene «Klimabudsjett» og «Klimakur 2030» gir en vesentlig reduksjon av utslippene i forhold til referansebanen. Likevel er det ikke nok for å nå målet om 80 prosent kutt i Trondheim innen 2030 sammenliknet med 2009. I de foregående tiltakspakkene vil det derfor gjenstå forholdsvis store utslipp i mange sektorer (se kapittel 4.1.3 for gjenværende utslipp i hver sektor i hver tiltakspakke).

Tiltakspakken «Kraftfulle tiltak» omfatter derfor i tillegg tiltak som i prinsippet kan redusere de gjenværende utslippene mot null i flest mulig sektorer. Tiltakene har til felles at de foreløpig kan være utfordrende å gjennomføre på grunn av høye kostnader, teknologiske utfordringer eller sosiale eller politiske barrierer. 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, men begrensninger og forutsetninger som vi er klar over, er omtalt kort for hvert tiltak i kapittelet om sektorspesifikk metodikk (kapittel 7). Tiltakspakken forutsetter at Trondheim kommune er i stand til å få med fylkeskommunale eller nasjonale myndigheter for å sikre både nødvendige vedtak og økonomiske midler.

Tabell 6 viser tiltak som tas med i tiltakspakke 3, og som kommer i tillegg til alle tiltak i tiltakspakke 1 og 2.

Tabell 6: Tiltaksbeskrivelse for tiltak i tiltakspakke 3, «Kraftfulle tiltak»

Tiltakspakke		3 - Kraftfulle tiltak
Nr.	Tiltaksnavn	Sektor / utslippskilde
T3.1	Nullutslippssone for personbiler i hele Trondheim	Veitrafikk / Personbiler
	Dette tiltaket innebærer at kun nullutslipps personbiler kjører innenfor kommunegrensa. Dette oppnås for eksempel med svært høye bompenger, parkeringsforbud, e.l. Det opprettes innfartsparkeringer for tilreisende med fossilbiler i tilknytning til kollektivknutepunkt, samt oppstillingsplasser for utslippsfrie delebiler og leiebiler.	
T3.2	Nullutslippssone for varebiler i hele Trondheim	Veitrafikk / Varebiler
	Dette tiltaket innebærer at kun nullutslipps varebiler kjører innenfor kommunegrensa. Dette oppnås for eksempel med svært høye bompenger, parkeringsforbud, e.l. Det opprettes innfartsparkeringer for tilreisende med fossilbiler i tilknytning til kollektivknutepunkt, samt oppstillingsplasser for utslippsfrie delebiler og leiebiler. Det opprettes også egnede støtteordninger for firmaer med en stor andel av sin omsetning i Trondheim for tidlig avskrivning av fossile varebiler og innkjøp av utslippsfrie alternativer.	
T3.3	Nullutslippssone for tungtransport i hele Trondheim	Veitrafikk / Tunge kjøretøy
	Dette tiltaket innebærer at kun biogass- og nullutslipps lastebiler kjører innenfor kommunegrensa. 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.	
T3.4	Nullutslippssone for busser i hele Trondheim	Veitrafikk / Busser
	Dette tiltaket innebærer at kun biogass- og nullutslipps busser kjører innenfor kommunegrensa. Dette gjelder resterende busser som ikke er omfattet av tiltak for bybusser i tiltakspakke 1 eller tiltak for langdistansebusser i tiltakspakke 2. Eventuelle langdistanseruter som fortsatt bruker fossil drift må terminere utenfor kommunegrensen og ha overgang til lokale fossilfrie transportmidler derfra.	
AT3.1	100 % av alle ikke-veigående maskiner er fossilfrie innen 2030	Annen mobil forbrenning
	Dette tiltaket innebærer at alle dieseldrevne motorredskaper som benyttes i Trondheim må være fossilfrie innen 2030. Det legges tilsvarende restriksjoner på salg av avgiftsfri fossil diesel innenfor kommunegrensen.	

S3.1	Nullutslipp for AtBs ferger og passasjerbåter	Sjøfart
	<p>Dette tiltaket innebærer å kreve 100 prosent batteridrift eller annen utslippsfri teknologi for all havneligge og seiling for fergene Flakk-Rørvik og hele strekningen Trondheim-Brekstad for AtBs hurtigbåter (sambandet Trondheim-Vanvikan antas allerede å være utslippsfritt etter tiltak S2.2), uavhengig av kostnad. Disse sambandene er delvis elektrifiserte etter tiltak S1.1 og S2.3, men dette tiltaket innebærer altså å øke batterikapasiteten eller gjennomføre andre tiltak som gjør at 100% av strekningene innenfor Trondheim kommune kan gjennomføres med utslippsfri drift. Tiltaket kan i prinsippet unnlate å kreve nullutslippsdrift for hele den lengre strekningen Brekstad-Kristiansund, så lenge alle båter lader tilstrekkelig i Brekstad på veien fra Kristiansund til å kunne seile hele strekningen til Trondheim på batteridrift. I beregningene tas det derfor ikke stilling til om det velges 100 prosent nullutslipp eller en løsning som kan kreve noe fossil drift mellom Brekstad og Kristiansund.</p>	
S3.2	Påbud om landstrøm og batteridrift for alle cruiseskip, godsskip og tankere	Sjøfart
	<p>Tiltaket innebærer å påby (eller pålegge differensierte avgifter som i praksis medfører påbud) at alle cruiseskip, godsskip og tankere som skal anløpe Trondheim må støtte og kunne dekke alt energiforbruk i havn med landstrøm, og i tillegg støtte hybrid drift med tilstrekkelig batterikapasitet til å gjennomføre hele utseilingen ut forbi kommunegrensa (minimum ca. 10 nautiske mil) på elektrisk drift. Tiltaket forutsetter ikke at innseilingen er utslippsfri, da det er uklart om det er mulig å kreve dette for alle store skip allerede innen 2030.</p>	
I3.1	Utfasing av fossil fyring i ikke-kvotepiktig industri	Industri, olje og gass
	<p>Tiltaket bygger på Meld. St. 13 (2020-2021) hvor det legges til grunn en utfasing av fossil fyring i ikke-kvotepiktig industri innen 2030 og Stortingets anmodningsvedtak nr. 112 (Stortinget, 2022) hvor Stortinget ber regjeringen varsle et forbud mot bruk av fossile brenslers til energiformål i industrien innen 2030. Miljødirektoratet utreder et mulig forbud. Tiltaket innebærer at industrien erstatter bruk av fossile brenslers med elektrisitet eller andre energibærere basert på fornybar energi.</p>	

2.1.5 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 en tiltakspakke tas høyde for. Spesifikke tilpasninger og særskilte vurderinger for enkelttiltak og enkelte sektorer er beskrevet i kapittelet om sektorspesifikk metodikk (kapittel 7).

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 økt utsortering av plastavfall fra husholdningsavfall kunne gi en nedgang både i forbrent mengde husholdningsavfall (fordi mer sorteres ut og gjenvinnes) og i utslipp per tonn forbrent avfall (fordi det blir lavere andel plast, som har høyere fossil karbonandel enn gjennomsnittet). 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.

2.1.6 Usikkerhet

Usikkerhet i utslippene i referansebanen uttrykkes gjennom et usikkerhetsintervall, definert gjennom en nedre og en øvre grense for utslippene, samt et sentralestimat som ligger innenfor dette intervallet. Sentralestimatet er det beste estimatet 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, men de er ikke absolutte grenser. De tar ikke høyde for uventede hendelser innenfor modellperioden eller andre forhold som bryter med antakelsene i beregningene.

For mange faktorer foreligger det ikke tilstrekkelig datagrunnlag for å kunne anslå noen usikkerhet, eller usikkerheten er ikke mulig å definere. Vi beskriver da eventuell kvalitativ usikkerhet i omtalen av faktoren i forbindelse med referansebanen og tiltaksberegningene, men oppgir ikke noe kvantitativt usikkerhetsintervall. Den reelle usikkerheten i resultatene må derfor ventes å kunne være større enn det usikkerhetsintervallene antyder.

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 reflekter 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 i prinsippet påvirke både nivået for de absolutte tallene (altså hvor store de faktisk var i startåret 2020) og tidsutviklingen (dvs. veksthastighet mellom 2020 og 2030). Nivåusikkerheten mangler imidlertid for noen utslippskilder hvor vi tar utgangspunkt i bestemte grunnlagstall for de tilhørende faktorene i 2020 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 startåret snarere enn å ta utgangspunkt i Miljødirektoratets verdi, skalerer vi utslippene for hver utslippskilde slik at utslippene i startåret blir lik Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap for Trondheim i 2020 (dvs. at hver utslippskilde multipliseres med forholdstallet mellom Miljødirektoratets tall for utslippskilden i 2020 og verdien som modellen beregner for 2020). Dette gjøres for å sikre at referansebanen skal være direkte sammenliknbar med utslipp i det kommunefordelte klimagassregnskapet fra Miljødirektoratet. I sluttresultatet forsvinner dermed den beregnede nivåusikkerheten (på kunstig vis) i 2020, slik at vi får et usikkerhetsintervall hvor bredden kun reflekterer usikkerhet i *tidsutviklingen* etter startåret.

Selv om vi angir en nedre og øvre grense for utslippene er det mulig at utslippene ville bli større eller mindre selv om betingelsene for referansebanen er 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 noen tilfeller har vi flere ulike utslippsestimat for 2020. Selv om det i noen tilfeller kan være grunner til å basere seg på andre estimat, tar vi her utgangspunkt i Miljødirektoratets tall for 2020 (Miljødirektoratet, 2022e) for å sikre at tallene lettest mulig kan sammenliknes med Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap. Se for øvrig diskusjon av usikkerhet og nedre og øvre utslippsgrense for hver enkelt sektor nedenfor.

2.2 Metode for GPC-tilnærmingen (del 2)

2.2.1 Tidligere rapportering etter GPC-protokollen

Trondheim kommune har tidligere beregnet et utslippsregnskap basert på GPC-protokollen, som er benyttet i CDP-rapportering. Oppdragsgiver har i den forbindelse mottatt en versjon av det kommunefordelte klimagassregnskapet fordelt etter GPC sub-sektorer fra Miljødirektoratet. Videre har oppdragsgiver selv fordelt forbrukstall for strøm og fjernvarme til GPC sub-sektorer, med utgangspunkt i strømforbruksdata fordelt på næring fra TENSIO kombinert med statistikk fra SSB, og forbrukstall for fjernvarme fra Statkraft Varme AS.

Tabell 7 viser status med dette arbeidet i Trondheim kommune før dette arbeidet. Trondheim kommune har ikke beregnet scope 3-utslipp. Av kilder som kreves for BASIC-rapportering i GPC er det kun utslipp knyttet til avfallshåndtering som er obligatorisk. Trondheim kommune har vurdert scope 3-utslipp fra avfall til «NO - not occurring».

Tabell 7: Status på tidligere rapportering etter GPC-protokollen i Trondheim (IE = included elsewhere, NO = not occurring)

GPC Sub-sektor		Bidrag scope 1	Bidrag, scope 2	Kommentar fra Trondheim
GPC sektor I Stationary energy				
I.1	Residential buildings	Vedfyring + 66,6 % * SUM (LPG; Fossil olje; Fyringsparafin; Bioenergi; Annet)	Fjernvarme Elektrisitet	
I.2	Commercial buildings and facilities	27,3 % * SUM (LPG; Fossil olje; Fyringsparafin; Bioenergi; Annet)	Fjernvarme Elektrisitet	
I.2	Institutional buildings and facilities	NO	Fjernvarme Elektrisitet	In municipal and other 26nstitutional buildings direct emissions had been more or less eliminated in anticipation of a national ban on use of heating oil that applied from 1.1.2020
I.3	Manufacturing industries and construction	Andre næringer + Behandling av avfall + Bygg og anlegg + Tjenester tilknyttet transport + Industri olje og gass (eks. prosessutslipp)	Fjernvarme Elektrisitet	
I.4	Energy industries	Avfallsforbrenning + Fjernvarme unntatt avfallsforbrenning	Ikke beregnet	(Rapportert under I.4.4)
I.5	Agriculture, forestry, and fishing activities	Jordbruk + Skogbruk + 6,2 % * SUM (LPG; Fossil olje; Fyringsparafin; Bioenergi; Annet)	Elektrisitet	
I.6	Non-specified sources	-	Fjernvarme	Non specified sources (GPC 1.6) not included here (in CRF total)

GPC Sub-sektor		Bidrag scope 1	Bidrag, scope 2	Kommentar fra Trondheim
I.7	Fugitive emissions from mining, processing, storage, and transportation of coal	-	IE	Fugitive emissions from the use of electricity and district heating are included in the relevant posts for Stationary Energy – see note on Scope 2 Emissions Factors
I.8	Fugitive emissions from oil and natural gas systems			
GPC Sektor II Transportation				
II.1	On-road	Veitrafikk: Alle utslippskilder	IE	Emissions from use of electricity in transportation are included under «Stationary energy»
II.2	Railways	NO	Elektrisitet	Scope 1: Emissions from remaining use of diesel is to be investigated Scope 2: Presumably an underestimation, to be investigated
II.3	Waterborne navigation	Sjøfart: Alle utslippskilder	IE	Emissions included under Commercial Buildings
II.4	Aviation	Luftfart: Alle utslippskilder	NO	
II.5	Off-road	Snøscooter	IE	
GPC Sektor III Waste				
III.1	Solid waste disposal	Avfallsdeponigass	Scope 3: NO	
III.2	Biological treatment of waste	Biologisk behandling av avfall	Scope 3: NO	
III.3	Incineration and open burning	IE	Scope 3: NO	Emissions from incineration of waste are reported under Scope 2 Stationary energy
III.4	Wastewater treatment and discharge	Avløp	Scope 3: NO	
GPC Sektor IV IPPU				
IV.1	Industrial process	Industri, olje og gass (kun prosessutslipp)	-	
IV.2	Product use	-	-	
GPC Sektor V AFOLU				
V.1	Livestock	Fordøyelsesprosesser husdyr	-	
V.2	Land	Gjødselhåndtering	-	
V.3	Other AFOLU	Jordbruksarealer	-	

I del 2 av dette oppdraget har vi tatt utgangspunkt i tallene som tidligere er rapportert, men det er gjort noen tilpasninger i hvordan tallene fordeles på sub-sektorer, både for scope 1 og for scope 2. Tilpasningene gir samme total som det som er rapportert tidligere, men med annen allokering. Følgende tilpasninger er gjort:

- Fordelingsnøkklene for utslipp fra oppvarming og annen mobil forbrenning er justert.
 - I opprinnelig fordeling er det ikke tatt høyde for bruk av LPG til midlertidig byggvarme. Vi gjør noen forenklete antagelser som gir ny fordeling av LPG til midlertidig byggvarme (GPC bidrag *I.3C Construction Buildings LPG*) og permanent byggvarme (GPC bidrag *I.2A Commercial LPG* og *I.5B Agriculture Buildings LPG*).
 - I opprinnelig fordeling er utslipp fra bidraget «Annet» fordelt på husholdninger, næringsbygg og landbruksbygg. I ny fordeling er Annet kun allokert til næringsbygg (GPC bidrag *I.2A Commercial Annet*).

- I opprinnelig fordeling er utslipp fra bidraget «Tjenester tilknyttet transport» allokert til GPC sub-sektor *I.3 Manufacturing industries and construction*. I ny fordeling flyttes bidraget over til GPC sub-sektor *II.5 Off-road* (GPC bidrag *II.5A Tjenester tilknyttet transport*) da dette er i tråd med veiledning i GPC-protokollen.
- Noe strømforbruk er flyttet fra GPC sektor *I Stationary energy* til *II Transportation*, med utgangspunkt i beregnet strømforbruk til lading av elbiler. Vi vet ikke hvilke næringer dagens elbillading er registrert på i strømforbruksdata fra TENSIO. Som en forenkling har vi hentet strømforbruk til lading av personbiler og varebiler fra husholdninger (GPC bidrag *I.1A Residential Elektrisitet*), mens strømforbruk til lading av tunge kjøretøy og busser er hentet fra næringsbygg (GPC bidrag *I.2A Commercial Elektrisitet*).
- Framtidig strømforbruk til sjøfart allokeres også til GPC sektor *II Transportation*.

2.2.2 Modellstruktur for utslipp i henhold til GPC-protokollen

I del 2 av dette oppdraget har vi utvidet modellen for direkte/territoriale utslipp som er utviklet i del 1 av oppdraget, til å inkludere et oppsett som følger inndelingen gitt i GPC-protokollen (Greenhouse Gas Protocol, 2021). Tabell 8 viser inndelingen i **GPC sektorer**, **GPC sub-sektorer** og **GPC bidrag** som er brukt i den utvidede modellen og Tabell 9 viser inndelingen i GPC sektorer, GPC sub-sektorer og **GPC scope**.

Scope 1-utslippene i GPC-tilnærmingen er sammenfallende med de direkte/territorielle utslippene som er behandlet i del 1 av oppdraget. I begge tilfeller er tallene hentet fra Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap. Forskjellen mellom de to tilnærmingene ligger i hvordan utslippene er fordelt på sektorer og utslippskilder/sub-sektorer. Utslipp fra de aller fleste utslippskildene i det kommunefordelte klimagassregnskapet lar seg rute direkte til en gitt GPC sub-sektor, men for noen utslippskilder er det behov for å fordele utslippene på flere sub-sektorer.

Inndelingen i Tabell 8 følger oppsettet av sektorer og sub-sektorer som er gitt i GPC-protokollen (Table 4.3), med følgende tilpasninger:

- Sub-sektor *V.3 Aggregate sources and non-CO2 emission sources on land* i GPC-protokollen har her fått navnet *V.3 Other AFOLU*. Dette er i overensstemmelse med Trondheims tidligere rapportering til CDP.
- Sektor *VI Other scope 3* er utelatt.

Sub-sektorene er videre delt inn i GPC bidrag med utgangspunkt i utslippskildene/bidragene i territoriell tilnærming (del 1 av oppdraget), med følgende tilpasninger:

- Utslippskildene/bidragene i sektor Oppvarming i territoriell tilnærming tilsvarer ulike energibærere. I GPC-tilnærmingen er det behov for å fordele utslipp på energibærere per bygningstype.
- Utslippskildene/bidragene i sektor Oppvarming i territoriell tilnærming er supplert med energibærerne «Elektrisitet» og «Fjernvarme».
- I GPC-tilnærmingen er det behov for å fordele utslippene i sektor Industri, olje og gass i territoriell tilnærming, mellom prosessutslipp som rutes til GPC sub-sektor *IV.1 Industrial processes* og utslipp fra energibruk som rutes til GPC sub-sektor *I.3 Manufacturing industries and construction*.
- GPC bidragene *I.6A Non-specified sources* og *II.2A Jernbane og trikk* er inkludert, selv om disse bidragene ikke er dekket av det kommunefordelte

klimagassregnskapet og derav ikke er inkludert i utslippsberegningene i territoriell tilnærming.

Tabell 8: GPC sektorer, GPC sub-sektorer og GPC bidrag som er inkludert i modellen.

GPC sub-sektor		GPC bidrag	Bidrag i territoriell tilnærming (del 1)	Metodikk omtalt
GPC sektor I Stationary energy				
I.1	Residential buildings	I.1A Residential Fossil olje	Fossil olje I.1A	Kap. 7.8
		I.1A Residential Fyringsparafin	Fyringsparafin I.1A	
		I.1A Residential Bioenergi	Bioenergi I.1A	
		I.1A Residential Vedfyring	Vedfyring	
		I.1A Residential Elektrisitet	Elektrisitet I.1A	
		I.1A Residential Fjernvarme	Fjernvarme I.1A	
I.2	Commercial and institutional buildings and facilities	I.2A Commercial LPG	LPG I.2A	
		I.2A Commercial Fossil olje	Fossil olje I.2A	
		I.2A Commercial Fyringsparafin	Fyringsparafin I.2A	
		I.2A Commercial Bioenergi	Bioenergi I.2A	
		I.2A Commercial Annet	Annet	
		I.2A Commercial Elektrisitet	Elektrisitet I.2A	
		I.2A Commercial Fjernvarme	Fjernvarme I.2A	
		I.2B Institutional Elektrisitet	Elektrisitet I.2B	
I.3	Manufacturing industries and construction	I.3A Manufacturing - Rockwool	Rockwool Trondheim	Kap. 7.5
		I.3A Manufacturing - Ranheim	Ranheim Paper & Board	
		I.3A Manufacturing - Annen industri	Annen industri	
		I.3A Manufacturing - Supplerende industriutslipp	Supplerende industriutslipp	
		I.3B Construction Machines	Bygg og anlegg	Kap. 7.3
		I.3C Construction Buildings LPG	LPG I.3C	Kap. 7.8
		I.3D Non-specific industries	Andre næringer Behandling av avfall	Kap. 7.3
I.4	Energy industries	I.4A Husholdningsavfall fra Trondheim	Husholdningsavfall fra Trondheim	Kap. 7.2
		I.4B Næringsavfall og avfall fra utenfor Trondheim	Næringsavfall og avfall fra utenfor Trondheim	
		I.4C Støttebrensel	Støttebrensel	
		I.4D Fjernvarme unntatt avfallsforbrenning	Fjernvarme unntatt avfallsforbrenning	
I.5	Agriculture, forestry, and fishing activities	I.5A Agriculture Machines	Jordbruk	Kap. 7.3
		I.5A Forestry Machines	Skogbruk	Kap. 7.8
		I.5B Agriculture Buildings LPG	LPG I.5B	
		I.5B Agriculture Buildings Fossil olje	Fossil olje I.5B	
		I.5B Agriculture Buildings Fyringsparafin	Fyringsparafin I.5B	
		I.5B Agriculture Buildings Bioenergi	Bioenergi I.5B	
I.5B Agriculture Buildings Elektrisitet	Elektrisitet I.5B			
I.6	Non-specified sources	I.6A Non-specified sources	Fjernvarme I.6A	-

GPC sub-sektor		GPC bidrag	Bidrag i territoriell tilnærming (del 1)	Metodikk omtalt
I.7	Fugitive emissions from mining, processing, storage, and transportation of coal	-	-	-
I.8	Fugitive emissions from oil and natural gas systems	-	-	-
GPC Sektor II Transportation				
II.1	On-road	II.1A Personbiler	Personbiler	Kap. 7.1
		II.1B Varebiler	Varebiler	
		II.1C AtBs busser	AtBs busser	
		II.1D Andre busser	Andre busser	
		II.1E Tunge kjøretøy	Tunge kjøretøy	
II.2	Railways	II.2A Jernbane og trikk	-	-
II.3	Waterborne navigation	II.3A Havneligge	Sjøfart: Alle utslippskilder	Kap. 7.6
		II.3B Seiling		
II.4	Aviation	II.4A Aviation domestic	Innenriks luftfart	Kap. 7.9
		II.4B Aviation international	Utenriks luftfart	
II.5	Off-road	II.5A Tjenester tilknyttet transport	Tjenester tilknyttet transport	Kap. 7.3
		II.5B Snøscooter	Snøscooter	
GPC Sektor III Waste				
III.1	Solid waste disposal	III.1A Avfallsdeponigass	Avfallsdeponigass	Kap. 7.4
III.2	Biological treatment of waste	III.2A Biogassanlegg	Biogassanlegg	
		III.2B Kompostering	Kompostering	
III.3	Incineration and open burning	-	-	-
III.4	Wastewater treatment and discharge	III.4A Avløp	Avløp	Kap. 7.4
GPC Sektor IV IPPU				
IV.1	Industrial process	IV.1A Prosessutslipp	Prosessutslipp Rockwool	Kap. 7.2
IV.2	Product use	-	-	-
GPC Sektor V AFOLU				
V.1	Livestock	V.1A Fordøyelsesprosesser husdyr	Fordøyelsesprosesser husdyr	Kap. 7.7
V.2	Land	V.2A Gjødelselhåndtering	Gjødelselhåndtering	
V.3	Other AFOLU	V.3A Jordbruksarealer	Jordbruksarealer	

Tabell 9 viser inndelingen i GPC sektorer, GPC sub-sektorer og GPC scope i modellen. Inndelingen følger oppsettet av sektorer, sub-sektorer og scope som er gitt i GPC-protokollen (Table 4.3 i Greenhouse Gas Protocol (2021)). Det er ikke beregnet utslipp for alle sektorer, sub-sektorer og scope i denne omgang, og det framgår av tabellen hvilke utslipp som er inkludert og ikke. Modellen er delvis tilrettelagt for at ikke-inkluderte utslipp skal kunne inkluderes ved en senere anledning, men det har ikke vært mulig å tilrettelegge med fullstendige beregningsmoduler innenfor rammene av dette oppdraget. Scope1-utslipp fra jernbane og trikk vil for eksempel kunne mates rett inn i modellen så snart tall foreligger, uten videre modellutvikling. På den andre siden vil det kreve en del videreutvikling å skulle inkludere scope 3-utslipp fra andel av transport fra Trondheims innbyggere utenfor kommunens grenser. Dette er blant annet knyttet til at de tiltakene som allerede er med, også påvirker utslippene utenfor Trondheim grenser.

Tabell 9: Sektorer, sub-sektorer og scope som er inkludert i modellen. Tabellen viser også hvilke sektorer, sub-sektorer og scope det er beregnet utslipp for i denne omgang (I = Included, IE = Included elsewhere, NE = Not estimated, NO = Not Occuring)

GPC Sub-sektor		GPC Scope		Beregnet
GPC sektor I Stationary energy				
I.1	Residential buildings	I.1.1	Energy use fossil (Scope 1)	I
		I.1.2	Energy use electricity (Scope 2)	I
		I.1.2	Energy use district heating (Scope 2)	I
		I.1.3	Energy loss (Scope 3)	I
I.2	Commercial and institutional buildings and facilities	I.2.1	Energy use fossil (Scope 1)	I
		I.2.2	Energy use electricity (Scope 2)	I
		I.2.3	Energy use district heating (Scope 2)	I
		I.2.3	Energy loss (Scope 3)	I
I.3	Manufacturing industries and construction	I.3.1	Energy use fossil (Scope 1)	I
		I.3.2	Energy use electricity (Scope 2)	I
		I.3.2	Energy use district heating (Scope 2)	I
		I.3.3	Energy loss (Scope 3)	I
I.4	Energy industries	I.4.1	Energy use fossil (Scope 1)	I
		I.4.2	Energy use electricity (Scope 2)	IE*
		I.4.3	Energy loss (Scope 3)	IE***
		I.4.4	Energy generation supplied to the grid (Scope 1)	IE (I.4.1)
I.5	Agriculture, forestry, and fishing activities	I.5.1	Energy use fossil (Scope 1)	I
		I.5.2	Energy use electricity (Scope 2)	I
		I.5.3	Energy loss (Scope 3)	I
I.6	Non-specified sources	I.6.1	Energy use fossil (Scope 1)	NO
		I.6.2	Energy use electricity (Scope 2)	NO
		I.6.2	Energy use district heating (Scope 2)	I
		I.6.3	Energy loss (Scope 3)	NO
I.7	Fugitive emissions from mining, processing, storage, and transportation of coal	I.7.1	Fugitive emissions (Scope 1)	NO
I.8	Fugitive emissions from oil and natural gas systems	I.8.1	Fugitive emissions (Scope 1)	NO
GPC Sektor II Transportation				
II.1	On-road	II.1.1	Energy use fossil (Scope 1)	I
		II.1.2	Energy use electricity (Scope 2)	I
		II.1.3	Energy loss (Scope 3)	I
		II.1.3	Portion of transboundary journeys outside the city boundary (Scope 3)	NE
II.2	Railways	II.2.1	Energy use fossil (Scope 1)	NE
		II.2.2	Energy use electricity (Scope 2)	I
		II.2.3	Energy loss (Scope 3)	I
		II.2.3	Portion of transboundary journeys outside the city boundary (Scope 3)	NE
II.3	Waterborne navigation	II.3.1	Energy use fossil (Scope 1)	I
		II.3.2	Energy use electricity (Scope 2)	I
		II.3.3	Energy loss (Scope 3)	I
		II.3.3	Portion of transboundary journeys outside the city boundary (Scope 3)	NE
II.4	Aviation	II.4.1	Energy use fossil (Scope 1)	I
		II.4.2	Energy use electricity (Scope 2)	I
		II.4.3	Energy loss (Scope 3)	I
		II.4.3	Portion of transboundary journeys outside the city boundary (Scope 3)	NE
II.5	Off-road	II.5.1	Energy use fossil (Scope 1)	I
		II.5.2	Energy use electricity (Scope 2)	I
		II.5.3	Energy loss (Scope 3)	I

GPC Sub-sektor		GPC Scope		Beregnet
GPC Sektor III Waste				
III.1	Solid waste disposal	III.1.1	Solid waste generated in city disposed in city (Scope 1)	NE
		III.1.2	Solid waste generated in city disposed outside city (Scope 3)	NE
		III.1.3	Solid waste generated outside city disposed in city (Scope 1)	NO
III.2	Biological treatment of waste	III.2.1	Solid waste generated in city treated biologically in city (Scope 1)	I
		III.2.2	Solid waste generated in city treated biologically outside city (Scope 3)	NE
		III.2.3	Solid waste generated outside city treated biologically in city (Scope 1)	NO
III.3	Incineration and open burning	III.3.1	Solid waste generated in city treated in city (Scope 1)	IE (sector I.4, scope 1) **
		III.3.2	Solid waste generated in city treated outside city (Scope 3)	NO
		III.3.3	Solid waste generated outside city treated in city (Scope 1)	IE (sector I.4, scope 1) **
III.4	Wastewater treatment and discharge	III.4.1	Wastewater generated in city treated in city (Scope 1)	I
		III.4.2	Wastewater generated in city treated outside city (Scope 3)	NE
		III.4.3	Wastewater generated outside city treated in city (Scope 1)	NO
GPC Sektor IV IPPU				
IV.1	Industrial process	IV.1	Industrial process (Scope 1)	I
IV.2	Product use	IV.2	Product use (Scope 1)	NO
GPC Sektor V AFOLU				
V.1	Livestock	V.1	Livestock (Scope 1)	I
V.2	Land	V.2	Land (Scope 1)	I
V.3	Other AFOLU	V.3	Other AFOLU (Scope 1)	I

* Indirekte utslipp fra elforbruk i fjernvarmeproduksjonen inngår i utslippene i de sektorene hvor fjernvarme forbrukes.

** Det skilles ikke mellom hvorvidt avfallet er generert innenfor eller utenfor kommunen i scope 2 for sluttbrukere

*** Tap i produksjonsledd og fjernvarmenett inngår i utslippene i de sektorene hvor fjernvarme forbrukes.

2.2.3 Beregning av utslipp fra scope 2 og scope 3

Scope 2-utslipp omfatter utslipp knyttet til produksjon av energi som leveres ved hjelp av nett/distribusjonssystem. I Trondheims tilfelle er dette elektrisitet og fjernvarme. Scope 3-utslipp omfatter utslipp knyttet til tap i overføring for energi produsert utenfor kommunen. For Trondheims tilfelle er dette kun elektrisitet, da all fjernvarme brukt i Trondheim per i dag er produsert i Trondheim.

Beregningene av utslipp i scope 2 og 3 starter i 2019. Dette skyldes at vi ikke har hatt data for fordeling av strømforbruk på sluttbrukere for tidligere år. Det er brukt historiske tall for 2019 og 2020 og framskriving fra 2021.

2.2.3.1 Beregning av utslipp i scope 2 og 3 fra forbruk og nettap av elektrisitet

Utslippsfaktor for elektrisitet

Trondheim kommune har tidligere benyttet NVEs beregning av klimadeklarasjon (utslippsfaktor) for fysisk levert strøm. Utslippsfaktoren tar hensyn til produksjon av

elektrisitet i Norge, samt import og eksport fra/til naboland. Utslippsintensiteten til importert strøm er antatt å være lik produksjonsmixen til det eksporterende landet. Utslippsfaktoren er kompatibel med scope 2-rapportering. Utslippsfaktoren publiseres årlig og går tilbake til 2019.

Tabell 10: Klimadeklarasjon for fysisk levert strøm for årene 2019-2021, samt gjennomsnitt.

År	gCO ₂ e/kWh
2019	17
2020	8
2021	11
Gjennomsnitt (19-21)	12

I dette arbeidet er det gjort en forenklet antakelse knyttet til strømmixen. Strømmixen i framskrivingen antas forenklet å være konstant lik gjennomsnittet til de tre foregående årene (2019-2021).

Det er i prinsippet mulig å lage en referansebane for utslippsfaktoren basert på historiske data og forventet utvikling av kraftsystemet. Utslippsfaktoren påvirkes av fossile innslag i energimixen fra innenlands produksjon og import fra utlandet. Om man rekonstruerer NVEs beregninger bakover fra 2019 kan man i større grad si noe om svingningene fra år til år og forventet usikkerhetsintervall framover. For årene fremover, kan man også gjøre antakelser knyttet til utvikling av produksjonsmixen i Norge og land vi har direkte overføringslinjer til. Import og eksport styres av kraftprisen, som er avhengig av en rekke faktorer. Det kan imidlertid være mulig å gjøre forenklede antakelser knyttet til framskrevet import/eksport i et normalår.

Framskrivning av forbruk av elektrisitet

Vi har mottatt data fra TENSIO via Trondheim kommune, som viser forbruk av elektrisitet fordelt på ulike næringer/ forbrukergrupper. Dataene dekker 2019-2020. Vi har fordelt næringene/ forbrukergruppene i TENSIO-dataene på GPC-sektorer. Det er i all hovedsak brukt samme fordeling som Trondheim kommune har brukt i tidligere CDP-rapportering, men hvor noe strømforbruk er allokert til lading av elbiler som beskrevet i delkapittel 2.2.1.

Forbruket av elektrisitet er framskrevet for hvert enkelt bidrag i modellen. I mange tilfeller er det gjort svært enkle antakelser om utviklingen i forbruket, for eksempel antakelser om konstant forbruk. Konkrete antakelser for hver enkelt sektor/ bidrag er beskrevet i kapittel 7.

Scope 3: Tap i elektrisitetsnettet

SSB publiserer årlig statistikk for tap i det norske elektrisitetsnettet (SSB, 2022c). Gjennomsnittlig årlig tap (og statistisk differanse) har de siste årene ligget på mellom 5,0 % og 7,7 %.

Tabell 11: Gjennomsnittlig årlig tap i det norske elektrisitetsnettet for årene 2019-2021, samt gjennomsnitt

År	Tap (%) av netto strømforbruk
2019	5,55 %
2020	5,02 %
2021	5,32 %
Gjennomsnitt (19-21)	5,30 %

I framskrivingen er det lagt til grunn et tap på nivå med gjennomsnittet i 2019-2021, dvs. 5,3 prosent.

2.2.3.2 Beregning av utslipp i scope 2 fra forbruk av fjernvarme

I GPC-tilnærmingen inngår direkte utslipp fra produksjon av fjernvarme i scope 1 i sub-sektoren *1.4 Energy Industries*. Det føres ingen indirekte utslipp fra fjernvarmeproduksjon i scope 2 for sub-sektoren *1.4 Energy Industries* selv om fjernvarmeproduksjonen medfører indirekte utslipp fra bruk av elektrisitet.

Indirekte utslipp fra forbruk av fjernvarme inngår i scope 2 i de sektorene hvor fjernvarme benyttes. De indirekte utslippene fra forbruk av fjernvarme omfatter både utslipp som skjer i Trondheim (dvs. de direkte utslippene fra produksjonen) og utslipp som skjer utenfor Trondheim (dvs. indirekte utslipp fra bruk av elektrisitet i produksjonen).⁵

De utslippene fra fjernvarmeproduksjon som skjer innenfor kommunegrensene inngår altså samtidig to steder i utslippsregnskapet. Ved summering av utslipp på tvers av sub-sektorer og scopes, må derfor utslippene i sub-sektoren *1.4 Energy industries* holdes utenfor, slik at man unngår dobbelttelling.

Forbruk av fjernvarme

Forbruket av fjernvarme er framskrevet på bakgrunn av forventet utvikling i produksjonen av fjernvarme, dvs. at forbruket alltid tilsvarer produksjonen. Totalforbruket av fjernvarme er fordelt på sektorer etter en fordelingsnøkkel som er hentet fra Trondheim kommunes tidligere rapportering etter GPC-protokollen. Fordelingsnøkkelen er basert på en fordeling som Trondheim har mottatt fra Statkraft Varme for 2019.

Det er ikke beregnet egne tall på tap i fjernvarmenettet. Siden forbruket i modellen tilsvarer produksjonen, inngår tap i fjernvarmenettet i scope 2-utslippene i de sektorene hvor fjernvarme forbrukes.

Utslippsfaktor for bruk av fjernvarme

Utslippsfaktoren for bruk av fjernvarme beregnes i modellen basert på utslippene fra produksjon av fjernvarme. Utslippsfaktoren reflekterer både de direkte utslippene ved produksjon av fjernvarme (utslipp fra avfallsforbrenning og forbrenning av andre brensler) og de indirekte utslippene fra bruk av elektrisitet i fjernvarmeproduksjonen.

Utslippsfaktoren for fjernvarme påvirkes av tiltak rettet mot avfallsforbrenning og annen fjernvarmeproduksjon, dvs. at tiltak som påvirker utslippene fra produksjon av fjernvarme har effekt på scope 2-utslippene i sektorer hvor det brukes fjernvarme.

Utslippsfaktorene for bruk av fjernvarme i referansebanen (middelverdien) i 2020 og 2030 framgår av Tabell 12.

⁵ Tap i elektrisitetsnettet i forbindelse med leveranse av elektrisitet til bruk i fjernvarmeproduksjonen er ikke reflektert i utslippsfaktoren.

Tabell 12: Utslippsfaktor for bruk av fjernvarme i referansebanen (middelverdi). Tonn CO₂-ekv. Per GWh.

Utslippsfaktor	2020	2030
Tonn CO ₂ -ekv. Per GWh	149	146

3 **Anbefalinger om bruk og tolkning**

Referansebaner 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 den sentrale antakelsen nettopp ikke kommer til å inntreffe. Det er verken sannsynlig eller ønskelig at nasjonal eller lokal klimapolitikk fryses på 2021-nivå.

Referansebaner 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 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 varierende presisjonsgrad. Resultatene bør tolkes deretter.

Man bør også unngå å sammenlikne referansebanen 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 den tiltakspakken 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 ofte være vanskelig å konkludere noe om årsak og virkning.

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

1. Beregne en *omtrentlig* trend i utslippene 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 et bedre perspektiv på framtidige utslippsutfordringer innenfor hver sektor og utslippskilde og tydeliggjøre hvor det vil være størst behov for tiltak og i hvilken størrelsesorden.
3. Gi en oversikt over mulige tiltak og en størrelsesorden for hvilken effekt tiltakene kan forventes å ha. Tiltaksanalysene gir et grunnlag for å vurdere hvor mange og hvor store tiltak som trengs for å nå kommunens klimamål.

Samtidig må man 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 stor betydning. Usikkerheten i både beregninger og grunnlagsdata samt nødvendige metodiske forenklinger gjør det risikabelt. I tillegg

er tallgrunnlaget i Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap fortsatt under utvikling og gjenstand for årlig revisjon som kan gi endringer både i utslippsnivå og trend.

Hvordan og hvor ofte man oppdaterer eller reviderer referansebanen vil avhenge av hvordan man ønsker å bruke den. Hvis man kun ønsker å se hvordan nye tiltak påvirker utslippene relativt til antakelsene som lå i den opprinnelige referansebanen med utgangspunkt i 2020, holder det å oppdatere sentrale antakelser som befolkningsvekst og økonomisk vekst med jevne mellomrom, samt å ta inn eventuelle revisjoner av Miljødirektoratets statistikk. Dette vil særlig være aktuelt hvis det har vært revisjoner i Miljødirektoratets statistikk som kan påvirke framskrevne trender. 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 et bedre bilde av 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 2022-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. Valg av tilnærming og antakelser samt den tekniske implementasjonen av referansebanemodellen er basert på 2020 som basisår og på de opplysningene som var tilgjengelige i september-november 2022. Å oppdatere referansebanen til å starte på et senere basisår og å bruke data for år etter 2020 som grunnlag for framskrivingene, vil derfor kreve mer enn bare mekanisk å fylle inn nye tall i modellen.

Bruken av resultatene for utslipp i scope 2 og scope 3 i GPC-tilnærmingen krever ekstra varsomhet. For det første er modellen vi har brukt en utslippsmodell, som i utgangspunktet ikke er beregnet på å framskrive forbruk av elektrisitet. Framskrivningene er derfor basert på ganske enkle antakelser. Andre analyser av framtidig kraftbehov, for eksempel NVEs kraftmarkedsanalyser (NVE, 2022) og Statnetts kraftmarkedsanalyser (Statnett, 2022a, 2022b) vil gi mer informasjon om generelle drivere for utviklingen i strømforbruket. For det andre påvirker valg av utslippsfaktor for elektrisitet i stor grad resultatene, og man vil derfor kunne komme fram til vesentlig andre resultater dersom man gjør andre antakelser om utslippsfaktoren. Det finnes ikke noe fasitsvar på hva som er riktig utslippsfaktor.

Resultatene for scope 2 og 3 kan brukes til å oppfylle kravene til rapportering etter GPC-protokollen, og til å vurdere måloppnåelse og behov for tiltak knyttet til målet om klimanøytralitet i Mission for Climate Neutral Cities. Resultatene av tiltaksanalysene kan også gi nyttig informasjon om hvordan gjennomføring av klimatiltak kan endre etterspørselen etter elektrisk kraft.

På grunn av de store usikkerhetene som ligger i beregningene av utslipp fra elektrisitet, bør man være forsiktige med å sammenlikne utslipp fra elektrisitetsbruk i scope 2 og 3 med utslipp i scope 1. Man bør også være forsiktige med å sammenlikne utslipp i scope 2 og 3 i Trondheim kommune med utslipp i andre kommuner eller andre deltakerbyer i Mission for Climate Neutral Cities fordi antakelser og systemgrenser (hvilke utslipp som er beregnet) kan variere mye mellom ulike kommuner/ byer.

Dersom man vil summere utslippene i GPC-tilnærmingen på tvers av scope og sektorer, bør man holde utslippene fra fjernvarmeproduksjon utenom. Dette skyldes at utslipp fra fjernvarme inngår både som utslipp fra produksjon av fjernvarme i scope 1 og som utslipp fra bruk av fjernvarme i forbrukssektorene i scope 2.

4

Overordna resultater

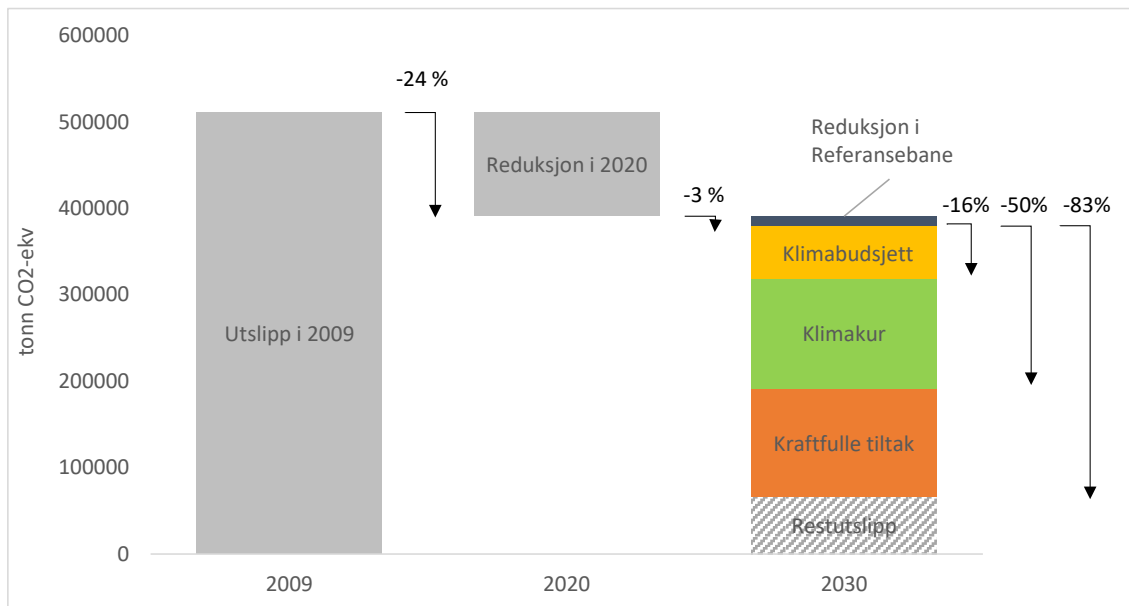
4.1 Overordna resultater for territoriell tilnærming (del 1)

4.1.1 Samlet utvikling i referansebanen

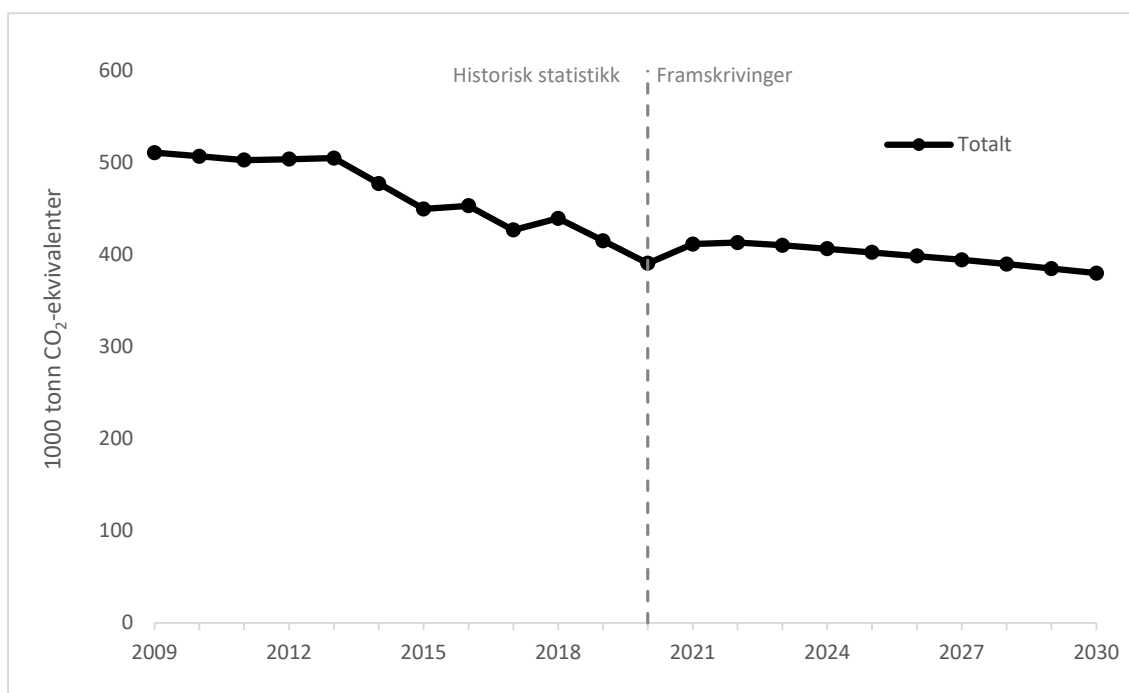
I referansebanen går utslippene ned med 3 prosent fra 2020 til 2030, fra 391 000 til 380 000 tonn CO₂-ekvivalenter, se Tabell 13. I forhold til tallene for 2009 går utslippene ned med 26 prosent i 2030. Utslippene i 2020 var betydelig lavere enn årene før, og dette er trolig en midlertid utslippsreduksjon knyttet til redusert aktivitet i COVID-perioden, se Figur 3.

Tabell 13: Samla utslipp i referansebanen og tiltakspakkene, i tonn CO₂-ekvivalenter. **Merk at statistikken for 2009 og 2020 svarer til tallene fra Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap pluss supplerende utslipp fra industri fra tilleggsinformasjonen, minus utslipp fra avfallsdeponigass.** Kolonnen «Prosent endring» angir prosentvis endring for statistikk i 2020 i forhold til statistikk i 2009 og prosentvis endring for referansebanen i 2030 i forhold til statistikk i 2020. Endringer i tiltakspakkene er angitt i forhold til referansebanen i 2030. Kolonnen «Endring 2009-2030» angir prosentvis endring for referansebanen og tiltakspakkene i 2030 i forhold til statistikk i 2009.

År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense	Endring 2009-2030
2009, Statistikk	511 187				
2020, Statistikk	391 024	-24 % (2009-2020)			
2030, Referansebane	380 076	-3 % (2020-2030)	308 146	447 323	-26 % (2009-2030)
2030, Klimabudsjett	318 782	-16 % (ift. Ref.bane 2030)	264 221	373 090	-38 % (2009-2030)
2030, Klimakur	191 606	-50 % (ift. Ref.bane 2030)	152 179	240 549	-63 % (2009-2030)
2030, Kraftfulle tiltak	66 087	-83 % (ift. Ref.bane 2030)	61 808	71 736	-87 % (2009-2030)



Figur 2: Samla klimagassutslipp i referansebanen. Informasjonen er den samme som i tabellen over, men med en grafisk framstilling av utslippsreduksjonene og de ulike referanseårene som er benyttet i tabellen.



Figur 3: Samla klimagassutslipp i referansebanen i Trondheim, historisk i Miljødirektoratets statistikk (pluss supplerende utslipp fra industri, minus utslipp fra avfallsdeponigass) og framskrevet til 2030. Middelverdi. I referansebanen går utslippene ned fra 391 tusen tonn CO₂-ekvivalenter i 2020 til 380 tusen tonn CO₂-ekvivalenter i 2030 for middelverdien.

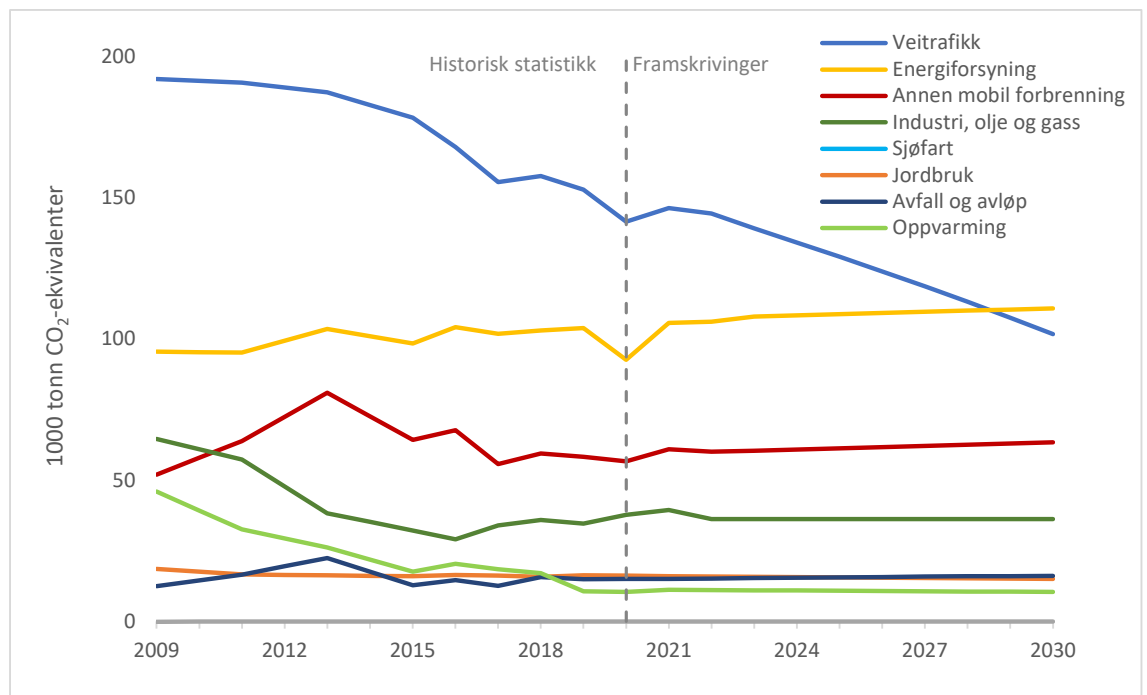
En stor del av utslippsreduksjonen fra 2009 til 2020 har skjedd i veitrafikken, og fortsatte reduksjoner i veitrafikken er hovedgrunnen til reduksjonen i framskrivingen fra 2020 til 2030, se Figur 4. Dette skyldes nesten utelukkende en økende andel nullutslippsbiler.

Det aller meste av reduksjonen kommer fra personbiler, samt et mindre bidrag fra varebiler, mens utslippene fra tunge kjøretøy går noe opp.

Energiforsyning er den nest største utslippssektoren i Trondheim. I denne sektoren har det vært en svak vekst i utslippene siden 2009, men en markant reduksjon i 2020. I framskrivingen fortsetter utslippene å vokse svakt fram mot 2030. Hovedårsaken til den historiske veksten har vært økt avfallsforbrenning tidlig i perioden, mens årsaken til veksten i framskrivingen fram mot 2030 er økt fjernvarmeproduksjon fra andre energikilder enn avfall.

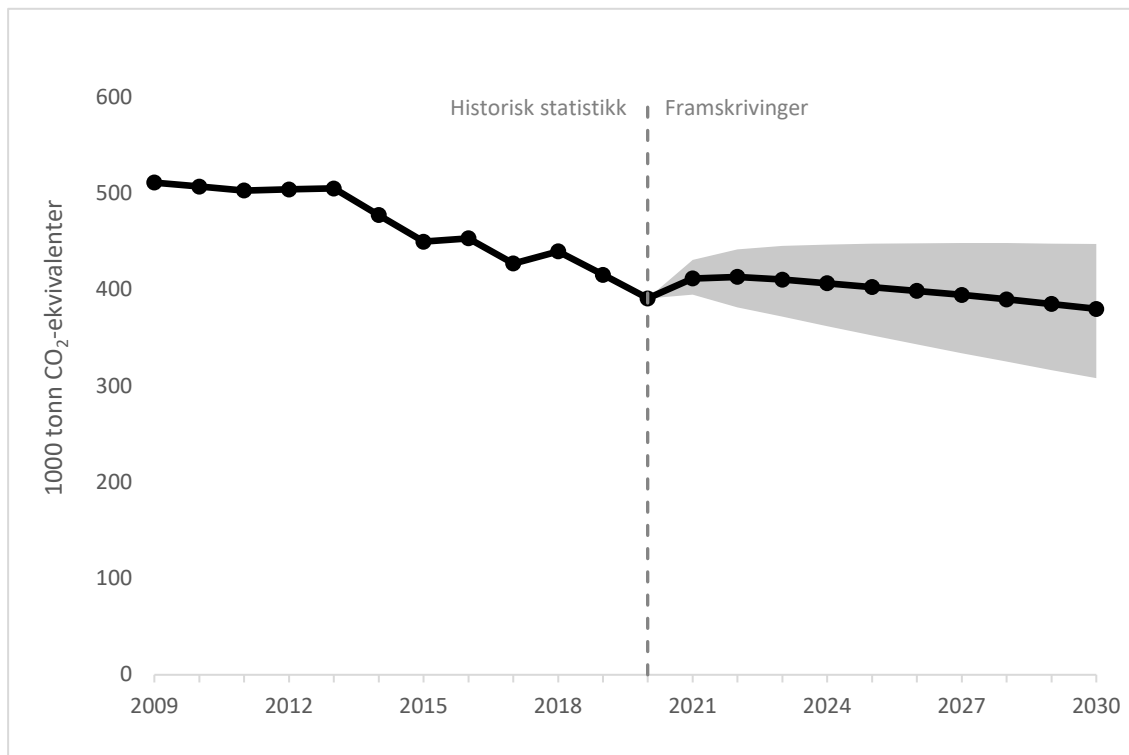
Annen mobil forbrenning er også en betydelig utslippssektor i Trondheim. I referansebanen øker utslippene moderat fra 2020 til 2030, men med et svært bredt usikkerhetsintervall fra 13 prosent reduksjon i nedre grense til en økning på 37 prosent i øvre grense. Økningen i sentralestimatet skyldes en forventet økning i sektoren Andre næringer, som er framskrevet med økonomisk vekst som hoveddriver.

I sektoren Industri, olje og gass forventes en svak reduksjon i utslipp, mens det forventes en svak økning i utslippene i Avfall og avløp fra 2020 til 2030. Også i Sjøfart øker utslippene i referansebanen fra 2020 til 2030. I Jordbruk forventes en svak reduksjon, mens utslippene er tilnærmet uendret i Oppvarming.



Figur 4: Klimagassutslipp i referansebanen for hver utslippssektor i Trondheim, historisk i Miljødirektoratets statistikk (pluss supplerende utslipp fra industri, minus utslipp fra avfallsdeponigass) og framskrevet til 2030. Middelverdi. Tusen tonn CO₂-ekvivalenter.

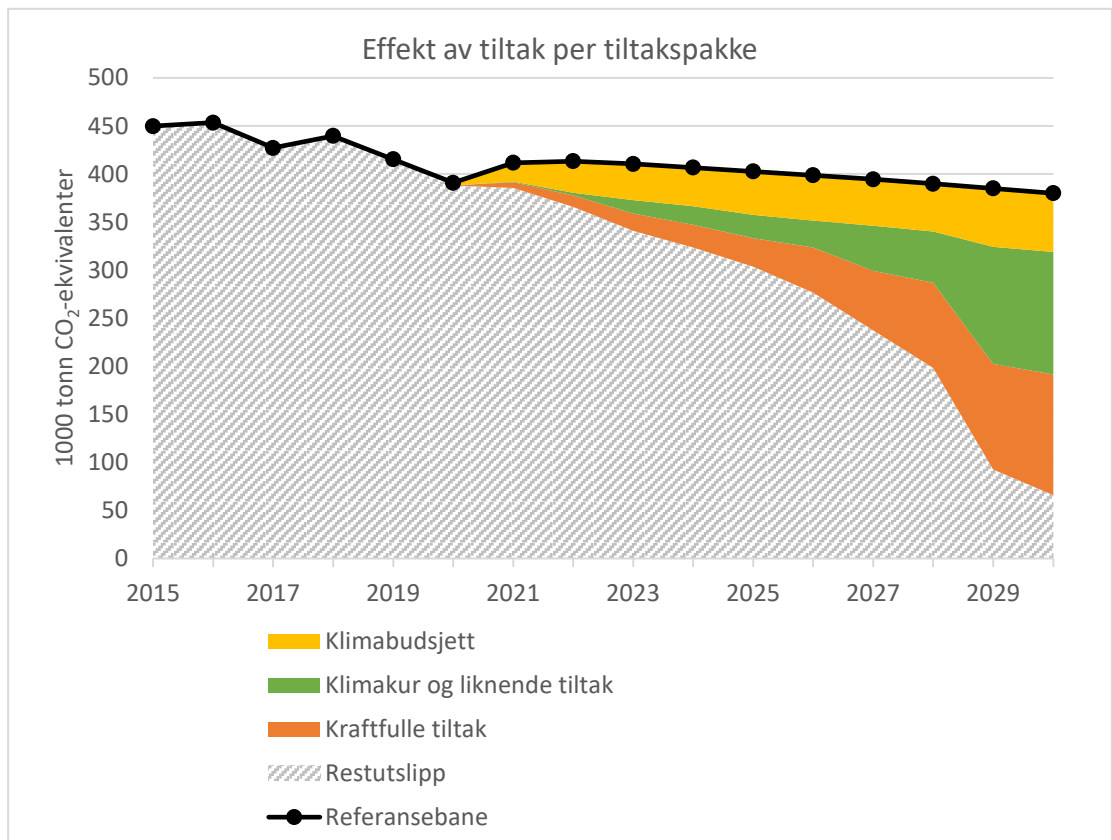
Usikkerheten i framskrivingene er betydelig. De usikkerhetene som er blitt kvantifisert, gir et usikkerhetsintervall for totale utslipp i 2030 fra 308 000 til 447 000 tonn CO₂-ekvivalenter (mot 380 000 tonn CO₂-ekvivalenter i middelverdien), se Figur 5. I tillegg er det mange kilder til ikke-kvantifiserbar usikkerhet, som uforutsette hendelser, uvisshet om framtidig teknologisk utvikling, markedsutvikling, store atferdsendringer og ukjente kilder til usikkerhet i de underliggende datakildene.



Figur 5: Samla klimagassutslipp i referansebanen i Trondheim, historisk i Miljødirektoratets statistikk og framskrevet til 2030. Middelerdi med usikkerhetsintervall (øvre og nedre grense). I referansebanen går utslippene ned fra 391 tusen tonn CO₂-ekvivalenter i 2020 til 380 tusen tonn CO₂-ekvivalenter i 2030 for middelerdien. Til sammenlikning går utslippene opp til 447 tusen tonn CO₂-ekvivalenter i 2030 for øvre grense og ned til 308 tusen tonn CO₂-ekvivalenter i 2030 for nedre grense.

4.1.2 Effekt av tiltak i tiltakspakkene

Vi anslår at tiltakene i de tre tiltakspakkene gir en utslippsreduksjon i 2030 på 83 prosent under referansebanen for 2030, som tilsvarer 87 prosent reduksjon i forhold til 2009-nivå. Tiltakene kan dermed overoppfylle målet om 80 prosent reduksjon i utslippene innenfor Trondheim kommunes grenser i forhold til 2009-nivå, men dette forutsetter at de fleste av de utfordrende tiltakene i tiltakspakke 3 gjennomføres. Det er dermed ikke rom for å velge bort tiltak i særlig grad uten å finne alternative tiltak med nesten like stor effekt, særlig ikke når man tar høyde for at det er betydelig usikkerhet i anslagene.



Figur 6: Samlet effekt av tiltak i hver av de tre tiltakspakkene. Tusen tonn CO₂-ekvivalenter.

Tiltakspakke 1, det vil si tiltakene i Trondheim kommunes klimabudsjett, er beregnet å gi en utslippsreduksjon på 16 prosent i 2030 sammenliknet med referansebanen. Tiltakspakke 1 og 2 er til sammen beregnet å gi en utslippsreduksjon i 2030 på 50 prosent sammenliknet med referansebanen.

Som det kan sees av figur 6, kommer en god del av virkningen av tiltakene ikke før mot slutten av perioden, i 2027-2029. Dette skyldes at noen av de største enkelttiltakene først kan gjennomføres nærmere 2030. CCS på avfallsforbrenningsanlegget på Heimdal er det enkelttiltaket som har størst effekt, og dette er antatt gjennomført fra 2029. Dette betyr imidlertid *ikke* at den tyngste innsatsen starter først på slutten av 2020-tallet. Tiltakene får effekt sent i perioden nettopp fordi de krever lang forberedelsestid. Arbeidet med å planlegge, bygge opp støtte for, og sikre finansiering av tiltakene må begynne snarest for at tiltakene skal få forventet effekt innen 2030.

Utslippskuttene fordeler seg på tiltakspakkene som følger (tabellene viser tiltakseffekt i 2030 sammenliknet med referansebanen):

Tiltakspakke 1

Tiltakspakke		1 - Klimabudsjett
Nr.	Tiltaksnavn	Tiltakseffekt i 2030 (1000 tonn CO ₂ -ekv.)
T1.0	Fossilfri kollektivtrafikk (buss) - 100 % nullutslipps bybusser fra 2029	9,4
T1.1	Raskere utskifting til nullutslipps-personbiler	5,8
T1.2	Utfasing av fossile drivstoff i kommunens kjøretøypark	1,3
T1.4	Tilrettelegging for utslippsfri drosje innen 2025	2,4
T1.5	Nullvekst i personbiltrafikk	2,7
E1.1	Utfasing av fossil olje og gass fra fjernvarmeforsyning	25,1
AT1.1	Fossil- og utslippsfrie bygge- og anleggsplass i kommunens egne investeringsprosjekter	5,1
AT1.2	Fossil- og utslippsfrie anleggsplasser i Miljøpakkens prosjekter	1,9
S1.1	Fossilfri kollektiv (båt)	2,6
S1.2	Landstrøm	5,1
SUM TILTAKSPAKKE 1		61,3

Tiltakspakke 1 består av tiltak i Trondheim kommunes klimabudsjett. Dette er tiltak som kommunen i stor grad har mulighet og myndighet til å gjennomføre. Det tiltaket som har størst effekt er utfasing av fossil olje og gass i fjernvarmeforsyningen. Dette tiltaket forutsetter at Statkraft Varme gjennomfører eksisterende plan for utfasing.

Tiltakspakke 2

Tiltakspakke		2 - Klimakur 2030 og liknende tiltak
Nr.	Tiltaksnavn	Tiltakseffekt i 2030 (1000 tonn CO ₂ -ekv.)
T2.1	Forbedret logistikk for varebiltransport	0,9
T2.2	Forbedret logistikk og økt effektivisering av lastebiler	3,6
T2.3/T2.4	Nullutslipps varebiler	2,2
T.2.5	50 % av nye lastebiler er nullutslipp i 2030	0,3
T2.6	75 % av nye langdistansebusser er nullutslipp i 2030	2,5
T2.7	Økt omsetningskrav for biodrivstoff i veitransport	3,0
E2.1	Økt utsortering av plastavfall til materialgjenvinning	5,7
E2.2	CCS på avfallsforbrenning	62,8
AT2.1	Omsetningskrav for biodiesel i ikke-veigående maskiner fra 2023	4,7
AT2.2	70 % av nye ikke-veigående maskiner utslippsfrie innen 2030	10,2
I2.1	Elektrifisering ved Rockwool Trondheim	15,5
S2.1	Omsetningskrav for biodrivstoff i skipsfart	2,7
S2.2	Elektrifisering av Vanvikan-sambandet	0,8
S2.3	Hybrid drift for hurtigbåtsambandene til Brekstad og Kristiansund	1,0
S2.4	Utbygging av landstrøm for cruiseskip	3,0
S2.5	Utbygging av landstrøm for gods- og tankskip	2,2
O2.1	Utfasing av gass til byggvarme på byggeplasser	2,1
O2.2	Erstatte gassbruk til permanent oppvarming av bygg	4,0
SUM TILTAKSPAKKE 2		127,2

Denne tiltakspakken er basert på Klimakur 2030 og enkelte tiltaket som er utredet i andre sammenhenger. Mange av disse tiltakene vil kreve vedtak og virkemidler på nasjonalt nivå. Kommunen kan likevel bidra til å utløse tiltakene, for eksempel gjennom å insentivere til innkjøp av nullutslipps kjøretøy gjennom differensierte bompenger, parkeringsbestemmelser og andre insentiver. Kommunen kan også utløse deler av logistikk-tiltakene gjennom tilrettelegging for mer effektiv logistikk (e.g. samlastingsentraler, bylogistikkplaner) og logistikkoptimalisering ved innkjøp (e.g. kravstilling til massetransport i bygg- og anlegg, bedre planlegging ved innkjøp). Konstruktiv dialog med nasjonale myndigheter og stortingsrepresentanter vil også kunne bidra. For sjøfart er det kun S2.1 (omsetningskrav for biodrivstoff) som krever statlige vedtak. S2.2 og S2.3 (elektrifisering/hybridrift for hurtigbåtsamband) krever samarbeid med fylkeskommunen og AtB, men vil sannsynligvis i stor grad oppfylles av allerede gjennomførte anskaffelser. S2.4 og S2.5 (landstrøm) ligger innenfor kommunens myndighetsområde som havneeier, men krever samarbeid med nettselskap, og kan trenge drahjelp fra EU-direktiver eller statlige forskrifter for å sikre at et tilstrekkelig antall skip støtter landstrøm (se 7.6.4). For energiforsyning er det vedtatt en nasjonal forskrift som ligger til grunn for tiltak E2.1. økt utsortering av plastavfall. Gjennomføring av tiltaket vil likevel være avhengig av at kommunen følger opp forskriftskravet ved å legge til rette for kildesortering.

CCS på avfallsforbrenningsanlegget på Heimdal er det tiltaket som har klart størst effekt. Statkraft Varme arbeider for tida med en mulighetsstudie som trolig vil gi mer klarhet i hva som er et realistisk tidsperspektiv for dette tiltaket, og hvilke rammebetingelser som trengs for å gjennomføre det.

Tiltakspakke 3

Tiltakspakke		3 - Kraftfulle tiltak
Nr.	Tiltaksnavn	Tiltakseffekt i 2030 (1000 tonn CO ₂ -ekv.)
T3.1	Nullutslippssone for personbiler i hele Trondheim	23,5
T3.2	Nullutslippssone for varebiler i hele Trondheim	10,5
T3.3	Nullutslippssone for tunge kjøretøy i hele Trondheim	27,6
T3.4	Nullutslippssone for busser i hele Trondheim	6,0
AT3.1	100 % av alle ikke-veigående maskiner er utslippsfrie innen 2030	40,9
I3.1	Full utfasing av fossil energibruk i industrien	13,5
S3.1	Nullutslipp for AtBs ferger og passasjerbåter	2,0
S3.2	Påbud om landstrøm og batteridrift for alle cruiseskip, godsskip og tankere	1,6
SUM TILTAKSPAKKE 3		125,5

Mange av tiltakene i tiltakspakke 3 har stor effekt, men er også vesentlig mer utfordrende å gjennomføre enn tiltakene i tiltakspakke 1 og 2.

Så godt som alle tiltakene i denne tiltakspakken ligger utenfor hva kommunen har hjemmel til å innføre på egen hånd. Å etablere nullutslippssone for de fleste typer trafikk i hele kommunen vil nesten sikkert kreve en egen statlig forskrift. Full utfasing av fossil energibruk i industrien vil også kreve sterke virkemidler, for eksempel forbud, noe som trolig vil måtte gjennomføres på nasjonalt nivå.

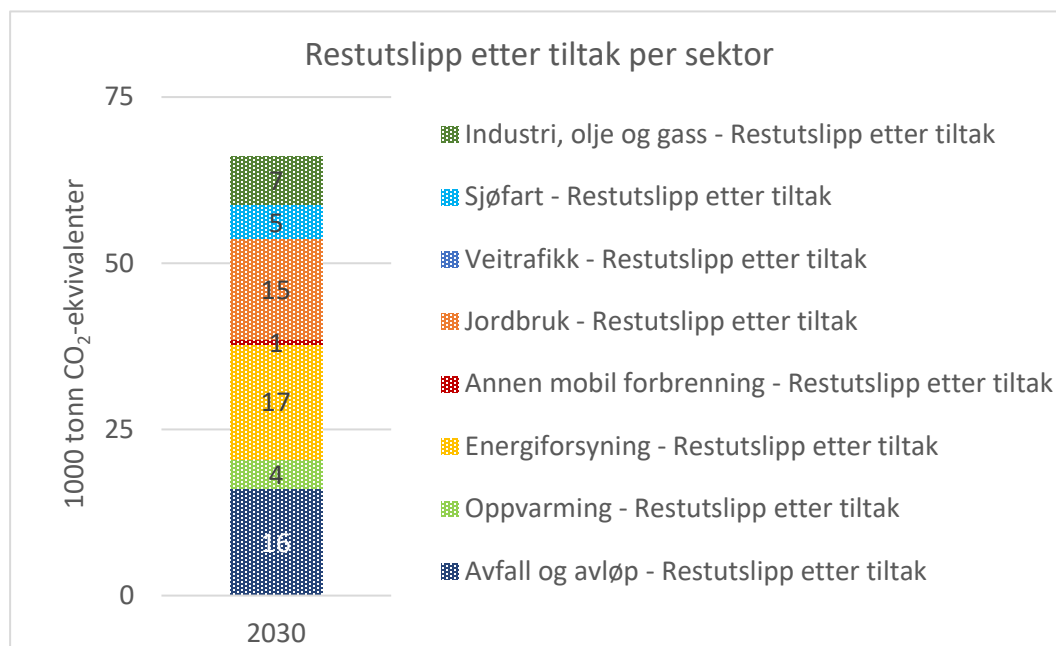
Kommunen kan likevel være både pådriver og bidragsyter for alle tiltakene. Selv om nullutslippssonene nesten sikkert vil kreve statlige vedtak eller forskriftsendringer, vil dette neppe skje uten at kommunen tar initiativ til det. Kommunen må også ha en konstruktiv og proaktiv dialog med industrivirksomhetene og rederiene for å påvirke dem til å gjøre det arbeidet som trengs for å utrede og planlegge gjennomføring av tiltakene. Kommunen kan også hjelpe til, og koordinere arbeid for å sikre finansiering til tiltak, enten fra statlige kilder eller fra ordninger gjennom EU. Blant annet har EU signalisert villighet til å gi støtte til lavutslippsløsninger i shipping som del av EUs «Green Deal», som det kan være aktuelt å arbeide for.

4.1.3 Restutslipp etter tiltak

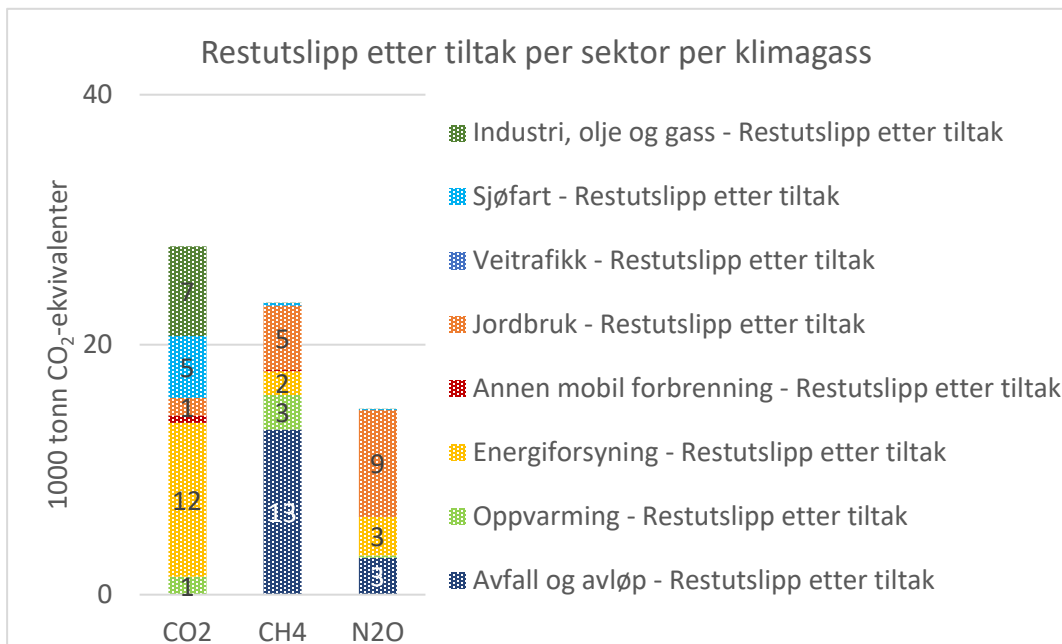
Selv etter at alle analyserte tiltak er gjennomført, anslås det at det vil gjenstå om lag 66 tusen tonn CO₂-ekvivalenter i 2030, ca. 13 prosent av 2009-utslippene eller 17 prosent av utslippene i referansebanen for 2030. Disse er utslipp som er vanskelige å fjerne. De største bidragene kommer fra CH₄- og N₂O-utslipp i jordbruk og fra avfall og avløp som det ikke finnes noen god løsning for å redusere i særlig grad, samt restutslipp av CO₂ etter karbonfangst i avfallsforbrenning. Det er også små bidrag fra industri og sjøfart, og fra vedfyring og «Annet» under oppvarming.

«Restutslipp» omfatter her alle utslipp av CH₄, N₂O og fossilt CO₂. Mye av de gjenstående utslippene er CH₄ og N₂O fra ikke-fossile kilder som er vanskelige å eliminere, eller fra biodrivstoff og bioenergi som erstatter fossile brensler. Gjenstående fossile CO₂-utslipp utgjør 42 prosent av restutslippene (28 tusen tonn CO₂-ekvivalenter). De gjenværende fossile CO₂-utslippene kommer fra enkelte utslipp fra sjøfart som ikke fjernes av tiltak, den andelen av CO₂ fra avfallsforbrenning som ikke fanges opp av karbonfangst, samt prosessutslipp og enkelte kvotepliktige utslipp fra energibruk i industrien.

Se figur 7 og figur 8 for en oversikt over restutslipp per år og per sektor i 2030, etter at alle tiltak er gjennomført.



Figur 7: Restutslipp per år etter at alle analyserte tiltak er gjennomført. Tusen tonn CO₂-ekvivalenter.



Figur 8: Restutslipp i 2030 etter at alle tiltak er gjennomført. Tusen tonn CO₂-ekvivalenter.

Restutslippene i hver sektor kommer hovedsakelig fra følgende kilder: **Energiforsyning:** Andelen CO₂ som ikke fanges ved karbonfangst på avfallsforbrenning, samt små utslipp fra fossil energi og bioenergi i annen fjernvarmeproduksjon. **Avfall og avløp:** Ingen tiltak, utslipp er lik referansebanen (kun biogene utslipp). I tillegg til kildene nevnt over, er det små restutslipp av CH₄ og N₂O fra ikke-fossile kilder. **Jordbruk:** Ingen tiltak, utslipp er lik referansebanen. **Industri, olje og gass:** Prosessutslipp ved Rockwool Trondheim, samt enkelte utslipp fra energibruk ved Rockwool Trondheim og Ranheim Paper & Board. **Sjøfart:** Innseiling på dieseldrift av hybridelektriske skip, Hurtigrutens skip (statlig kontrakt til 2030), antatt nedetid på landstrømanlegg, samt fiskefartøy og enkelte spesialfartøy som ikke treffes av tiltak. **Oppvarming:** Vedfyring, og kategorien «Annet», som ikke omfattes av noen tiltak.

4.2 Overordna resultat for GPC-tilnærmingen (del 2)

I presentasjonen av resultater i GPC-tilnærmingen fokuserer vi på resultatene for utslippene i scope 2 og 3. Resultatene i scope 1 er presentert i figurer og tabeller i dette kapittelet, men er ikke beskrevet nærmere.

Følgende utslipp inngår i hvert scope i dette kapittelet: I scope 1 inngår i utgangspunktet de samme utslippene som i den territoriale tilnærmingen, jf. kapittel 4.1. Se imidlertid presiseringer om utslipp fra fjernvarmeproduksjon i neste avsnitt. I scope 2 inngår utslipp fra bruk av elektrisitet og fjernvarme i kommunen. I scope 3 inngår utslipp fra tap i elektrisitetsnettet. GPC-metodikken, GPC-sektorer og scope er nærmere omtalt i kapittel 2.2.

Territorielle utslipp fra produksjon av fjernvarme er ført i scope 1 i sub-sektoren *1.4 Energy industries*. Indirekte utslipp fra forbruk av fjernvarme er ført i scope 2 i de sub-sektorene av sektoren *Stationary energy* hvor fjernvarme brukes. Dette er i praksis de samme utslippene. For å unngå dobbelttelling er utslipp fra produksjon av fjernvarme presentert på følgende måte i dette kapittelet: I figurene er utslipp fra fjernvarmeproduksjon tatt ut av scope 1. I tabellene er utslipp fra fjernvarmeproduksjon presentert i kursiv, og inngår ikke i total-utslippene for sektoren *Stationary energy*.

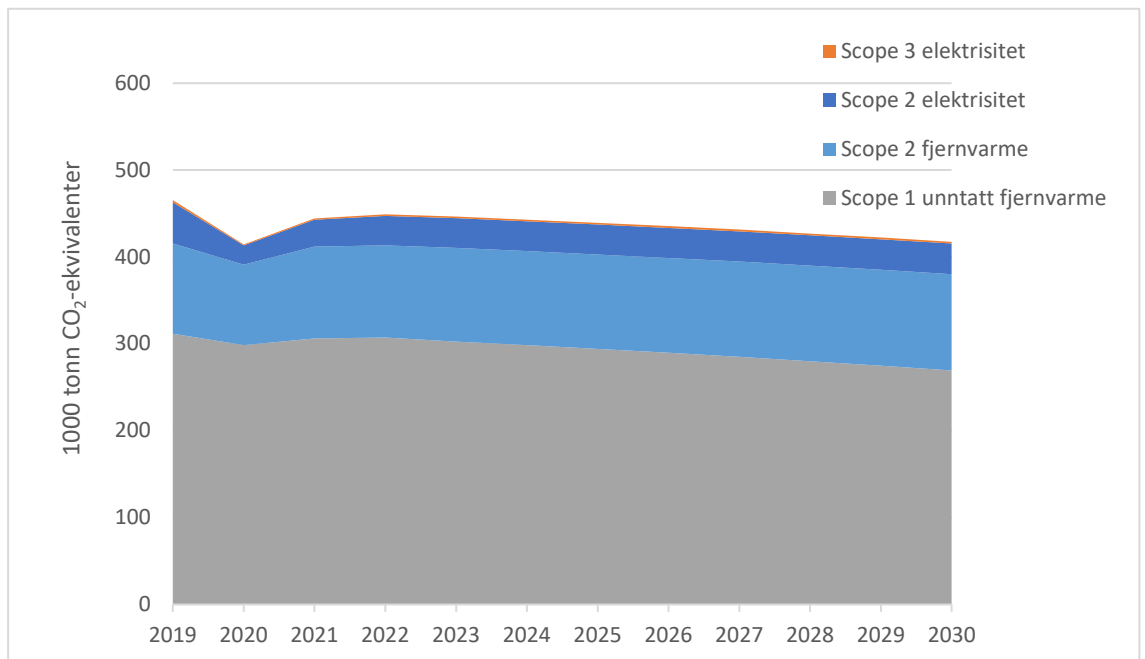
Scope 2 inneholder altså både utslipp som finner sted i Trondheim og utslipp som finner sted utenfor Trondheim. For å synliggjøre denne forskjellen, er scope 2-utslippene i enkelte figurer delt inn i «scope 2 fjernvarme», som er utslippene i Trondheim, og «scope 2 elektrisitet», som er utslipp som finner sted utenfor Trondheim. Indirekte utslipp fra bruk av elektrisitet i produksjonen av fjernvarme inngår i «scope 2 elektrisitet»⁶.

4.2.1 Utvikling i referansebanen for GPC-tilnærmingen

Figur 9 viser utslippsutviklingen i referansebanen for alle tre scope. «Scope 1 unntatt fjernvarme» og «Scope 2 fjernvarme» utgjør til sammen de territoriale utslippene, som er omtalt i kapittel 4.1. «Scope 2 elektrisitet» og «Scope 3 elektrisitet» er utslipp som finner sted utenfor Trondheim kommune.

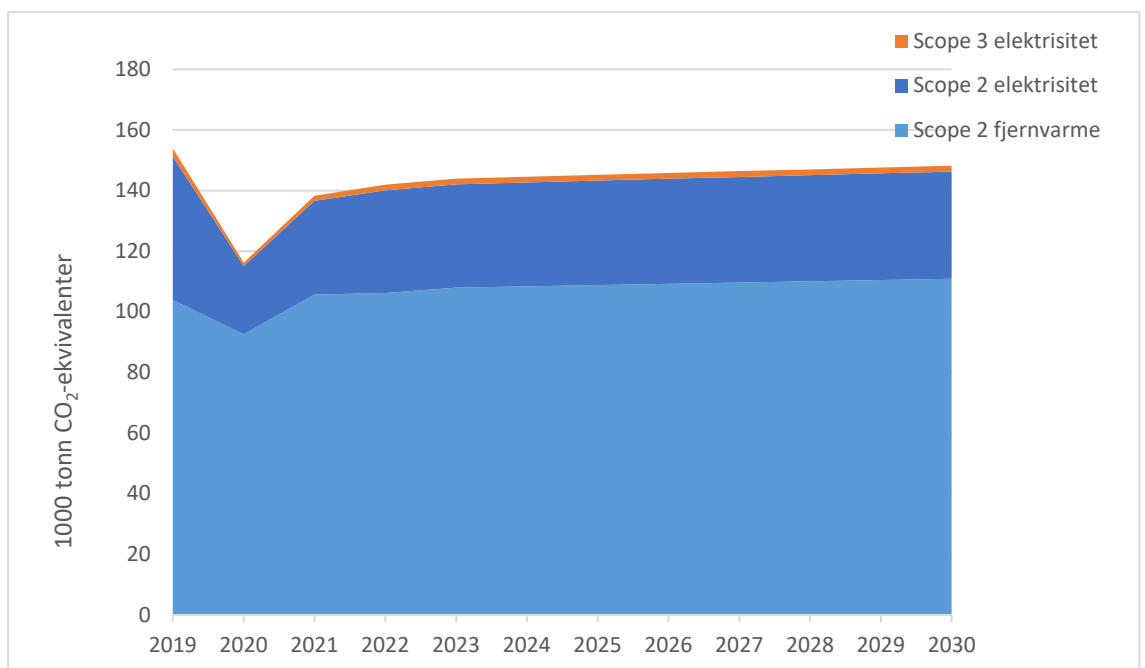
Det framgår av Figur 9 at de territoriale utslippene er betydelig større enn utslippene i «Scope 2 elektrisitet» og scope 3. Vi understreker imidlertid at resultatene for «scope 2 elektrisitet» og scope 3 er svært avhengige av hvilke forutsetninger og avgrensinger som er gjort, og at man derfor bør være varsomme med en direkte sammenlikning mellom utslipp i scope 1 og scope 2 fjernvarme på den ene siden og utslipp i scope 2 elektrisitet og scope 3 på den andre siden. Både for scope 2 elektrisitet og scope 3 er valg av utslippsfaktor for elektrisitet av stor betydning for resultatet. For scope 3 har det også stor betydning hvilke utslipp som har blitt (eventuelt ikke har blitt) kvantifiserte.

⁶ Ved beregning av scope 2-utslipp fra bruk av fjernvarme i modellen, brukes en utslippsfaktor som er beskrevet i kap. 2.2.3.2. Indirekte utslipp fra bruk av elektrisitet i fjernvarmeproduksjonen inngår i denne utslippsfaktoren. Når utslipp fra bruk av fjernvarme regnes ut ved hjelp av utslippsfaktoren vil altså indirekte utslipp fra bruk av elektrisitet inngå. I dette kapittelet har vi imidlertid valgt en framstilling hvor indirekte utslipp fra bruk av elektrisitetsproduksjonen inngår i «scope 2 elektrisitet» og ikke i «scope 2 fjernvarme». Dette er gjort fordi hensikten med dette skillet er å synliggjøre hvilke utslipp som skjer i Trondheim og hvilke som skjer utenfor Trondheim.



Figur 9: Utslipp per scope for alle tre scope, hvor produksjon av fjernvarme er trukket ut av scope 1 for å unngå dobbelttelling av utslipp fra produksjon og bruk av fjernvarme. Tusen tonn CO₂-ekvivalenter

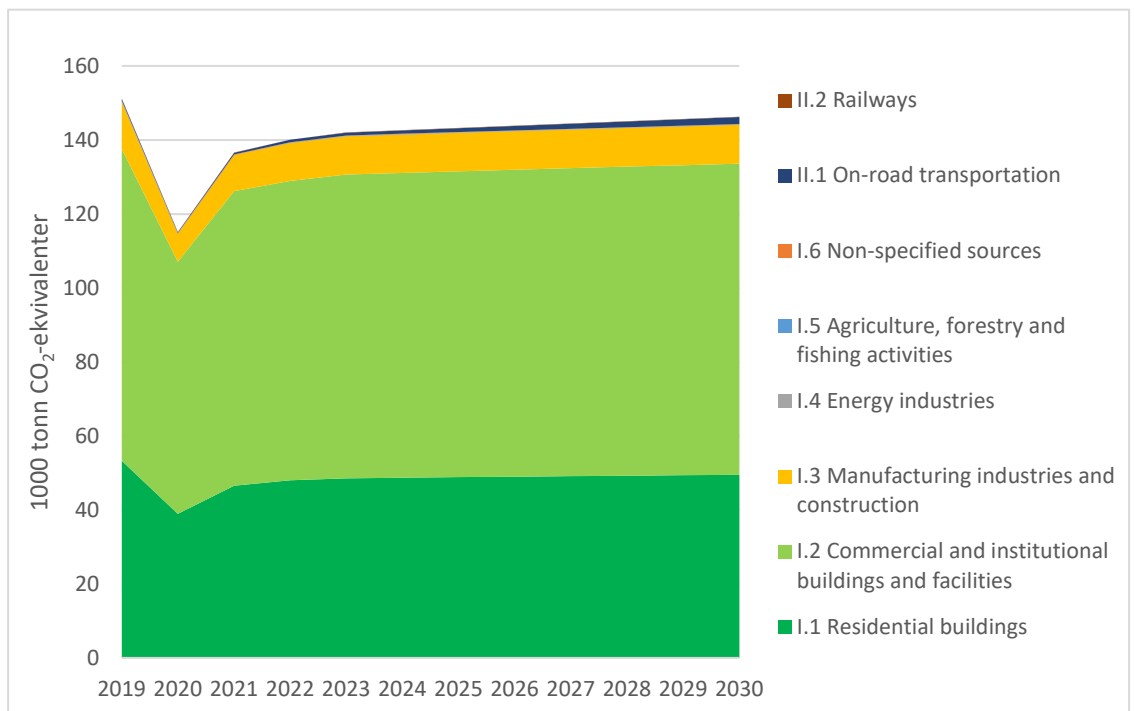
Figur 10 viser utslippsutviklingen i referansebanen fordelt på scope 2 og 3. I referansebanen øker utslippene svakt fram mot 2030. Dette skyldes i all hovedsak økt forbruk av fjernvarme. Det er også en svak økning i forbruket av elektrisitet.



Figur 10: Utslipp per scope i scope 2 og 3 i referansebanen. Tusen tonn CO₂-ekvivalenter.

Figur 11 viser utslippene i scope 2 i referansebanen fordelt på sektorer. Sub-sektorene *I.1 Residential buildings* og *I.2 Commercial and institutional buildings and facilities* står for over 90 prosent av utslippene. Som vist i Figur 10, er en stor del av utslippene i scope 2 utslipp fra bruk av fjernvarme, og fjernvarmen brukes hovedsakelig i disse to sektorene. I tillegg er dette de sektorene som har størst elektrisitetsforbruk.

Sektoren *II Transportation* har den største prosentvise endringen i utslippene i referansebanen, se Tabell14. Utslippene i denne sektoren starter på et lavt nivå, og elektrifisering medfører økte utslipp i scope 2 og 3. Det er særlig i veitrafikk at det er en stor økning, men også i sjøfart øker utslippene. For jernbane er det tilsynelatende en økning, men dette skyldes utelukkende at elforbruket er framskrevet som konstant på gjennomsnittet av 2019 og 2020, men hvor elforbruket i 2020 lå lavere enn snittet.



Figur 11: Utslipp per sektor i scope 2 i referansebanen. Tusen tonn CO₂-ekvivalenter.

Utslippene per sektor og per scope framgår i mer detalj av Tabell14 og Tabell 15 nedenfor. Tabell 14 viser utslipp per scope fordelt på hovedsektorene i GPC-tilnærmingen. Tabell 15 viser utslipp per scope fordelt på sub-sektorer.

Utslipp fra sub-sektor *III.1 Solid waste disposal* (Avfallsdeponigass) er ikke inkludert i disse resultatene. Videre er produksjon av fjernvarme (sub-sektor *I.4 Energy industries*) trukket ut av sektor *I Stationary energy* og presentert separat (i kursiv) for å unngå dobbelttelling av utslipp fra produksjon av fjernvarme i scope 1 og bruk av den samme fjernvarmen i scope 2. Utslipp fra sub-sektor *I.6 Non-specified sources* er utslipp fra bruk av fjernvarme til kunder/næringer som ikke er spesifisert i underlaget fra Statkraft Varme⁷.

⁷ Fordelingsnøkkelen for bruk av fjernvarme er basert på en fordeling som Trondheim har mottatt fra Statkraft Varme for 2019

Tabell 14: Utslipp i referansebanen i 2020 og 2030 per sektor og per scope i GPC-tilnærmingen. Tonn CO₂-ekvivalenter og prosentvis endring fra 2020 til 2030. Utslipp fra sub-sektor *III.1 Solid waste disposal* (Avfallsdeponigass) er ikke inkludert. Produksjon av fjernvarme (sub-sektor *I.4 Energy industries*) er ikke inkludert i sektor I Stationary energy.

	2020			2030			Prosentvis endring 2020-2030		
	Scope 1	Scope 2	Scope 3	Scope 1	Scope 2	Scope 3	Scope 1	Scope 2	Scope 3
I Stationary energy unntatt I.4	96 533	114 849	1 145	102 110	144 362	1 821	6 %	26 %	59 %
I.4 Energy industries	92 633			110 878			20 %		
II Transportation	168 241	260	14	133744	1907	107	-21 %	634 %	677 %
III Waste	15 026	0	0	16 160	0	0	8 %		
IV IPPU	2 256	0	0	2 072	0	0	-8 %		
V AFOLU	16 201	0	0	15 113	0	0	-7 %		
Sum per scope per år unntatt I.4	298 256	115 109	1 159	269199	146268	1927	-10 %	27 %	66 %

Tabell 15: Utslipp i referansebanen i 2020 og 2030 per sub-sektor og per scope i GPC-tilnærmingen. Tonn CO₂-ekvivalenter og prosentvis endring fra 2020 til 2030. Utslipp fra sub-sektor *III.1 Solid waste disposal* (Avfallsdeponigass) er ikke inkludert. Produksjon av fjernvarme er trukket ut av summen for sektor I Stationary energy for å unngå dobbelttelling av utslipp fra produksjon av fjernvarme i scope 1 for sub-sektor I.4, og bruk av den samme fjernvarmen i scope 2 for sub-sektor I.1, I.2, I.3 og I.6.

	2020		2030		Prosentvis endring 2020-2030
	2020	2030	2020	2030	2020-2030
I Stationary energy unntatt I.4	212 526	248 292			17 %
I.1 Residential buildings	42 952	53 334			24 %
Scope1	3 453	2 946			-15 %
Scope2	38 948	49 531			27 %
Scope3	551	857			55 %
I.2 Commercial and institutional buildings and facilities	71 778	88 117			23 %
Scope1	3 283	3 437			5 %
Scope2	68 130	84 086			23 %
Scope3	365	594			63 %
I.3 Manufacturing industries and construction	93 358	102 225			9 %
Scope1	85 510	91 311			7 %
Scope2	7 623	10 549			38 %
Scope3	226	365			62 %
<u>I.4 Energy industries</u>	<u>92 633</u>	<u>110 878</u>			<u>20 %</u>
Scope1	92 633	110 878			20 %
Scope2	-	-			
Scope3	-	-			
I.5 Agriculture, forestry and fishing activities	4 344	4 504			4 %
Scope1	4 286	4 415			3 %
Scope2	55	84			54 %
Scope3	3	5			63 %
I.6 Non-specified sources	93	112			20 %
Scope1	-	-			
Scope2	93	112			20 %
Scope3	-	-			

	2020	2030	Prosentvis endring 2020-2030
II Transportation	168 514	135 757	-19 %
II.1 On-road transportation	141 852	103 688	-27%
Scope1	141 610	101 730	-28 %
Scope2	230	1 854	706 %
Scope3	12	104	754 %
II.2 Railways	31	55	78 %
Scope1	-	-	
Scope2	30	53	77 %
Scope3	2	3	88 %
II.3 Waterborne navigation	20 458	26 137	28 %
Scope1	20 458	26 137	28 %
Scope2	-	-	
Scope3	-	-	
II.4 Aviation	3	4	56 %
Scope1	3	4	56 %
Scope2	-	-	
Scope3	-	-	
II.5 Off-road	6 170	5 872	-5 %
Scope1	6 170	5 872	-5 %
Scope2	-	-	
Scope3	-	-	
III Waste	15 026	16 160	8 %
III.2 Biological treatment of waste	3 125	3 299	6 %
Scope1	3 125	3 299	6 %
Scope2	-	-	
Scope3	-	-	
III.4 Wastewater treatment and discharge	11 901	12 860	8 %
Scope1	11 901	12 860	8 %
Scope2	-	-	
Scope3	-	-	
IV IPPU	2 256	2 072	-8 %
IV.1 Industrial processes	2 256	2 072	-8 %
Scope1	2 256	2 072	-8 %
Scope2	-	-	
Scope3	-	-	
V AFOLU	16 201	15 113	-7 %
V.1 Livestock	5 031	3 906	-22 %
Scope1	5 031	3 906	-22 %
Scope2	-	-	
Scope3	-	-	
V.2 Land	3 490	2 910	-17 %
Scope1	3 490	2 910	-17 %
Scope2	-	-	
Scope3	-	-	
V.3 Other AFOLU	7 680	8 297	8 %
Scope1	7 680	8 297	8 %
Scope2	-	-	
Scope3	-	-	

4.2.2 Effekt av tiltak i GPC-tilnærmingen

I kapittel 4.1.2 er det presentert tiltak som kan redusere de territorielle utslippene. Mange av disse tiltakene påvirker også utslippene i scope 2 og 3. I dette delkapittelet presenter vi effektene i scope 2 og 3 av de samme tiltakene som er presentert tidligere i rapporten.

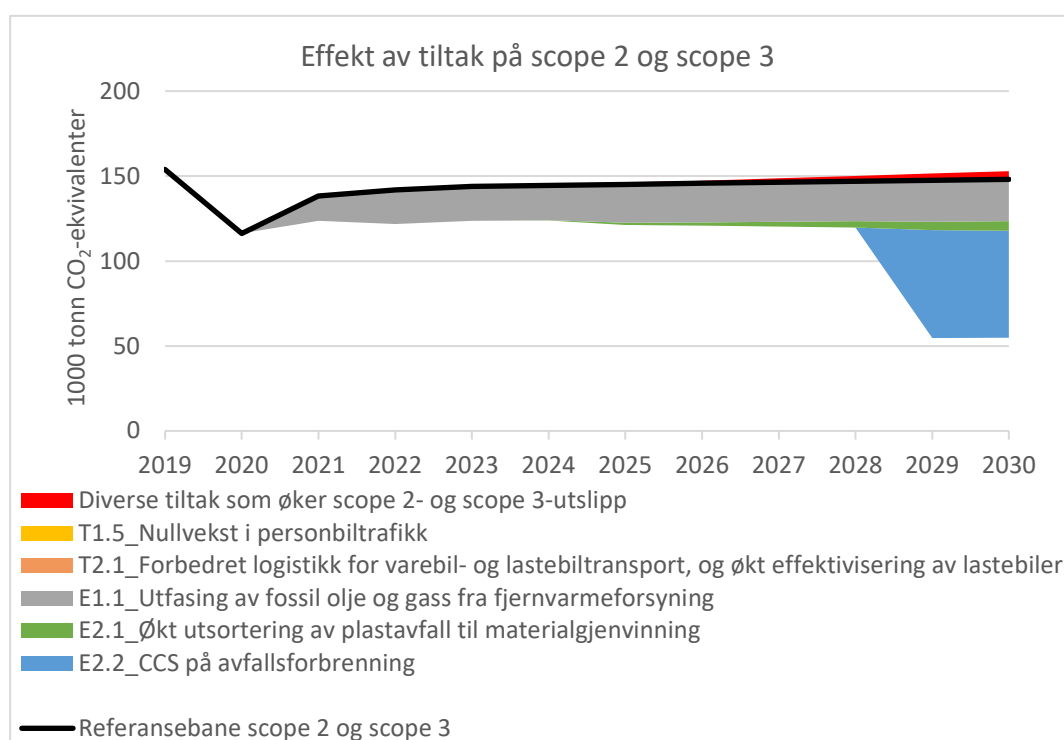
Effektene i scope 2 og 3 kan deles inn i tre kategorier:

For det første er det en del tiltak som at fossile brenslers/drivstoff erstattes med elektrisitet. Økt elektrisitetsforbruk medfører økte utslipp i scope 2 og scope 3. Samlet effekt av tiltak som øker scope 2- og scope 3-utslippene er beskjeden sammenliknet med utslipp i referansebanen, som vist i Figur 12 (se «Diverse tiltak som øker scope 2- og scope 3-utslipp»). Økningen i de indirekte utslippene for disse tiltakene er også liten sammenliknet med reduksjonen i direkte utslipp som oppnås gjennom tiltakene (som presentert i kapittel 4.1.2).

For det andre er det enkelte tiltak i transportsektoren som medfører redusert transportarbeid. Disse tiltakene reduserer bruken av både kjøretøy som bruker fossile drivstoff og elektriske kjøretøy. Redusert kjøring med elektriske kjøretøy gir reduserte utslipp i scope 2 og 3 (Tiltak T1.5 og T2.1).

For det tredje vil tiltakene i energiforsyningssektoren medføre reduserte utslipp fra produksjon av fjernvarme. Utslippene fra bruk av fjernvarme reflekterer utslippene fra produksjonen. Tiltakene i energiforsyningssektoren reduserer derfor utslippene i scope 2 knyttet til bruk av fjernvarme (Tiltak E1.1, E2.1 og E2.2).

Figur 12 viser den samlede effekten i scope 2 og 3 av tiltakene, sammenliknet med referansebanen. Figuren viser hver for seg de fem tiltakene som bidrar til reduserte utslipp i scope 2 og 3 (hvorav to knapt er synlige i figuren), og samlet de tiltakene som bidrar til økte utslipp i scope 2 og 3.



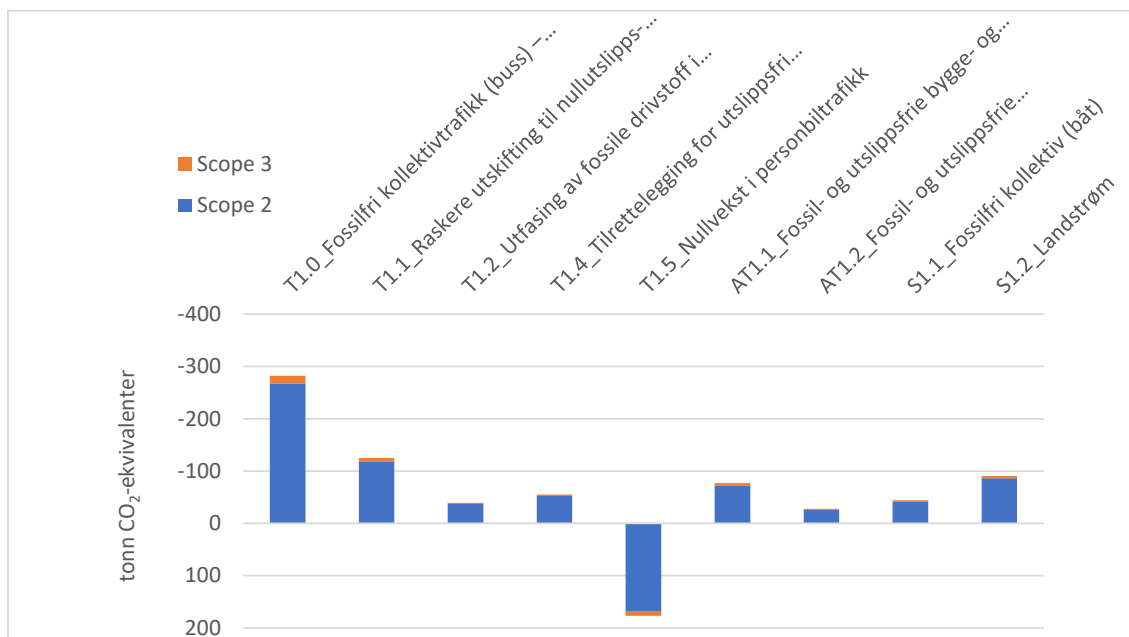
Figur 12: Effekt på scope 2- og scope 3-utslipp som følge av tiltak, relativt til referansebanen for scope 2 og scope 3. Tusen tonn CO₂-ekvivalenter.

Tabellene og figurene nedenfor viser effekten av de ulike tiltakene på utslippene i scope 2 og 3. Negative tall svarer til økning i utslipp, mens positive tall svarer til reduksjon i utslipp. Effekten av tiltakene i energiforsyningssektoren (tiltak som reduserer utslipp fra produksjon av fjernvarme) er vesentlig større enn effekten av de andre tiltakene. Tiltakene i energiforsyningssektoren er derfor vist i en egen figur på tvers av tiltakspakkene.

Tiltakspakke 1

Tabell 16: Effekt i scope 2 og 3 av tiltakspakke 1. Tonn CO₂-ekvivalenter. Positive verdier betyr reduserte utslipp, negative verdier betyr økte utslipp.

Tiltakspakke		1 - Klimabudsjett		Tiltakseffekt i 2030 (tonn CO ₂ -ekv.)	
Nr.	Tiltaksnavn	Scope 2	Scope 3	Scope 2	Scope 3
T1.0	Fossilfri kollektivtrafikk (buss) - 100 % nullutslipps bybusser fra 2029	-267	-15		
T1.1	Raskere utskifting til nullutslipps-personbiler	-119	-7		
T1.2	Utfasing av fossile drivstoff i kommunens kjøretøypark	-37	-2		
T1.4	Tilrettelegging for utslippsfri drosje innen 2025	-52	-3		
T1.5	Nullvekst i personbiltrafikk	167	9		
E1.1	Utfasing av fossil olje og gass fra fjernvarmeforsyning	24 575	0		
AT1.1	Fossil- og utslippsfrie bygge- og anleggsplass i kommunens egne investeringsprosjekter	-73	-4		
AT1.2	Fossil- og utslippsfrie anleggsplasser i Miljøpakkens prosjekter	-27	-1		
S1.1	Fossilfri kollektiv (båt)	-42	-2		
S1.2	Landstrøm	-86	-5		
SUM TILTAKSPAKKE 1		24 039	-30		

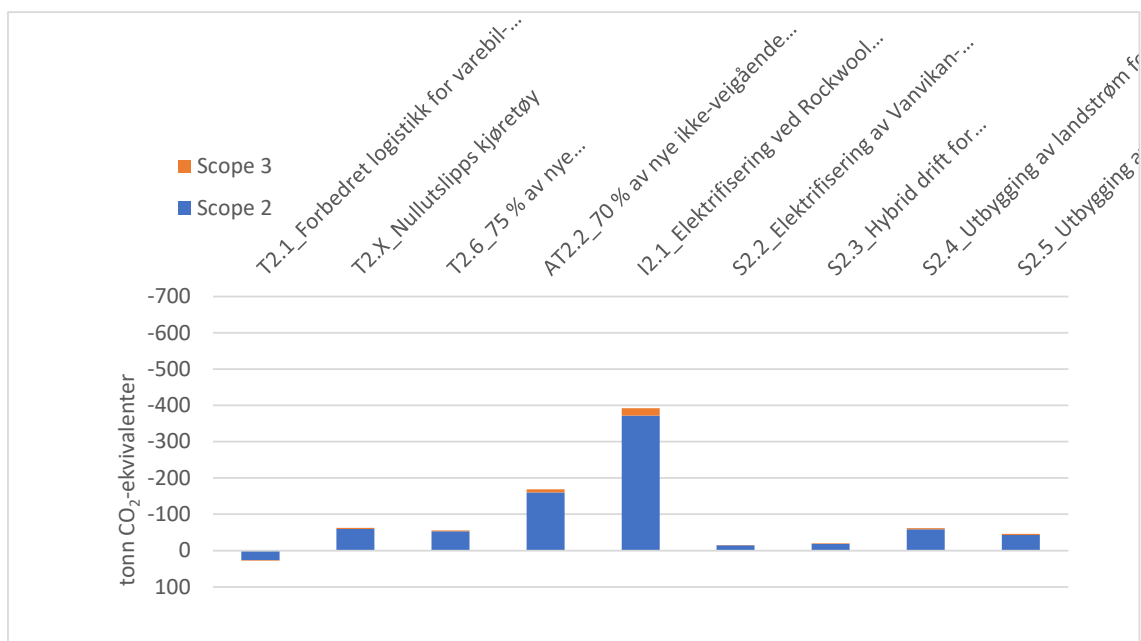


Figur 13: Effekt i scope 2 og 3 av tiltak i tiltakspakke 1 i 2030. Tonn CO₂-ekvivalenter. Positive verdier betyr reduserte utslipp, negative verdier betyr økte utslipp. Merk at akse er snudd for å kunne framstille reduksjon som søyle under nullstreken og økning som søyle over nullstreken.

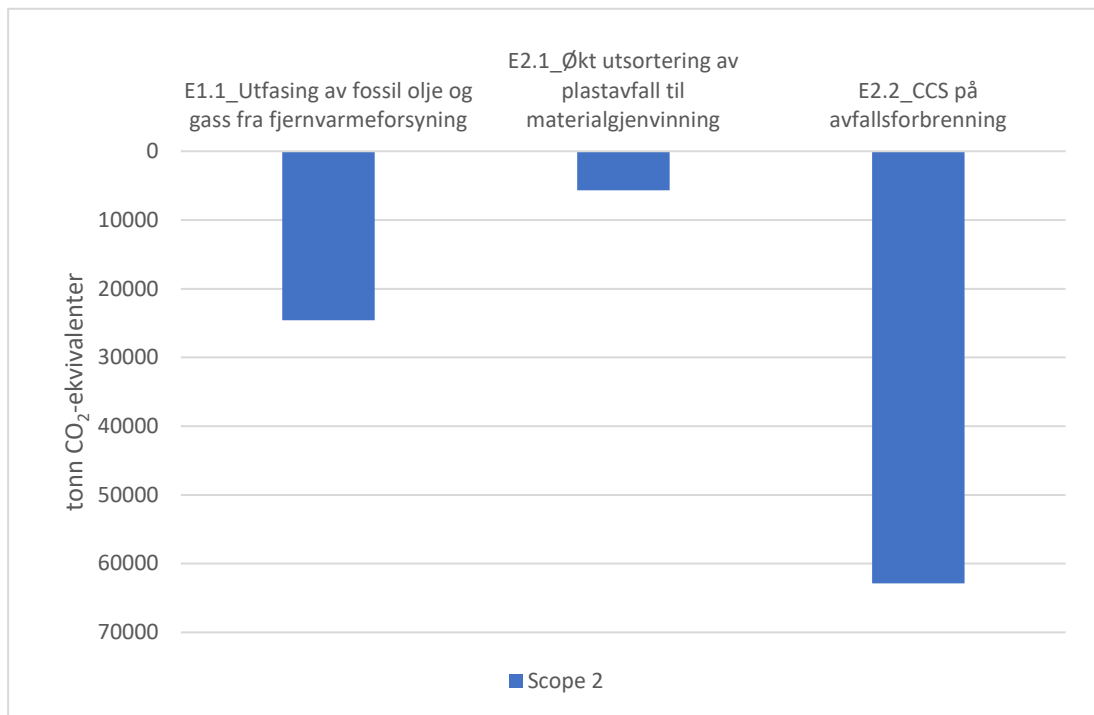
Tiltakspakke 2

Tabell 17: Effekt i scope 2 og 3 av tiltak i tiltakspakke 2. Tonn CO₂-ekvivalenter. Positive verdier betyr reduserte utslipp, negative verdier betyr økte utslipp.

Tiltakspakke		2 - Klimakur 2030 og liknende tiltak		Tiltakseffekt i 2030 (tonn CO ₂ -ekv.)	
Nr.	Tiltaksnavn	Scope 2	Scope 3	Scope 2	Scope 3
T2.1	Forbedret logistikk for varebiltransport	26	1		
T2.2	Forbedret logistikk og økt effektivisering av lastebiler				
T2.3/ T2.4	Nullutslipps varebiler	-60	-3		
T.2.5	50 % av nye lastebiler er nullutslipp i 2030				
T2.6	75 % av nye langdistansebusser er nullutslipp i 2030	-53	-3		
T2.7	Økt omsetningskrav for biodrivstoff i veitransport	0	0		
E2.1	Økt utsortering av plastavfall til materialgjenvinning	5 664	0		
E2.2	CCS på avfallsforbrenning	62 846	0		
AT2.1	Omsetningskrav for biodiesel i ikke-veigående maskiner fra 2023	0	0		
AT2.2	70 % av nye ikke-veigående maskiner utslippsfrie innen 2030	-160	-9		
I2.1	Elektrifisering ved Rockwool Trondheim	-372	-21		
S2.1	Omsetningskrav for biodrivstoff i skipsfart	0	0		
S2.2	Elektrifisering av Vanvikan-sambandet	-15	-1		
S2.3	Hybrid drift for hurtigbåtsambandene til Brekstad og Kristiansund	-19	-1		
S2.4	Utbygging av landstrøm for cruiseskip	-59	-3		
S2.5	Utbygging av landstrøm for gods- og tankskip	-43	-2		
O2.1	Utfasing av gass til byggvarme på byggeplasser	0	0		
O2.2	Erstatte gassbruk til permanent oppvarming av bygg	0	0		
SUM TILTAKSPAKKE 2		67 757	-42		



Figur 14: Effekt i scope 2 og 3 av tiltakspakke 2. Tonn CO₂-ekvivalenter. Positive verdier betyr reduserte utslipp, negative verdier betyr økte utslipp. Merk at akse er snudd for å kunne framstille reduksjon som søyle under nullstreken og økning som søyle over nullstreken.

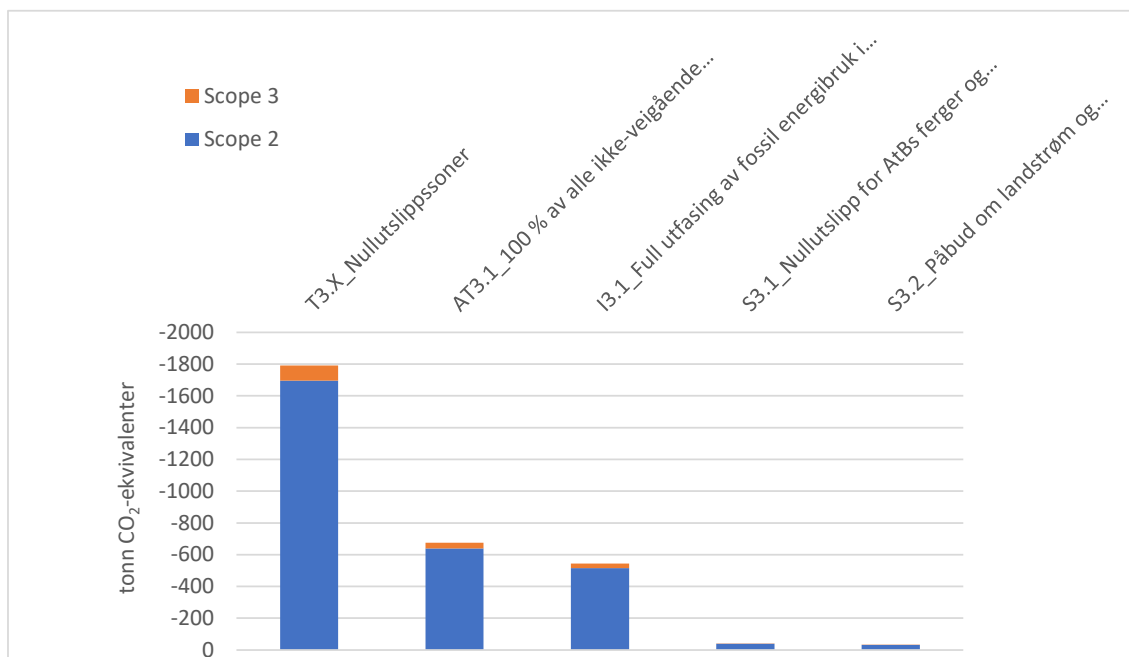


Figur 15: Effekt i scope 2 av tiltak i sektoren energiforsyning. Tiltakspakke 1 og 2. Tonn CO₂-ekvivalenter. Positive verdier betyr reduserte utslipp, negative verdier betyr økte utslipp. Merk at akse er snudd for å kunne framstille reduksjon som søyle under nullstreken og økning som søyle over nullstreken.

Tiltakspakke 3

Tabell 18: Effekt i scope 2 og 3 av tiltak i tiltakspakke 3. Tonn CO₂-ekvivalenter. Positive verdier betyr reduserte utslipp, negative verdier betyr økte utslipp.

Tiltakspakke		3 - Kraftfulle tiltak		Tiltakseffekt i 2030 (tonn CO ₂ -ekv.)	
Nr.	Tiltaksnavn	Scope 2	Scope 3	Scope 2	Scope 3
T3.1	Nullutslippssone for personbiler i hele Trondheim	-1696	-95	-639	-36
T3.2	Nullutslippssone for varebiler i hele Trondheim				
T3.3	Nullutslippssone for tunge kjøretøy i hele Trondheim				
T3.4	Nullutslippssone for busser i hele Trondheim				
AT3.1	100 % av alle ikke-veigående maskiner er utslippsfrie innen 2030	-516	-29	-38	-2
I3.1	Full utfasing av fossil energibruk i industrien	-31	-2	-2920	-163
S3.1	Nullutslipp for hurtigbåtene til Brekstad og Kristiansund				
S3.2	Påbud om landstrøm og batteridrift for alle cruiseskip, godsskip og tankere				
SUM TILTAKSPAKKE 3					



Figur 16: Effekt i scope 2 og 3 av tiltak i tiltakspakke 3. Tonn CO₂-ekvivalenter. Positive verdier betyr reduserte utslipp, negative verdier betyr økte utslipp. Merk at aksene er snudd for å kunne framstille reduksjon som søyle under nullstreken og økning som søyle over nullstreken.

5 Sektorspesifikke resultater

5.1 Veitrafikk

5.1.1 Utvikling i referansebanen for veitrafikk

Utslippene fra veitrafikk i Trondheim ble redusert med 26 prosent fra 2009 til 2020 (se Tabell 19). Nedgangen skyldes en kombinasjon av overgang til nullutslippskjøretøy for personbilene og økt innblanding av biodrivstoff. Trafikkmengden for personbil i perioden 2009 til 2019 økte i henhold til Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap med ca. 9 prosent, mens det i 2020 var nesten tilbake på 2009-nivå på grunn av pandemien. I framskrivingene for referansebanen beregnes utslippene å reduseres ytterligere, med 28 % fra 2020 til 2030. Størsteparten av utslippsreduksjonen er knyttet til personbilene, og skyldes nesten i sin helhet elektrifisering av disse. Som Figur 17 viser går utslippene fra personbilene kraftig ned, selv om det i referansebanen er lagt til grunn en nokså betydelig trafikkvekst. Trafikkveksten er knyttet til vekst i befolkningen i og rundt Trondheim, men er også en konsekvens av økt bilbruk på grunn av at det er lave kostnader forbundet med kjøring med elbiler. For de tunge bilene er innfasingen av nullutslippskjøretøy ikke rask nok til å veie opp for trafikkveksten som er lagt til grunn, så for disse beregnes en utslippsøkning.

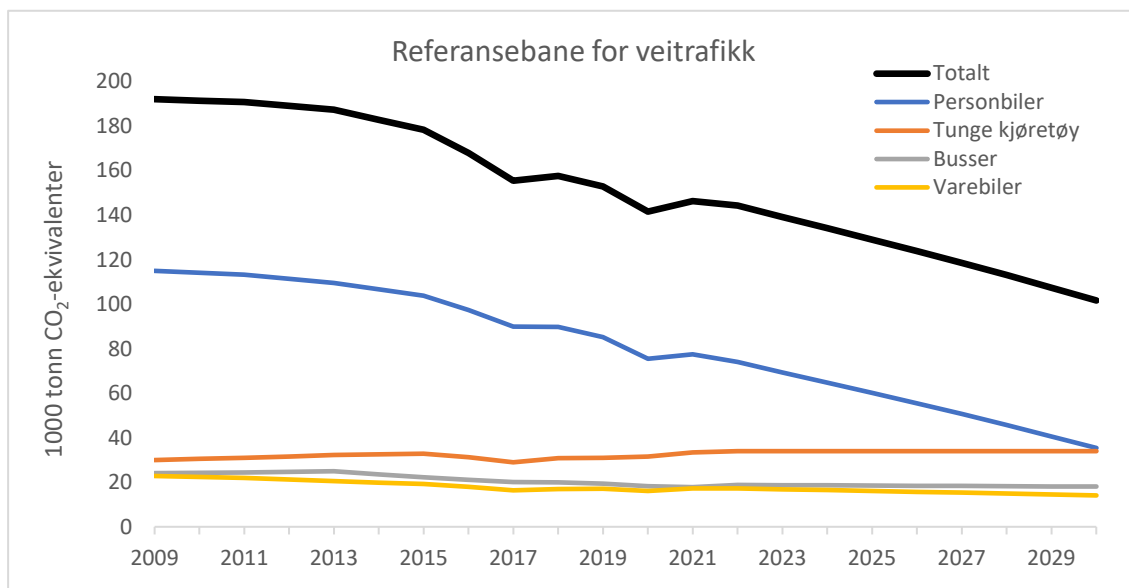
Referansebanen omfatter ikke elektrifisering av busser som er vedtatt, men ikke gjennomført ennå. Den omfatter heller ikke mulige justeringer i omsetningskravet for biodrivstoff eller andre forsterkninger.

Middelverdien for referansebanen gir et samlet utslipp for sektoren på 102 tusen tonn CO₂-ekvivalenter i 2030, mot 142 tusen tonn i 2020 og 192 tusen tonn i 2009. Dette er en reduksjon på 47 prosent i 2030 forhold til 2009, hvor ca. halvparten av reduksjonen skjedde før 2020. Trendene for både trafikkvolum og innføring av nullutslippsløsninger i referansebanen er usikre. Usikkerhetsintervallet for referansebanen strekker seg fra 55 prosent nedgang i utslipp fra 2020 til 2030 i nedre bane, til 1 prosent økning i øvre bane.

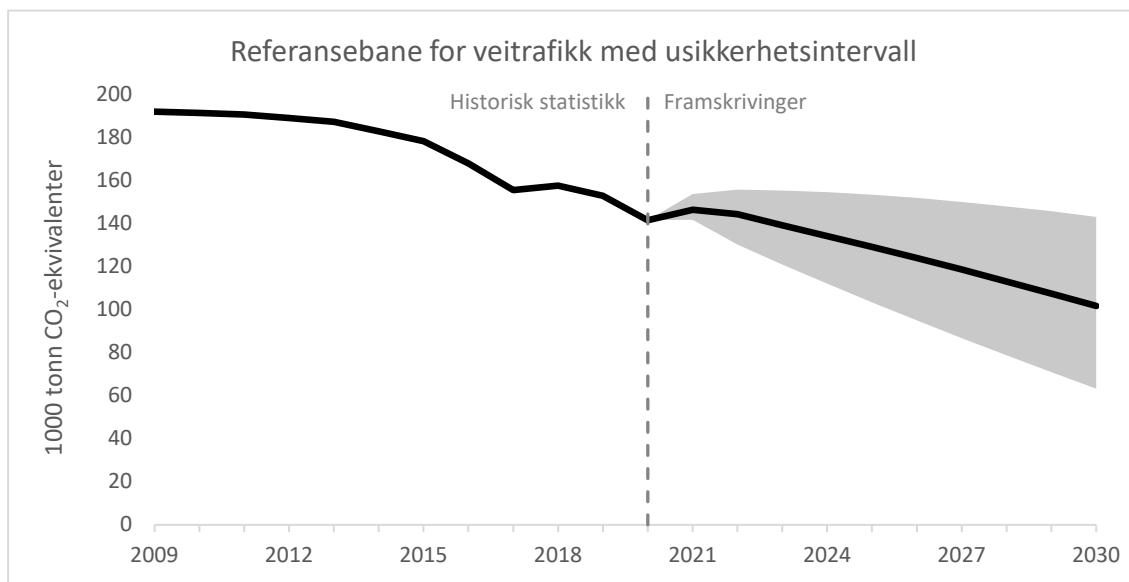
Samlet strømforbruk i referansebanen er beregnet til å øke fra 29 GWh i 2020 til 155 GWh i 2030. Beregningen er basert på gjennomsnittsbetraktninger for strømforbruk per kilometer over året som beskrevet i avsnitt 7.1.1. Usikkerheten er stor, og resultatene bør kun betraktes som et overslag.

Tabell 19: Utslipp i sektoren Veitrafikk, i tonn CO₂-ekvivalenter. Kolonnen «Prosent endring» angir prosentvis endring for statistikk i 2020 i forhold til statistikk i 2009 og prosentvis endring for referansebanen i 2030 i forhold til statistikk i 2020. Endringer i tiltakspakkene er angitt i forhold til referansebanen i 2030. Kolonnen «Endring 2009-2030» angir prosentvis endring for referansebanen og tiltakspakkene i 2030 i forhold til statistikk i 2009.

Sektor	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense	Endring 2009-2030
Veitrafikk	2009, Statistikk	192 117				
	2020, Statistikk	141 610	-26 %			
	2030, Referansebane	101 730	-28 %	63 231	143 099	-47 %
	2030, Klimabudsjett	80 146	-21 %	48 656	110 182	-58 %
	2030, Klimakur	67 605	-34 %	43 328	97 102	-65 %
	2030, Kraftfulle tiltak	5	-100 %	14	0	-100 %



Figur 17: Utslipp i referansebanen i sektoren Veitrafikk



Figur 18: Utslipp i referansebanen i sektoren Veitrafikk. Middelverdi med usikkerhetsintervall (øvre og nedre grense).

5.1.2 Effekt av tiltak for veitrafikk

Tiltakspakke 1

Tiltakene i tiltakspakke 1 (Klimabudsjett) gir 21 prosent reduksjon i forhold til referansebanen i 2030 (se Tabell 19 og Figur 17), hovedsakelig fra overgang til 100 % nullutslipps bybusser fra 2029 (T1.0) og raskere utskifting til nullutslipps-personbiler enn det som ligger i referansebanen (T1.1). Øvrige tiltak i denne tiltakspakken omfatter utfasing av fossile drivstoff i kommunens kjøretøypark (T1.2-T1.3), tilrettelegging for utslippsfri drosje innen 2025 (T1.4) og nullvekst i personbiltrafikken (T1.5). Alle disse tiltakene ligger inne i Trondheim kommunes klimabudsjett for 2023 og det forutsettes at kommunen har de nødvendige virkemidlene til å utløse disse tiltakene.

Samlet strømforbruk som resultat av tiltakene i tiltakspakke 1 er beregnet til å øke med 25,7 GWh i 2030. Dette er nettoeffekten av en økning på 22,3 GWh for T1.0, en økning på 9,9 GWh for T1.1, en økning på 3,1 GWh for T1.2-T1.3, en økning på 4,4 GWh for tiltak T1.4 og en reduksjon på 13,9 GWh for tiltak T1.5 (nullvekst).

Tiltakspakke 2

Med tiltakspakke 2 (Klimakur og liknende tiltak) i tillegg til tiltakspakke 1 anslår vi at veitrafikkutslippene reduseres med 34 prosent i forhold til referansebanen i 2030. Et stort bidraget her kommer forbedret logistikk og økt effektivisering av lastebiler (T2.2) på grunn av det store utslippet fra tunge kjøretøy, med et noe mindre bidrag fra forbedret logistikk for varebiltransport (T2.1). Videre er det et stort bidrag fra å øke nullutslippsandelen av nybilsalg for varebiler (T2.3) og langdistansebusser (T2.5) i tråd med målene i NTP 2018-2029. Tilsvarende NTP-mål for nullutslippsandel av nybilsalg for tunge kjøretøy (T2.4) gir kun en liten effekt, da det ikke er veldig stor forskjell i nullutslippsandelen som følger av NTP-målet sammenliknet med nullutslippsandelen som følger av NB21 (og som ligger i referansebanen). Til sist er det også en forholdsvis stort bidrag til utslippsreduksjonen som kommer fra å øke omsetningskravet for biodrivstoff i veitrafikk til 17 volumprosent fra 1.1.2023 (T2.7), med størst effekt for tunge kjøretøy.

Effekten av denne tiltakspakken vil kreve nasjonale virkemidler for å gjennomføres i sin helhet. Selv om denne pakken avhenger av nasjonal politikk, vil kommunen kunne bidra. Viktige muligheter er insentiver til å velge nullutslippsalternativer under innkjøp for både privatpersoner og bedrifter, for eksempel gjennom differensierte bompenger, parkeringsbestemmelser eller direkte støtteordninger. Kommunen kan også selv utløse deler av tiltaket som handler om tilrettelegging for mer effektiv logistikk for lastebiler og varebiler (e.g. areal til samlastingssentraler, bylogistikkplaner) og logistikkoptimalisering ved innkjøp av varer og tjenester (e.g. massetransport i kommunens bygge- og anleggsprosjekter, bedre planlegging ved innkjøp). Konstruktiv dialog med nasjonale myndigheter og stortingsrepresentanter vil også kunne bidra.

Samlet strømforbruk som resultat av tiltakene i tiltakspakke 2 er beregnet til å øke med 7,2 GWh i 2030. Dette er nettoeffekten av en reduksjon på 2,2 GWh for T2.1 (logistikktiltak), en økning på 5,0 GWh for T2.2-T2.5 og en økning på 4,4 GWh for tiltak T2.6.

Tiltakspakke 3

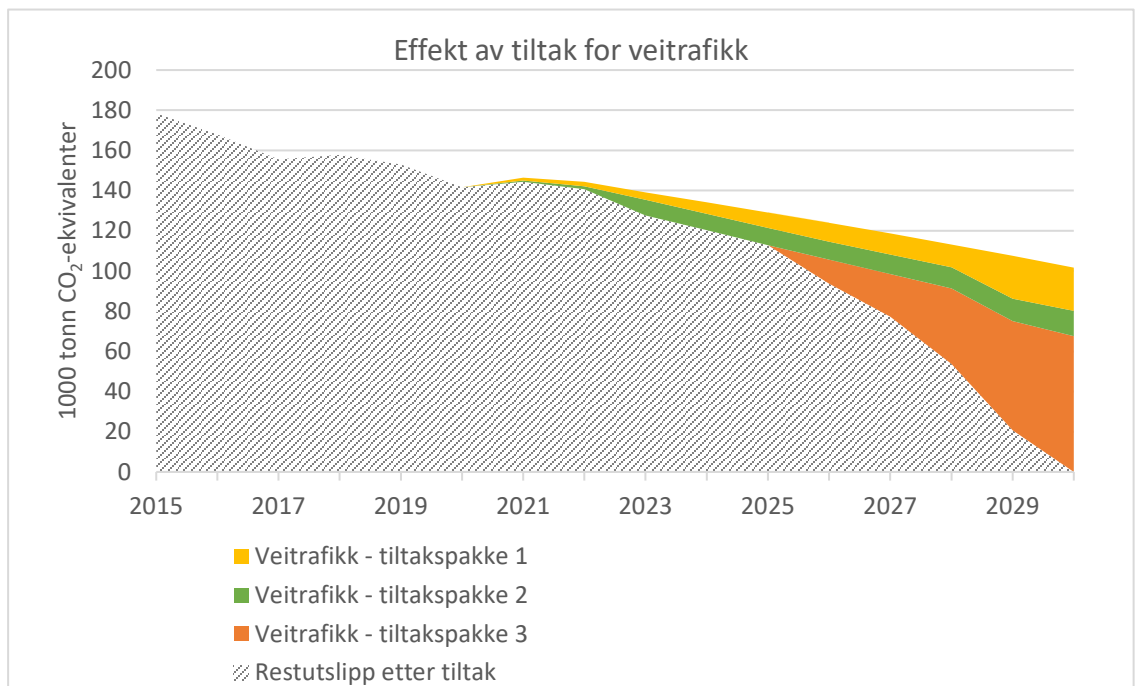
Etter de foregående to tiltakspakkene går utslippene for veitrafikk ned med bare 34 prosent i forhold til referansebanen i 2030, men med 65 prosent i forhold til 2009. I

tiltaksplanke 3 (Kraftfulle tiltak) kan de resterende utslippene i prinsippet elimineres nesten helt, men dette krever inngripende tiltak og virkemidler, her eksemplifisert ved etablering av en nullutslippssone for hele Trondheim for alle typer kjøretøy innen 2030 (tiltak T3.1-T3.4). Dette vil være lettest for personbilene, men effekten er enda større av å tvinge gjennom en elektrifisering av tunge kjøretøy, hvor elektrifiseringsgraden i referansebanen er lavere.

Denne typen tiltak kan ligge innenfor hva kommunen kan vedta innenfor begrensede områder i Trondheim by, men kommunen har neppe hjemmel til å gjennomføre noe slikt i hele Trondheim kommune, inkludert Europaveiene, riksveier og fylkesveier. Det ville derfor kreve dialog og samarbeid både med nasjonale og fylkeskommunale myndigheter, og med private aktører som står for store deler av tungtransporten i og gjennom Trondheim.

Mulige måter å gjennomføre tiltakene i denne pakken er ikke vurdert nøye, men de gir et bilde av hva som kreves for å oppnå de kraftigste utslippskuttene. For å oppnå 80 prosent reduksjon av utslippene i forhold til 2009-nivå for veitrafikken alene, vil det ikke være nødvendig å kutte alle utslipp fra veitrafikken helt. Men for å oppnå 80 prosent kutt for alle sektorer totalt, må veitrafikkutslippene kuttes mer for å kompensere for andre sektorer hvor det er vanskeligere eller urealistisk å kutte utslippene like mye. Alle tiltakene for alle sektorer behandlet i denne rapporten gir et kutt på 87 prosent i forhold til 2009-nivå, så enkelte tiltak kan utelates eller gjennomføres med lavere ambisjonsnivå, men ikke mange.

Samlet strømforbruk som resultat av tiltakene i tiltaksplanke 3 er beregnet til å øke med 141 GWh i 2030. Dette er samlet effekt av etablering av nullutslippssoner for hele Trondheim for alle typer kjøretøy innen 2030 (tiltak T3.1-T3.4).



Figur 19: Utslipsreduksjoner fra tiltak i sektor Veitrafikk, per tiltaksplanke

5.1.3 Resultater per utslippskilde

5.1.3.1 Personbiler

Utvikling i referansebanen for personbiler

Utslippene fra personbiler gikk historisk sett ned med 34 prosent fra 2009 til 2020 (se Tabell 20). Dette er et resultat av betydelig økt elbilsalg og en kraftig økning i biodrivstoffomsetningen nasjonalt etter 2015 (som fordeles likt på alle bensin- og dieselbiler i Norge ved beregning av utslippseffekt).

Utslippene i referansebanen er forventet å bli videre redusert med 53 prosent i referansebanen i forhold til 2020. Dette er i all hovedsak på grunn av en videre forventet økning i andel elbiler. Basert på framskrivning av elbilsalg i tråd med vedtatt politikk i Nasjonalbudsjettet 2021 ligger det inne en forventning om at elbiler (inklusive halvparten av ladbare hybrider) i 2030 vil stå for 68 prosent av kjørte kilometer med personbil i Trondheim (se nærmere informasjon i Tabell 75). I referansebanen blir biodrivstoffomsetningen holdt konstant og vil ikke bidra til videre utslippsnedgang.

Den forventede reduksjonen i utslipp oppnås selv under en forutsetning om fortsatt vekst i biltrafikken i Trondheim. Denne trafikkveksten er usikker, og er bl.a. en konsekvens av forutsetningen om fortsatt svært gunstige vilkår for elbiler (kombinert med høy elbilandel). En annen usikkerhet som er verdt å nevne er hvorvidt det blir en varig økt bruk av hjemmekontor etter COVID-19 pandemien. Dette vil i så fall redusere biltrafikken. Dagens billettløsninger i kollektivtrafikken er dårlig tilpasset en hverdag med delvis hjemmekontor, noe som kan bidra til at flere velger bil de dagene de er på jobb. Det jobbes imidlertid med nye billettyper som i større grad er tilpasset de som ikke reiser kollektivt hver dag, så her er det stor usikkerhet.

Strømforbruk til elektriske personbiler i referansebanen er beregnet til å øke fra 25 GWh i 2020 til 128 GWh i 2030. Beregningen er basert på gjennomsnittsbetraktninger for strømforbruk per kilometer over året som beskrevet i avsnitt 7.1.1. Usikkerheten er stor, og resultatene bør kun betraktes som et overslag.

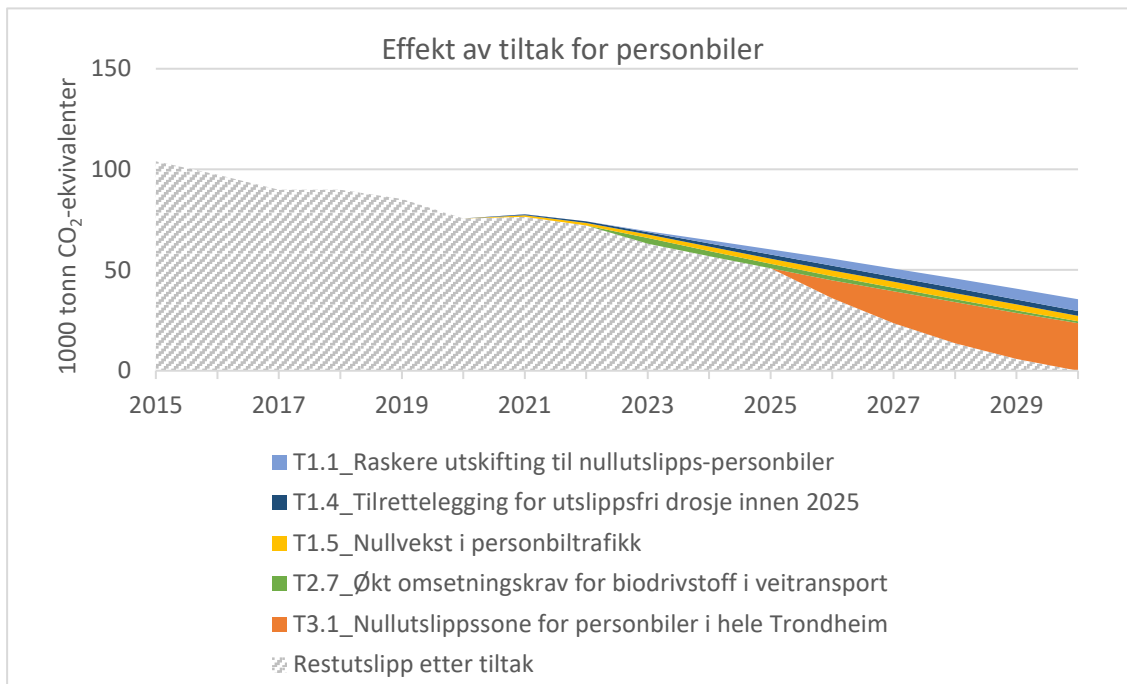
Tabell 20: Utslipp i sektoren Veitrafikk, for utslippskilden Personbiler, i tonn CO₂-ekvivalenter. Kolonnen «Prosent endring» angir prosentvis endring for statistikk i 2020 i forhold til statistikk i 2009 og prosentvis endring for referansebanen i 2030 i forhold til statistikk i 2020. Endringer i tiltakspakkene er angitt i forhold til referansebanen i 2030.

Utslippskilde	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Personbiler	2009, Statistikk	114 981			
	2020, Statistikk	75 606	-34 %		
	2030, Referansebane	35 451	-53 %	18 533	58 061
	2030, Klimabudsjett	24 570	-31 %	12 290	38 022
	2030, Klimakur	23 528	-34 %	12 121	36 404
	2030, Kraftfulle tiltak	0	-100 %	0	0

Effekt av tiltak for personbiler

På grunn av den store økningen i elbilandel i referansebanen, har de fleste tiltakene i tiltakspakke 1 og 2 forholdsvis liten effekt. Raskere utskifting av nullutslipps-personbiler (T1.1 i tiltakspakke 1) er det eneste tiltaket som har vesentlig effekt utover referansebanen, før innføring av virkemidler som tilsvarer effekten av å etablere en nullutslippsone for personbiler i hele Trondheim (tiltak T3.1 i tiltakspakke 3).

Samtidig er det viktig å huske på at det ikke er sikkert at utslippene vil gå ned like fort som i referansebanen. Dette vil kreve at insentiver for å velge nullutslippsbiler opprettholdes.



Figur 20: Utslippsreduksjoner fra tiltak i sektor Veitrafikk, utslippskilde Personbiler

5.1.3.2 Varebiler

Utvikling i referansebanen for varebiler

Utslippene fra varebiler gikk historisk sett ned med 29 prosent fra 2009 til 2020. Dette er først og fremst et resultat av betydelig økning i biodrivstoffomsetningen nasjonalt etter 2015, da andel kjøring med elektriske varebiler fortsatt bare var rundt 2 prosent i Trondheim i 2020 i henhold til det kommunefordelte klimagassregnskapet.

I referansebanen ligger det inne en forventning om at elvarebiler i 2030 vil stå for 30 prosent av kjørte kilometer med varebil i Trondheim. Sammen med en forutsetning om nesten 19 prosent økt trafikkarbeid fra 2020 gir dette en forventet nedgang i utslipp på ca. 12 prosent fra 2020 til 2030 fra varebilene.

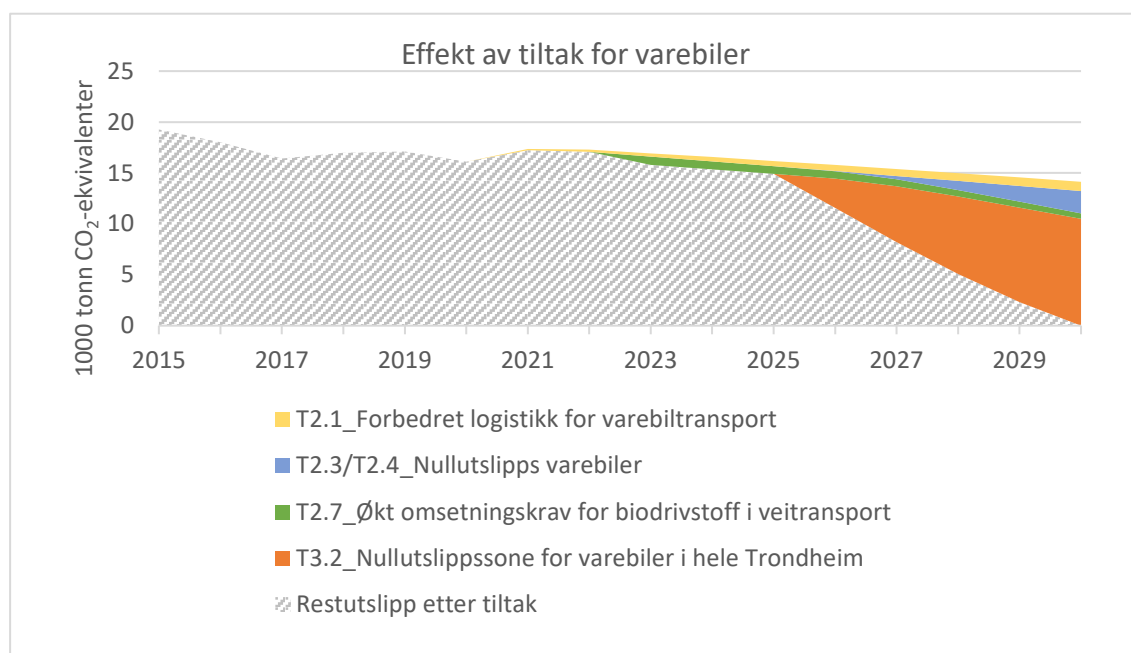
Strømforbruk til elektriske varebiler i referansebanen er beregnet til å øke fra 0,6 GWh i 2020 til 12 GWh i 2030. Beregningen er basert på gjennomsnittsbetraktninger for strømforbruk per kilometer over året som beskrevet i avsnitt 7.1.1. Usikkerheten er stor, og resultatene bør kun betraktes som et overslag.

Tabell 21: Utslipp i sektoren Veitrafikk, for utslippskilden Varebiler, i tonn CO₂-ekvivalenter. Kolonnen «Prosent endring» angir prosentvis endring for statistikk i 2020 i forhold til statistikk i 2009 og prosentvis endring for referansebanen i 2030 i forhold til statistikk i 2020. Endringer i tiltakspakkene er angitt i forhold til referansebanen i 2030.

Utslippskilde	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Varebiler	2009, Statistikk	22 844			
	2020, Statistikk	16 123	-29 %		
	2030, Referansebane	14 146	-12 %	9 518	19 534
	2030, Klimabudsjett	14 146	0 %	9 518	19 534
	2030, Klimakur	10 499	-26 %	7 062	14 861
	2030, Kraftfulle tiltak	0	-100 %	0	0

Effekt av tiltak for varebiler

Relativt få tiltak har vesentlig effekt på utslippene fra varebiler. Økt nullutslippsandel av nybilsalg for varebiler (T2.3/T2.4 i tiltakspakke 2) er det eneste tiltaket som har vesentlig effekt, utenom etablering av nullutslippsone eller tilsvarende kraftfulle virkemidler (T3.2 i tiltakspakke 3).



Figur 21: Utslippsreduksjoner fra tiltak i sektor Veitrafikk, utslippskilde Varebiler

5.1.3.3 Tunge kjøretøy

Utvikling i referansebanen for tunge kjøretøy

Utslippene fra tunge biler gikk historisk sett opp med 5 prosent fra 2009 til 2020. Dette skyldes først og fremst økt trafikkarbeid.

I referansebanen ligger det inne en forventning om økt trafikkarbeid fra tunge kjøretøy på nesten 18 prosent i perioden 2020 til 2030 (se nærmere informasjon i Tabell 77 i kapittel 7.1.4). Sammen med en viss innfasing av el- og gasskjøretøy fører dette til at

utslippene fra tunge kjøretøy forventes å øke med ca. 7 prosent i denne perioden. Det bør nevnes at det er et stort usikkerhetsintervall både i trafikkutvikling og andel nullutslippskjøretøy, noe som gjør at utslippet i nedre grense reduseres med 31 prosent, mens det i øvre grense øker med 34 prosent.

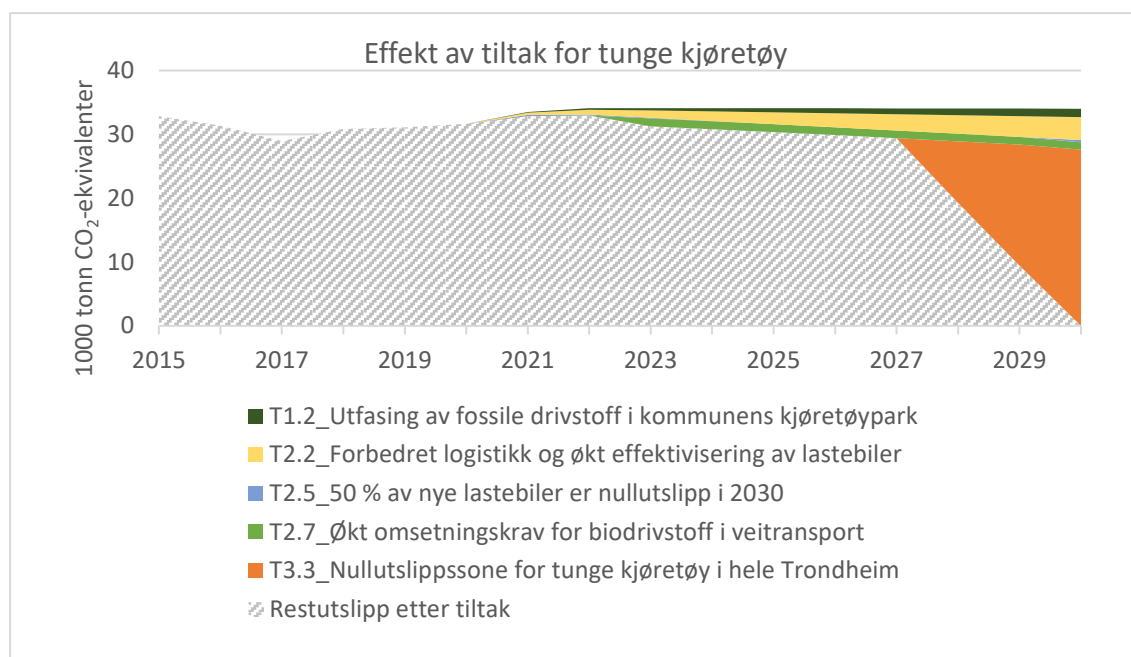
Strømforbruk til tunge elektriske kjøretøy i referansebanen er beregnet til å øke fra 0 GWh i 2020 til 10 GWh i 2030. Beregningen er basert på gjennomsnittsbetraktninger for strømforbruk per kilometer over året som beskrevet i avsnitt 7.1.1. Usikkerheten er stor, og resultatene bør kun betraktes som et overslag.

Tabell 22: Utslipp i sektoren Veitrafikk, for utslippskilden Tunge kjøretøy, i tonn CO₂-ekvivalenter. Kolonnen «Prosent endring» angir prosentvis endring for statistikk i 2020 i forhold til statistikk i 2009 og prosentvis endring for referansebanen i 2030 i forhold til statistikk i 2020. Endringer i tiltakspakkene er angitt i forhold til referansebanen i 2030.

Utslippskilde	År / scenario	Utslipp, middelværdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Tunge kjøretøy	2009, Statistikk	30 071			
	2020, Statistikk	31 639	5 %		
	2030, Referansebane	34 008	7 %	21 738	42 397
	2030, Klimabudsjett	32 688	-4 %	20 762	40 872
	2030, Klimakur	27 611	-19 %	18 102	34 555
	2030, Kraftfulle tiltak	5	-100 %	14	0

Effekt av tiltak for tunge kjøretøy

Forbedret logistikk og økt effektivisering av lastebiler (T2.2 i tiltakspakke 2) er det viktigste tiltaket for tunge kjøretøy utenom tiltakspakke 3, «takkert» være at utslippene i referansebanen i utgangspunktet er høye og innslaget av nullutslippsbiler lavt. Men som for personbiler kommer det aller meste av effekten av innføring av virkemidler som tilsvarer effekten av å etablere en nullutslippssone for tunge kjøretøy i hele Trondheim (tiltak T3.3 i tiltakspakke 3).



Figur 22: Utslipsreduksjoner fra tiltak i sektor Veitrafikk, utslippskilde Tunge kjøretøy

5.1.3.4 Busser

Utvikling i referansebanen for busser

Utslippene fra busser i Trondheim gikk historisk sett ned med 25 prosent fra 2009 til 2020. Dette kom som en kombinasjon av økt omsetning av flytende biodrivstoff nasjonalt, noe økt biogassinnblanding i gassbusser, også nasjonalt, samt en viss overgang til elbusser. Ved utslippsberegningen i det kommunefordelte klimagassregnskapet benyttes nasjonale gjennomsnittsfaktorer for innblanding av både flytende biodrivstoff og biogass, slik at det ikke fanges opp at faktisk innblanding i Trondheim avviker fra dette.

Bruk av flytende biodrivstoff ut over omsetningskravet er ikke inkludert i referansebanen og fanges altså heller ikke opp i det kommunefordelte klimagassregnskapet. Andel biogass i referansebanen er satt lik 100 % som beskrevet i kapittel 7.1.3.

For andre busser (flybuss, turbuss, langdistanseruter) legges til grunn en viss overgang til nullutslippsløsninger mot 2030, og samlet for all busskjøring i Trondheim beregnes en nedgang i utslipp fra 2020 til 2030 på 1 prosent.

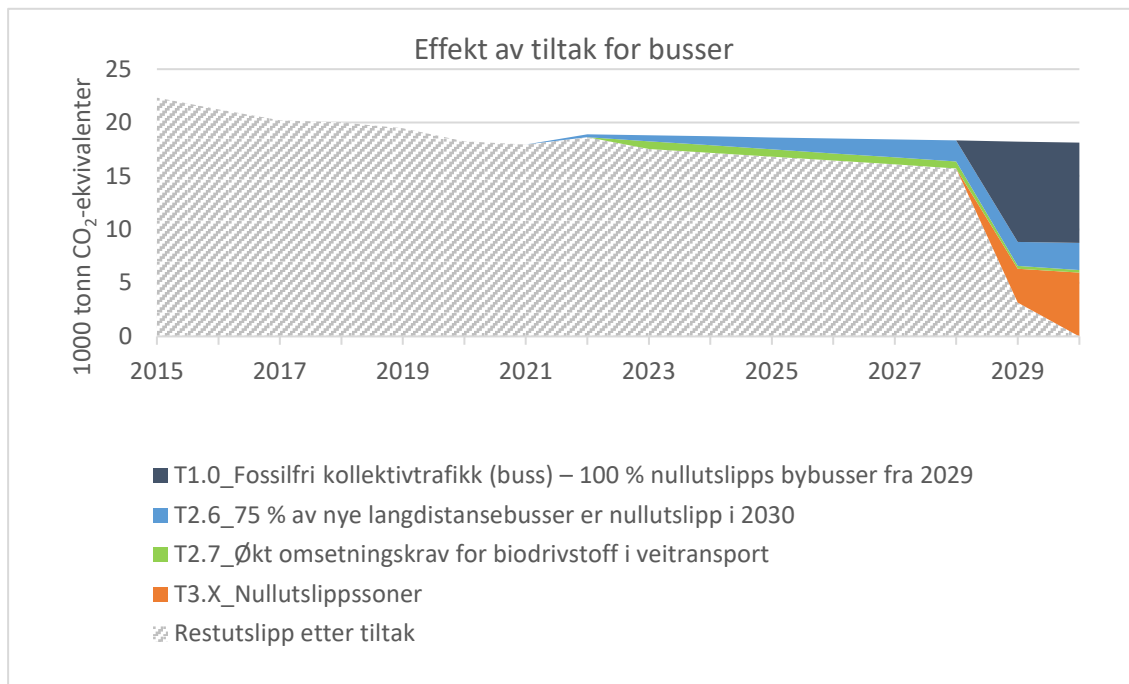
Strømforbruk til elektriske busser i referansebanen er beregnet å være uendret på 3,0 GWh for AtBs busser, og til å øke fra 0 GWh i 2020 til 1,7 GWh i 2030 for andre busser. Beregningen er basert på gjennomsnittsbetraktninger for strømforbruk per kilometer over året som beskrevet i avsnitt 7.1.1. Usikkerheten er stor, og resultatene bør kun betraktes som et overslag.

Tabell 23: Utslipp i sektoren Veitrafikk, for utslippskilden Busser, i tonn CO₂-ekvivalenter. Kolonnen «Prosent endring» angir prosentvis endring for statistikk i 2020 i forhold til statistikk i 2009 og prosentvis endring for referansebanen i 2030 i forhold til statistikk i 2020. Endringer i tiltakspakkene er angitt i forhold til referansebanen i 2030.

Utslippskilde	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Busser	2009, Statistikk	24 221			
	2020, Statistikk	18 242	-25 %		
	2030, Referansebane	18 125	-1 %	13 441	23 107
	2030, Klimabudsjett	8 742	-52 %	6 085	11 753
	2030, Klimakur	5 968	-67 %	6 042	11 283
	2030, Kraftfulle tiltak		0	-100 %	0

Effekt av tiltak for busser

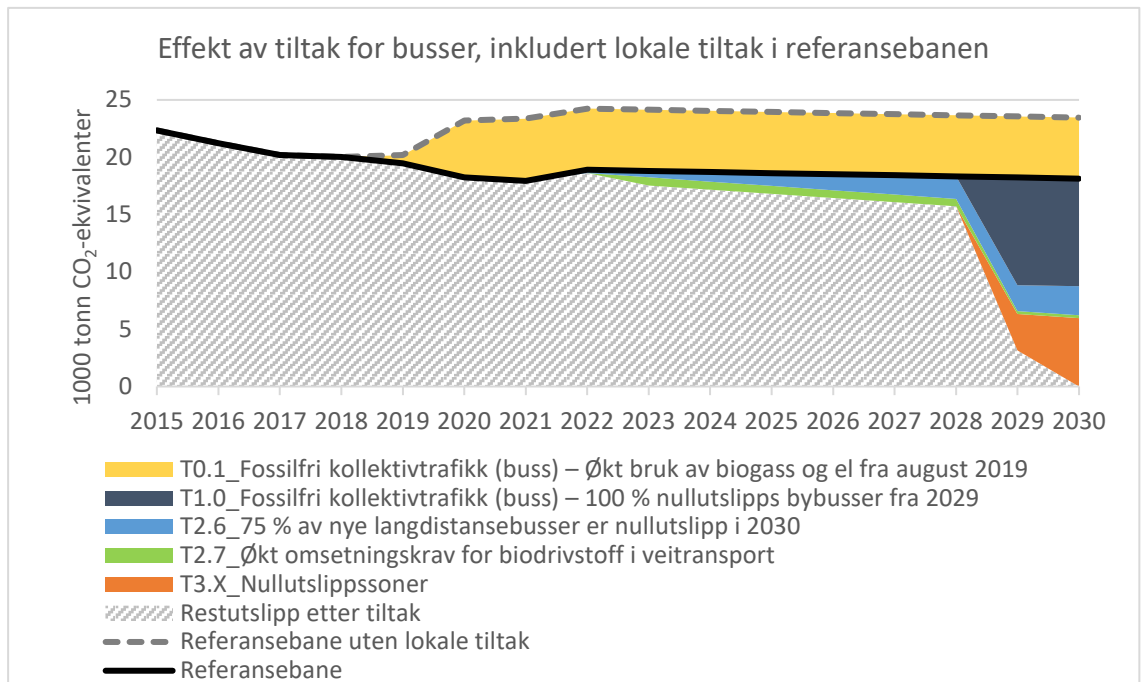
Det foreligger ikke helt sikre tall for hvor stor del av busstrafikken i Trondheim som kommer fra hvilke typer busser, men det er antatt at AtBs kjøring utgjør ca. 2/3 av kjøringen med buss i kommunen. 100 % elektrifisering av AtBs busser fra 2029 (T1.0 i tiltakspakke 1) er det viktigste tiltaket for busser. Det forventes også en betydelig effekt for andre busser ved å øke nullutslippsandel av nysalg for langdistansebusser (T2.5 i tiltakspakke 2) i tråd med målene i NTP 2018-2029. Deretter vil innføring av virkemidler som tilsvarer effekten av å etablere en nullutslippsone for busser i hele Trondheim (tiltak T3.4 i tiltakspakke 3), kunne kutte utslippene ned til null.



Figur 23: Utslippsreduksjoner fra tiltak i sektor Veitrafikk, utslippskilde Busser

Lokalt tiltak i referansebanen for busser

I referansebanen for veitrafikk er det inkludert deler av et tiltak fra Trondheims kommunes klimabudsjett, «Fossilfri kollektivtrafikk (buss)». Dette omfatter overgang til biogass og el for AtBs busser fra august 2019. Siden framskrivningen starter med de samme utslippene som i Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap i 2020 antas effekten å allerede være fanget opp i det kommunefordelte klimagassregnskapet. Figur 24 viser den stiplede linjen «Referansebane uten lokale tiltak» hva utslippene ville vært for sektoren veitrafikk, både historisk og i framskrivningene, uten effekten av dette tiltaket. Tiltaket er beregnet å ha en årlig effekt på om lag 5 000 tonn CO₂-ekvivalenter for årene 2020-2028 (samt en liten effekt i 2019). Vi ser at utslippene i «Referansebane uten lokale tiltak» går en del opp i 2020, dette skyldes sannsynligvis enten at beregnet tiltakseffekt er overestimert eller at tiltaket ikke fanges opp tilstrekkelig i det kommunefordelte klimagassregnskapet.



Figur 24: Utslippsreduksjoner fra tiltak i sektor Veitrafikk, utslippskilde Busser, inkludert tiltak som ligger inne i referansebanen

5.2 Energiforsyning

5.2.1 Utvikling i referansebanen for energiforsyning

Avfallsforbrenning dominerer utslippene i referansebanen både i de historiske utslippene og i framskrivingene.

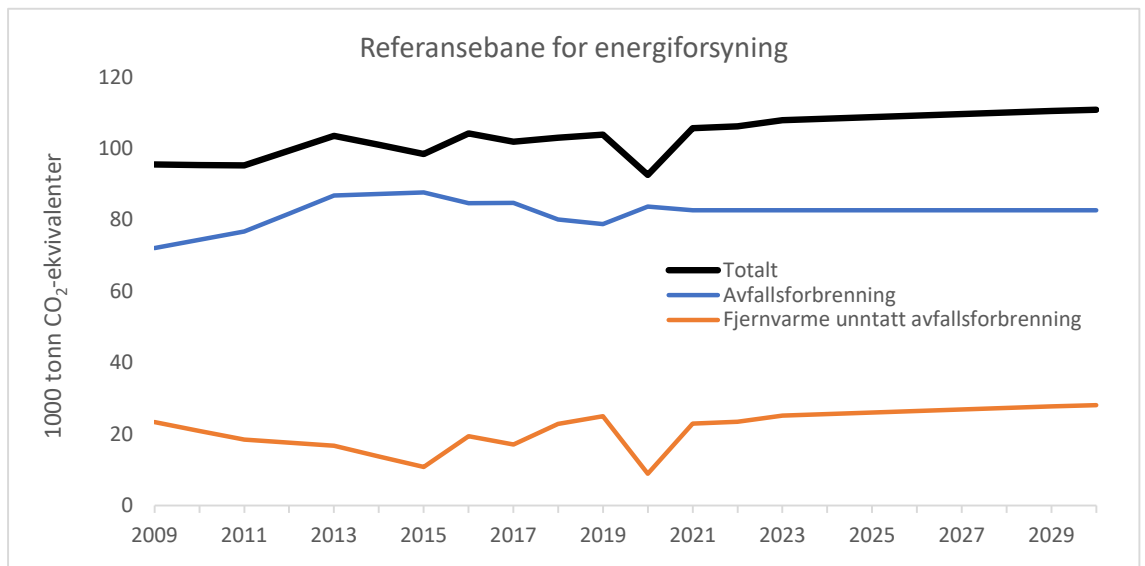
Utslippene for sektoren var 3 prosent lavere i 2020 enn i 2009, se Tabell 24. Utslippene hadde imidlertid en tydelig knekk i 2020 som henger sammen med redusert fjernvarmeproduksjon, og som trolig var midlertidig. Med unntak av 2020, har utslippene vært tilnærmet stabile siden 2013, på et nivå på 8-9 prosent høyere enn i 2009. I perioden 2009-2013 vokste utslippene, noe som i hovedsak skyldes en økning i mengden avfall forbrent.

Utslippene fra fjernvarme unntatt avfallsforbrenning svinger betydelig fra år til år, noe som kan forklares både med årlige variasjoner i etterspørselen etter fjernvarme, og at bruken av ulike energibærere kan justeres avhengig av relative energipriser.

Tabell 24: Utslipp i sektoren Energiforsyning, i tonn CO₂-ekvivalenter. Kolonnen «Prosent endring» angir prosentvis endring for statistikk i 2020 i forhold til statistikk i 2009 og prosentvis endring for referansebanen i 2030 i forhold til statistikk i 2020. Endringer i tiltakspakkene er angitt i forhold til referansebanen i 2030. Kolonnen «Endring 2009-2030» angir prosentvis endring for referansebanen i 2030 i forhold til statistikk i 2009.

Sektor	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense	Endring 2009-2030
Energiforsyning uten bio-CCS	2009, Statistikk	95 496				
	2020, Statistikk	92 633	-3 %			
	2030, Referansebane	110 878	20 %	100 615	112 411	16 %
	2030, Klimabudsjett	85 804	-23 %	85 804	85 804	-10 %
	2030, Klimakur	17 293	-84 %	17 293	17 293	-82 %
	2030, Kraftfulle tiltak	17 293	-84 %	17 293	17 293	-82 %

I framskrivingene for referansebanen fra 2020 til 2030 vokser utslippene svakt. I referansebanen er utslippene i 2030 20 prosent høyere enn i 2020 (men en del av denne veksten skyldes uvanlig lave utslipp i 2020), se Figur 25. Veksten i utslippene skjer i fjernvarmeproduksjon unntatt avfallsforbrenning, og skyldes en økning i fjernvarmeproduksjonen. Utslippene fra avfallsforbrenning er stabile i referansebanen.



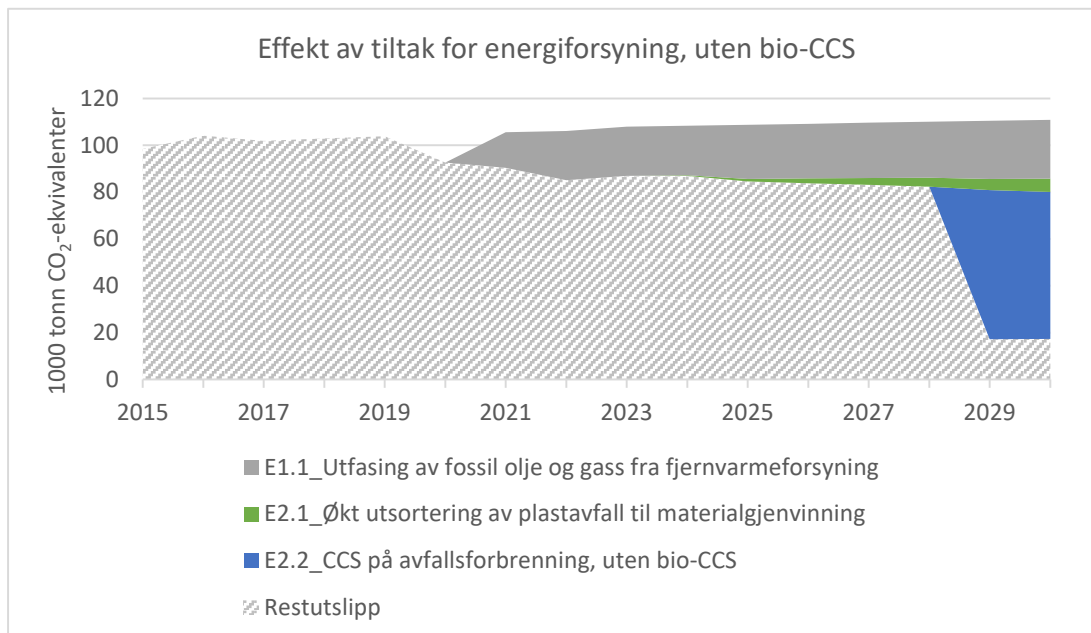
Figur 25: Utslipp i referansebanen i sektoren Energiforsyning. Tusen tonn CO₂-ekvivalenter.

Det er beregnet et usikkerhetsintervall, se resultater i Tabell 24. Usikkerhetsintervallet reflekterer imidlertid kun usikkerhet i utslippsfaktoren for brensler som benyttes i fjernvarmeproduksjon unntatt avfallsforbrenning. Det er imidlertid flere usikkerhetsfaktorer. Det er lagt til grunn at kapasiteten i avfallsforbrenningsanlegget utnyttes på dagens nivå, og gitt denne forutsetningen, er usikkerheten i utslippene fra avfallsforbrenning relativt liten. Det som eventuelt vil kunne føre til et betydelig avvik fra referansebanen, vil være om mengden avfall som forbrennes endres vesentlig. Når det gjelder utslippene fra fjernvarme unntatt avfallsforbrenning, er det usikkerhet knyttet til både totalproduksjonen av fjernvarme i tillegg til usikkerheten om hvilke energibærere som vil bli benyttet i produksjonen (som gjenspeiles i utslippsfaktoren).

5.2.2 Effekt av tiltak for energiforsyning

Det er beregnet effekt av tre tiltak i sektoren energiforsyning. I tiltakspakke 1 Klimabudsjett inngår tiltaket «utfasing av fossil olje og gass fra fjernvarmeforsyning». I tiltakspakke 2 Klimakur inngår tiltakene «økt utsortering av plastavfall til materialgjenvinning» og «CCS på avfallsforbrenning».

Etter gjennomføring av tiltakspakke 1, vil utslippene i sektoren i 2030 være redusert med 23 prosent sammenliknet med referansebanen. Etter gjennomføring av tiltakspakke 2, vil utslippene i sektoren i 2030 være redusert med 84 prosent sammenliknet med referansebanen.



Figur 26: Utslippsreduksjoner fra tiltak i sektoren Energiforsyning

Tiltaket «utfasing av fossil olje og gass fra fjernvarmeforsyning» innebærer at Statkraft Varme følger sin utfasingsplan for fossile brensler, og oppnår en fornybarandel på 98,4 prosent i 2030. I tiltaket er det lagt til grunn en sammensetning av energibærere i fjernvarmeproduksjonen som oppgitt i Statkraft Varmes prognose. Tiltaket reduserer utslippene fra utslippskilden «fjernvarme unntatt avfallsforbrenning».

I tiltaket «økt utsortering av plastavfall til materialgjenvinning» gjennomføres forskriftskravet om utsortering og materialgjenvinning av plastavfall, som ble fastsatt i juni 2022 (FOR-2022-06-07-971, 2022). Kravet innebærer at kommunene skal sørge for at minst 50 prosent av gjenvinnbar plast i husholdningsavfallet må sorteres ut og gjenvinnes innen 2028, og minst 60 prosent innen 2030 (og 70 prosent innen 2035). Virksomheter som genererer husholdningsliknende avfall, skal også sørge for utsortering av plast.

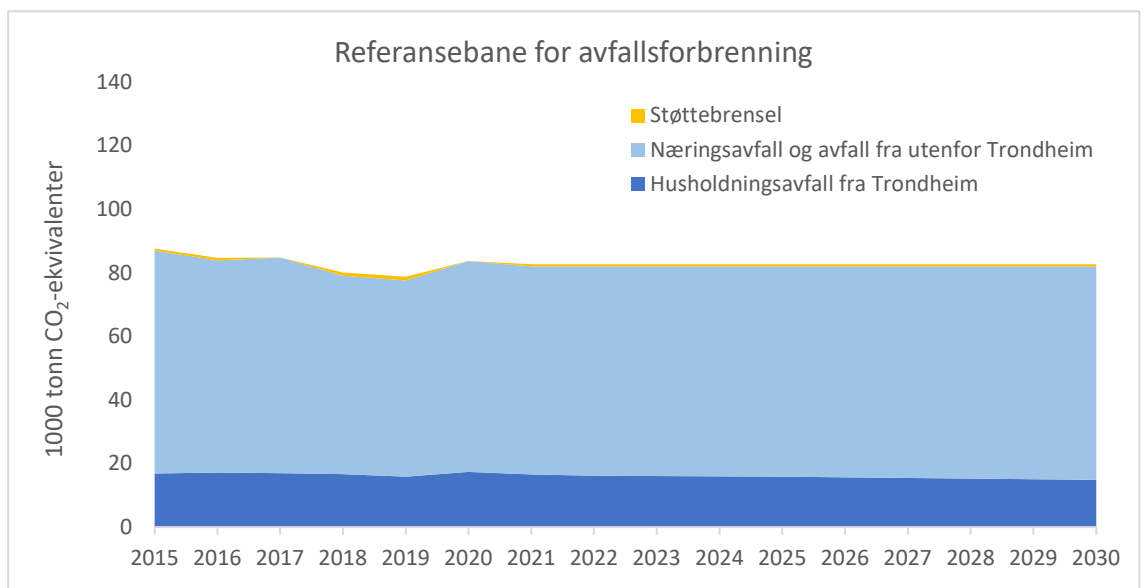
Tiltaket har effekt på utslippskilden avfallsforbrenning. Reduksjonen i utslippene skyldes at fossilandelen i avfallet reduseres, slik at utslipp per tonn avfall forbrent reduseres. Tiltaket medfører også en reduksjon i mengden husholdningsavfall fra Trondheim som forbrennes. Det er lagt til grunn at Statkraft Varme utnytter kapasiteten i anlegget, og at volumet redusert husholdningsavfall erstattes med næringsavfall og avfall fra utenfor Trondheim, slik at den totale avfallsmengden ikke endres. Dette innebærer at noe av effekten av økt utsortering av plast «spises opp» av en økning i mengden næringsavfall og annet avfall. Vi vurderer dette som en rimelig antakelse for hva som vil skje med utslippene fra avfallsforbrenning i Trondheim (territoriell avgrensing), men understreker at denne effekten innebærer at noen utslipp som ellers ville skjedd andre steder, flyttes til Trondheim. Hvis man isolerer den direkte effekten av økt utsortering av plast, vil utslippsreduksjonen altså være større enn beregnet her.

Effekten av tiltaket er usikker. Blant annet er beregningen av tiltakseffekten basert på en nedskalering av nasjonale tall fra Klimakur 2030. Det er altså ikke gjort en spesifikk vurdering av hvor stor økning i utsorteringen i Trondheim som trengs for å oppfylle forskriftskravet. Gitt at forbrenningsanlegget erstatter husholdningsavfall med annet avfall, er det også usikkert hva fossilandelen i dette avfallet vil være.

Tiltaket CCS på avfallsforbrenning innebærer at det gjennomføres karbonfangst ved avfallsforbrenningsanlegget fra og med 2029. Det er lagt til grunn at karbonfangst reduserer utslippene med 87 prosent, basert på beregningene i Klimakur 2030. Tiltaket vil i praksis ha effekt både på de fossile og de biogene utslippene. Her viser vi imidlertid kun effekten på de fossile utslippene, mens effekten på de biogene utslippene er presentert i kapittel 6.2. Det er stor usikkerhet knyttet til gjennomføring av tiltaket, herunder tidsplan og rammebetingelser.

5.2.3 Resultater per utslippskilde

5.2.3.1 Avfallsforbrenning



Figur 27: Utslipp i referansebanen i sektoren Energiforsyning, for utslippskilden Avfallsforbrenning. Tusen tonn CO2-ekvivalenter.

Utslippene fra avfallsforbrenning økte i perioden 2009-2015, falt i perioden 2015-2018 og har deretter gått noe opp igjen. Utslippene i 2020 var 16 prosent høyere enn i 2009, se Tabell 26. Utslippene henger nært sammen med mengden avfall som forbrennes. Avfallsmengden gikk noe ned i perioden 2015-2018, og deretter noe opp igjen, og utslippene har fulgt samme mønster. Framover forventer Statkraft Varme at avfallsmengdene opprettholdes på dagens nivå. Dette medfører at utslippene i framskrivingen i referansebanen er konstante på dagens nivå.

Utslippskilden er delt inn i tre bidrag; husholdningsavfall fra Trondheim, næringsavfall og avfall fra utenfor Trondheim, og støttebrensel.

Utslippene fra husholdningsavfall fra Trondheim er beregnet på bakgrunn av SSB avfallsstatistikk, befolkningsstatistikk og -prognoser og Miljødirektoratets utslippsregnskap. Mengden husholdningsavfall per innbygger fulgte en nedadgående trend i 2015-2021, og denne trenden forventes å fortsette. Samtidig forventes en svak befolkningsøkning. Til sammen fører dette til at utslippene i framskrivingen i referansebanen reduseres med omtrent 1 prosent per år.

Bidraget næringsavfall og avfall fra utenfor Trondheim omfatter alt annet avfall enn husholdningsavfall fra Trondheim, dvs. næringsavfall - både fra Trondheim og fra utenfor

Trondheim, og husholdningsavfall fra utenfor Trondheim. Mengden næringsavfall og avfall fra utenfor Trondheim gikk noe ned fra 2015 til 2018, og har deretter økt noe igjen. Utslippene har fulgt samme mønster. Basert på opplysninger fra Statkraft Varme, ligger det til grunn i framskrivningen at kapasiteten i anlegget utnyttes på samme nivå som i dag. Mengden næringsavfall og avfall fra utenfor Trondheim forventes derfor å øke tilsvarende som reduksjonen i husholdningsavfall fra Trondheim. I framskrivningen i referansebanen øker derfor utslippene fra næringsavfall og avfall fra utenfor Trondheim svakt.

Bidraget støttebrensel omfatter bruk av andre brensler enn avfall i avfallsforbrenningsanlegget. På bakgrunn av data fra Miljødirektoratet, er det lagt til grunn at det brukes noe olje som støttebrensel. I dataene fra Miljødirektoratet har bruken av olje variert en del fra år til år. I framskrivningen i referansebanen videreføres utslippene fra støttebrensel tilsvarende nivå som de siste årene.

Det er ikke beregnet noe usikkerhetsintervall for utslippene. Den viktigste driveren for utslippene er mengden avfall som forbrennes. Statkraft Varme har sjøl oppgitt at den totale avfallsmengden som forbrennes forventes å være stabil, og vi antar at det er relativt liten usikkerhet knyttet til dette. Fordelingen av avfall mellom bidragene husholdningsavfall og næringsavfall og avfall fra utenfor Trondheim er noe mer usikker. Når det gjelder husholdningsavfall fra Trondheim, er det usikkerhet knyttet både til befolkningsutviklingen og til hvorvidt mengden avfall per person vil fortsette å reduseres. Når det gjelder næringsavfall, vil det kunne variere over tid hvilke typer avfall anlegget mottar. Hvis anlegget mottar avfall med høyere eller lavere fossilandel enn det som er lagt til grunn, vil dette påvirke utslippene. Bruken av støttebrensel har variert en del fra år til år, og nivået er slik sett usikkert. Utslipp fra støttebrensel utgjør imidlertid en svært liten del av totalutslippene, og det er ikke grunn til å forvente at bruken av støttebrensel vil endres betydelig. Når man ser på utslippskilden avfallsforbrenning under ett, er det derfor ingen usikkerhet av betydning knyttet til utslipp fra støttebrensel.

Framskrivningene tar ikke høyde for eventuell ukjent kapasitetsøkning på forbrenningsanlegget, som sannsynligvis ville føre til at samlet mengde forbrent avfall ville gå opp. Det er heller ikke tatt med en eventuell reduksjon i mengde forbrent avfall som følge av innføring av CO₂-avgift for forbrenning av avfall fra 1.1.2022. Hvordan avgiften vil påvirke mengden forbrent avfall er et komplekst spørsmål som det ikke var mulig å modellere innenfor rammene av arbeidet med referansebanen. Eventuelle reduksjoner i utslipp per tonn avfall vil komme som følge av at avgiften gir insentiver til framtidige tiltak som til dels er enda vanskeligere å anslå, og som i de fleste tilfeller sannsynligvis bør ligge utenfor referansebanen per definisjon.

Tabell 26: Utslipp i sektoren Energiforsyning, for utslippskilden Avfallsforbrenning, i tonn CO₂-ekvivalenter. Kolonnen «Prosent endring» angir prosentvis endring for statistikk i 2020 i forhold til statistikk i 2009 og prosentvis endring for referansebanen i 2030 i forhold til statistikk i 2020. Endringer i tiltakspakkene er angitt i forhold til referansebanen i 2030.

Utslippskilde	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Avfallsforbrenning	2009, Statistikk	72 108			
	2020, Statistikk	83 714	16 %		
	2030, Referansebane	82 706	-1 %	82 706	82 606
	2030, Klimabudsjett	82 706	0 %	82 706	82 606
	2030, Klimakur	14 196	-83 %	14 196	14 196
	2030, Kraftfulle tiltak	14 196	-83 %	14 196	14 196

5.2.3.2 Fjernvarme unntatt avfallsforbrenning

Utslippene fra fjernvarme unntatt avfallsforbrenning kommer hovedsakelig fra bruk av fossile brensler i fjernvarmeproduksjonen. I tillegg inngår utslipp av metan og lystgass fra bruk av bioenergi. Hoveddelen av utslippene kommer fra Statkraft Varmes anlegg. I tillegg er det små utslipp fra Klæbu bioenergi.

I perioden 2009-2020 har utslippene variert mellom 9 000 tonn og 25 000 tonn uten å følge noen klar trend. Store årlige variasjoner i utslippene kan forklares både ut fra årlige variasjoner i etterspørselen etter fjernvarme (avhengig av utetemperatur) og at produsentene til en viss grad veksler mellom ulike energibærere avhengig av energiprisene. Utslippene nådde sitt laveste nivå i 2020. Dette faller sammen med en relativt markant reduksjon i produksjonen av fjernvarme, og at denne reduksjonen først og fremst ser ut til å ha skjedd ved redusert produksjon av varme fra LPG. Data fra fjernkontrollen.no viser at produksjonen av fjernvarme, og bruken av LPG var betydelig høyere i 2021 enn i 2020. Vi antar at de lave utslippene i 2020 var midlertidige, og delvis kan ha hatt sammenheng med lav aktivitet i forbindelse med COVID. De store prosentvise endringene i utslippene som framkommer av Tabell 27 må derfor ikke tolkes som trender i utslippsutviklingen, men som uttrykk for at det er store årlige variasjoner.

I framskrivingen i referansebanen (middelverdien) øker utslippene gradvis fram til 2030. Sett i forhold til 2020, er utslippsøkningen stor, jf. Tabell 27, men de uvanlig lave utslippene i 2020 bidrar til dette. Sett i forhold til 2019, er utslippsøkningen i 2030 på 12 prosent. Utslippene drives av omfanget på fjernvarmeproduksjonen og hvilke energikilder som brukes i produksjonen.

I framskrivingen i referansebanen er det en økning i produksjonen av fjernvarme ved Statkraft Varme fra andre kilder enn avfallsforbrenning. Økt produksjon trekker utslippene opp. Produksjonen ved Klæbu Bioenergi består i hovedsak av biobrensler. I tillegg benyttes det i enkelte år noe olje og elektrisitet. Produksjonen har ligget på et stabilt nivå siden 2017, og i referansebanen videreføres nivået på produksjonen. Statkraft Varme har en prognose for framtidig fjernvarmeproduksjon som angir forventet total energiproduksjon og planlagte andeler av energiproduksjonen fra ulike energibærere. I framskrivingen i referansebanen har vi lagt til grunn at totalproduksjonen av fjernvarme følger av nivået i Statkraft Varmes prognose.

Når det gjelder utslippene per produsert enhet energi, har vi i middelalternativet antatt en konstant utslippsfaktor, på nivå med gjennomsnittet i 2017-2020. Vi har valgt en konstant utslippsfaktor for å synliggjøre effekten av tiltaket «utfasing av fossile brensler i fjernvarmeproduksjon» fra Klimabudsjettet, se omtale i kapittel 5.2.2.

Det er betydelig usikkerhet knyttet til sammensetningen av energibærere til bruk i fjernvarmeproduksjonen. Anleggene har mulighet til å veksle mellom ulike energibærere, og hva som vil bli brukt vil blant annet avhenge av relative energipriser. Vår forutsetning om at utslipp per energienhet produsert fra brensler er svært usikker. I og med at Statkraft Varme har en plan for utfasing av fossile brensler (jf. tiltaksanalyse), og denne planen kan gjennomføres delvis, er det også vanskelig å vurdere hva som er realistiske antakelser uten denne planen.

Trenden i perioden 2015-2020 er at utslippsfaktoren har blitt redusert. Som nedre grense har vi antatt en videreføring av denne trenden. Med denne antakelsen vil reduserte utslipp per enhet energi veie opp for økningen i fjernvarmeproduksjon, og utslippene falle svakt mot 2030.

Som øvre grense har vi antatt en konstant utslippsfaktor på nivå med gjennomsnittet i 2015-2020. Dette utgjør kun en liten forskjell fra middelalternativet, men reflekterer at det er lite sannsynlig med en økning i utslippsfaktoren.

Tabell 27: Utslipp i sektoren Energiforsyning, for utslippskilden Fjernvarme unntatt avfallsforbrenning, i tonn CO₂-ekvivalenter. Kolonnen «Prosent endring» angir prosentvis endring for statistikk i 2020 i forhold til statistikk i 2009 og prosentvis endring for referansebanen i 2030 i forhold til statistikk i 2020. Endringer i tiltakspakkene er angitt i forhold til referansebanen i 2030.

Utslippskilde	År / scenario	Utslipp, middel-verdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Fjernvarme unntatt avfallsforbrenning	2009, Statistikk	23 389			
	2020, Statistikk	8 919	-62 %		
	2030, Referansebane	28 172	216 %	17 909	29 705
	2030, Klimabudsjett	3 098	-89 %	3 098	3 098
	2030, Klimakur	3 098	-89 %	3 098	3 098
	2030, Krafftfulle tiltak	3 098	-89 %	3 098	3 098

5.3 Annen mobil forbrenning

5.3.1 Utvikling i referansebanen for annen mobil forbrenning

Utslippene fra annen mobil forbrenning økte med 9 prosent fra 2009 til 2020 (se Tabell 28 og Figur 28), men utslippene innenfor hver utslippskilde har gått mye opp og ned uten noen klare trender. Det kan i alle tilfeller være vanskelig å lese noe konkret ut av tallene, på grunn av usikkerheten som ligger i beregningsmetoden i det kommunefordelte klimagassregnskapet. For alle utslippskildene, med unntak av snøscootere, hentes nasjonale totalutslipp for hver næring fra energibalansen til SSB. Utslippene kommunefordelles deretter ved bruk av næringsspesifikke nøkler. Svingningene man ser i tallene kan med andre ord like gjerne skyldes svingninger i nasjonal total som konkrete lokale forhold. Det har derfor vært vanskelig å lage en god framskriving av utslippene innenfor denne sektoren. For mer detaljer om fordelingsnøklerne for hver utslippskilde i det kommunefordelte klimagassregnskapet, se kapittel 7.3.1.1-7.3.1.6.

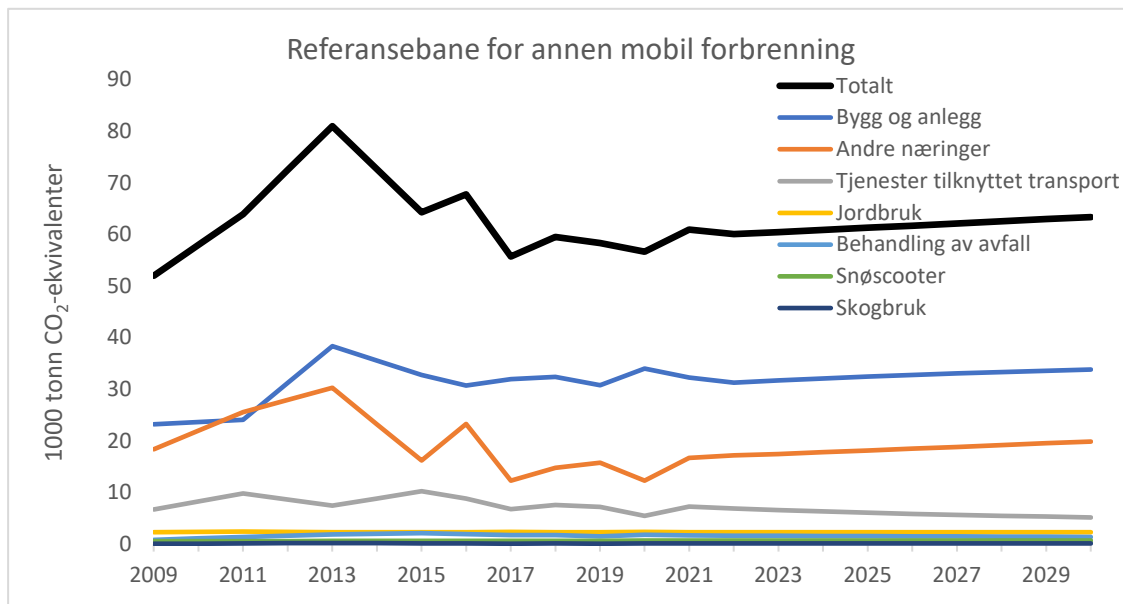
Samlet sett forventes utslippene i referansebanen for annen mobil forbrenning å øke med 12 prosent i 2030 sammenliknet med 2020, men med et svært bredt usikkerhetsintervall fra 13 prosent reduksjon i nedre grense til en økning på 37 prosent i øvre grense. Øvre og nedre grense for usikkerhetsintervallet for sektoren totalt svarer til summen av henholdsvis øvre og nedre grense for alle enkeltkildene. Det er ikke gjort noen vurdering av sannsynligheten for at alle enkeltkildene *samtidig* havner i henholdsvis øvre eller nedre sjikt av sine framskrivninger.

Framskrivningene inkluderer det vedtatte forbudet mot bruk av mineralolje til midlertidig byggvarme fra og med 2022 (FOR-2021-01-07-49). Dette påvirker utslippene fra utslippskilden Bygg og anlegg. Framskrivningene inkluderer imidlertid ikke et varslet nytt omsetningskrav for avansert biodrivstoff til ikke-veigående maskiner fra januar 2023. Dette omsetningskravet vil påvirke alle utslippskildene i sektorene med unntak av snøscootere, og bør tas inn i referansebanen etter at det er vedtatt.

Samlet strømforbruk i referansebanen er beregnet til å øke fra 66 GWh i 2020 til 75 GWh i 2030. Elektrisitetsforbruket til elektriske anleggsmaskiner i referansebanen antas å være knyttet til kommunale bygge- og anleggsprosjekter hvor det har vært stilt krav om nullutslippsløsninger. Elektrisitetsforbruk per innbygger holdes fast i referansebanen, men det beregnes en økning som følge av befolkningsvekst.

Tabell 28: Utslipp i sektoren Annen mobil forbrenning, i tonn CO₂-ekvivalenter. Kolonnen «Prosent endring» angir prosentvis endring for statistikk i 2020 i forhold til statistikk i 2009 og prosentvis endring for referansebanen i 2030 i forhold til statistikk i 2020. Endringer i tiltakspakkene er angitt i forhold til referansebanen i 2030. Kolonnen «Endring 2009-2030» angir prosentvis endring for referansebanen og tiltakspakkene i 2030 i forhold til statistikk i 2009.

Sektor	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense	Endring 2009-2030
Annen mobil forbrenning	2009, Statistikk	52 018				
	2020, Statistikk	56 687	9 %			
	2030, Referansebane	63 388	12 %	49 136	77 935	22 %
	2030, Klimabudsjett	56 462	-11 %	42 972	70 379	9 %
	2030, Klimakur	41 565	-34 %	31 678	51 765	-20 %
	2030, Kraftfulle tiltak	693	-99 %	693	693	-99 %



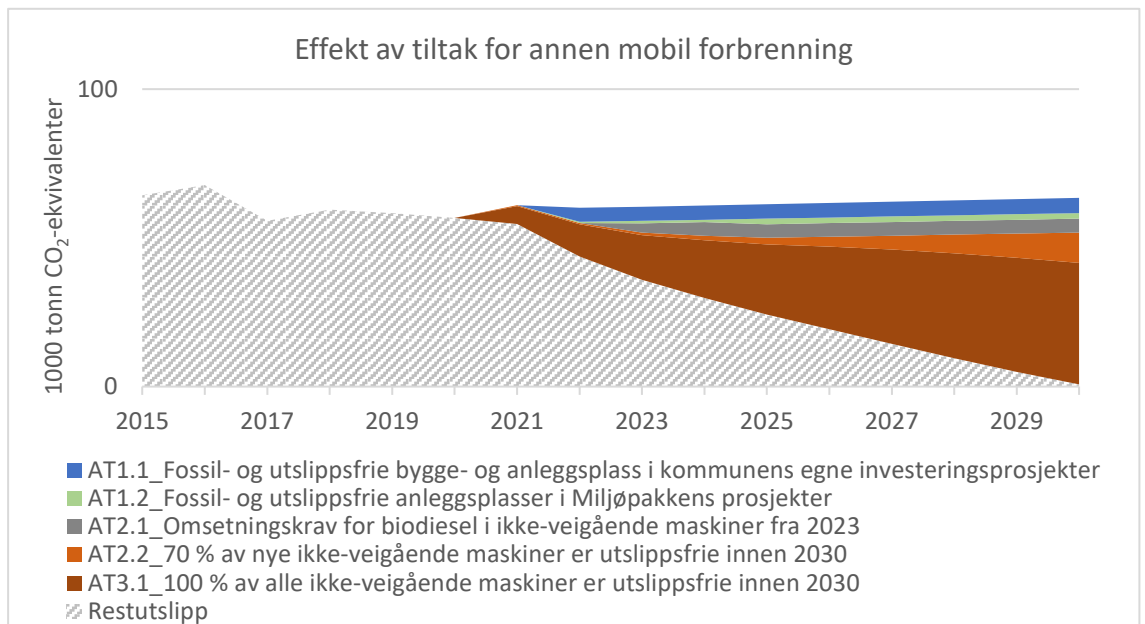
Figur 28: Utslipp i referansebanen i sektoren Annen mobil forbrenning

5.3.2 Effekt av tiltak for annen mobil forbrenning

Både tiltakspakke 1 (Klimabudsjett) og 2 (Klimakur og liknende tiltak) inneholder tiltak som gir vesentlige reduksjoner i utslippene fra ikke-veigående maskiner, på til sammen 34 prosent i forhold til referansebanen i 2030. De viktigste er gjennomføringen av fossil- og utslippsfrie bygge- og anleggsplasser i kommunens egne investeringsprosjekter (AT1.1), å innføre omsetningskrav for biodiesel i ikke-veigående maskiner (AT2.1), og tiltak for å øke andelen utslippsfrie maskiner i nysalget av ikke-veigående maskiner til 70 prosent innen 2030 (AT.2.2).

Men for å få reelle og dype kutt i tråd med 80-prosentmålet for 2030, kreves det mer tvingende tiltak som fjerner det meste av utslippene. I tiltakspakke 3 (Kraftfulle tiltak) er det derfor tatt inn et tiltak som innebærer at alle ikke-veigående maskiner som benyttes i Trondheim må være utslippsfrie innen 2030 (AT3.1).

Å finne virkemidler for å utløse tiltakene er krevende på grunn av et komplekst aktørville med både private og statlige byggherrer og andre maskinbrukere i tillegg til kommunen selv, og av mangel på hjemmel. Kommunen bidrar betydelig gjennom å stille krav om fossil- og utslippsfrie maskiner i egne prosjekter, samt å velge utslippsfrie alternativer ved innkjøp av egne maskiner (som en forenkling er effekten slått sammen med effekten av utfasing av fossile drivstoff i kommunens kjøretøypark, se tiltak T1.2). Kravstilling i anskaffelser vil bidra til å øke etterspørselen etter utslippsfrie maskiner. Men mye av tiltakene AT2.2 og AT3.1 vil kreve statlig regulering og krav stilt til entreprenører i statlige og private oppdrag. Per i dag er det uklart om kommunene har hjemmel til å stille utslippskrav til private byggherrer, og slike krav vil kunne kreve en statlig forskriftsending.



Figur 29: Utslippsreduksjoner fra tiltak i sektoren Annen mobil forbrenning

5.3.3 Resultater per utslippskilde

5.3.3.1 Bygg og anlegg

For Bygg og anlegg har utslippene økt med 47 prosent fra 2009 til 2020, men har vært forholdsvis stabile fra 2015. Det er stor usikkerhet om hvor store utslippene egentlig er for denne utslippskilden. Foreløpig er det kun byggeaktivitet og ikke anleggsaktivitet som inngår i fordelingsnøkkelen for utslipp fra bygg- og anlegg, noe som kan gi en skjevfordeling av utslipp til kommuner med overvekt av byggeaktivitet, mens kommuner med overvekt av anleggsaktivitet vil få lavere utslipp.

I referansebanen framskrives drivstofforbruk per innbygger i utgangspunktet som konstant på gjennomsnittet for perioden 2015-2020, men for å ta høyde for det vedtatte forbudet mot bruk av mineralolje til midlertidig byggvarme blir forbruk av avgiftsfri diesel til bygg og anlegg redusert med en prosentdel lik den antatte andelen avgiftsfri diesel brukt til byggvarme (nasjonalt: om lag 8 prosent). Det er antatt at det vil være en viss tilpasning i markedet i forkant slik at bruken blir noe redusert fra 2021. Videre antas drivstofforbruket å utvikle seg proporsjonalt med befolkningstallet fram mot 2030. Kombinert gir dette en framskriving hvor utslippene reduseres med i underkant av 1 prosent i 2030 sammenliknet med 2020-nivå.

Tabell 29: Utslipp i sektoren Annen mobil forbrenning, for utslippskilden Bygg og anlegg, i tonn CO₂-ekvivalenter. Kolonnen «Prosent endring» angir prosentvis endring for statistikk i 2020 i forhold til statistikk i 2009 og prosentvis endring for referansebanen i 2030 i forhold til statistikk i 2020. Endringer i tiltakspakkene er angitt i forhold til referansebanen i 2030.

Utslippskilde	År / scenario	Utslipp, middelvei	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Bygg og anlegg	2009, Statistikk	23 189			
	2020, Statistikk	33 986	47 %		
	2030, Referansebane	33 815	-1 %	29 145	37 633
	2030, Klimabudsjett	26 890	-20 %	22 981	29 926
	2030, Klimakur	19 706	-42 %	16 841	21 931
	2030, Kraftfulle tiltak	0	-100 %	0	0

5.3.3.2 Tjenester tilknyttet transport

Utslippskilden Tjenester tilknyttet transport omfatter drift av deler av transportinfrastrukturen og aktiviteter i forbindelse med godsbehandling. Det inkluderer blant annet drift av jernbanestasjoner, busstasjoner og godsterminaler, veier, bruer, tunneler og drift av havner og kaianlegg (SSB, 2008).

For Tjenester tilknyttet transport variert utslippene mye i perioden 2009-2015 og deretter ser vi en nedadgående trend i perioden 2015-2020. Det er uklart hva som er årsaken til den nedadgående trenden og det er også stor usikkerhet om hvor store utslippene egentlig er for denne utslippskilden per kommune. Nedgangen kan skyldes at det er solgt mindre avgiftsfri diesel til maskiner og kjøretøy innenfor tjenester tilknyttet transport på landsbasis.

I referansebanen framskrives utslippene i *nedre grense* som en videreføring av den nedadgående trenden som er observert de siste årene, og i *øvre grense* som konstant på gjennomsnittet for perioden 2015-2020. Middelveidien er deretter satt lik gjennomsnittet av øvre og nedre grense, noe som tilsvarer 5 prosent reduksjon i 2030 fra 2020-nivå.

Tabell 30: Utslipp i sektoren Annen mobil forbrenning, for utslippskilden Tjenester tilknyttet transport, i tonn CO₂-ekvivalenter. Kolonnen «Prosent endring» angir prosentvis endring for statistikk i 2020 i forhold til statistikk i 2009 og prosentvis endring for referansebanen i 2030 i forhold til statistikk i 2020. Endringer i tiltakspakkene er angitt i forhold til referansebanen i 2030.

Utslippskilde	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Tjenester tilknyttet transport	2009, Statistikk	6 684			
	2020, Statistikk	5 478	-18 %		
	2030, Referansebane	5 179	-5 %	2 686	7 673
	2030, Klimabudsjett	5 179	0 %	2 686	7 673
	2030, Klimakur	3 796	-27 %	1 968	5 623
	2030, Kraftfulle tiltak	0	-100 %	0	0

5.3.3.3 Behandling av avfall

For Behandling av avfall økte utslippene jevnt i perioden 2009 til 2015, for så å bli redusert igjen fram mot 2020. Alt i alt har utslippene mer enn doblet seg fra 2009 til 2020. Det er uklart hva som er årsaken til den nedadgående trenden fra 2015 og om den kan ventes å vedvare. Nedgangen kan skyldes at det er solgt mindre avgiftsfri diesel til maskiner og kjøretøy som benyttes til behandling av avfall på landsbasis, men det kan også skyldes at mengden husholdningsavfall (som er benyttet som fordelingsnøkkel i kommunefordelingen) har gått mer ned i Trondheim enn landsgjennomsnittet.

Kommunefordelingen av utslipp tar ikke hensyn til eventuelle forskjeller i utslipp per mengde innhentet avfall for kommuner med tett bystruktur versus kommuner med større avstander. Dette kan gi noe for høye utslipp for Trondheim.

Det er stor usikkerhet om hvor store utslippene egentlig er for denne utslippskilden per kommune, men utslippene utgjorde kun 0,4 prosent av utslippene i Trondheim i 2020.

I referansebanen framskrives utslippene i *nedre grense* som en videreføring av den nedadgående trenden som er observert de siste årene, og i *øvre grense* som konstant

på gjennomsnittet for perioden 2015-2020. Middelerdien er deretter satt lik gjennomsnittet av øvre og nedre grense, noe som tilsvarer 22 prosent reduksjon i 2030 fra 2020-nivå.

Tabell 31: Utslipp i sektoren Annen mobil forbrenning, for utslippskilden Behandling av avfall, i tonn CO₂-ekvivalenter. Kolonnen «Prosent endring» angir prosentvis endring for statistikk i 2020 i forhold til statistikk i 2009 og prosentvis endring for referansebanen i 2030 i forhold til statistikk i 2020. Endringer i tiltakspakkene er angitt i forhold til referansebanen i 2030.

Utslippskilde	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Behandling av avfall	2009, Statistikk	788			
	2020, Statistikk	1 779	126 %		
	2030, Referansebane	1 392	-22 %	996	1 788
	2030, Klimabudsjett	1 392	0 %	996	1 788
	2030, Klimakur	1 020	-27 %	730	1 311
	2030, Kraftfulle tiltak	0	-100 %	0	0

5.3.3.4 Skogbruk og jordbruk

Bruk av maskiner i skogbruk og jordbruk er blant de minste utslippskildene i Trondheim. For skogbruk har utslippene økt med 36 prosent fra 2009 til 2020. I referansebanen framskrives utslippene som konstante på gjennomsnittet for perioden 2015-2020, noe som tilsvarer 5 prosent økning i 2030 for skogbruk, fra 2020-nivå.

For jordbruk har utslippene økt med 1 prosent fra 2009 til 2020. I referansebanen framskrives utslippene som konstante på gjennomsnittet for perioden 2015-2020, noe som tilsvarer 1 prosent nedgang i 2030 for jordbruk, fra 2020-nivå.

Det er stor usikkerhet om hvor store utslippene egentlig er for maskiner i skogbruk og jordbruk per kommune, men utslippene utgjorde henholdsvis kun 0,02 prosent og 0,6 prosent av utslippene i Trondheim i 2020.

Tabell 32: Utslipp i sektoren Annen mobil forbrenning, for utslippskilden Skogbruk, i tonn CO₂-ekvivalenter. Kolonnen «Prosent endring» angir prosentvis endring for statistikk i 2020 i forhold til statistikk i 2009 og prosentvis endring for referansebanen i 2030 i forhold til statistikk i 2020. Endringer i tiltakspakkene er angitt i forhold til referansebanen i 2030.

Utslippskilde	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Skogbruk	2009, Statistikk	72			
	2020, Statistikk	99	36 %		
	2030, Referansebane	104	5 %	104	104
	2030, Klimabudsjett	104	0 %	104	104
	2030, Klimakur	76	-27 %	76	76
	2030, Kraftfulle tiltak	0	-100 %	0	0

Tabell 33: Utslipp i sektoren Annen mobil forbrenning, for utslippskilden Jordbruk, i tonn CO₂-ekvivalenter. Kolonnen «Prosent endring» angir prosentvis endring for statistikk i 2020 i forhold til statistikk i 2009 og prosentvis endring for referansebanen i 2030 i forhold til statistikk i 2020. Endringer i tiltakspakkene er angitt i forhold til referansebanen i 2030.

Utslippskilde	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Jordbruk	2009, Statistikk	2 324			
	2020, Statistikk	2 354	1 %		
	2030, Referansebane	2 320	-1 %	2 320	2 320
	2030, Klimabudsjett	2 320	0 %	2 320	2 320
	2030, Klimakur	1 700	-27 %	1 700	1 700
	2030, Kraftfulle tiltak	0	-100 %	0	0

5.3.3.5 Andre næringer

Andre næringer inkluderer alle næringer som bruker avgiftsfri diesel som ikke er dekket av de øvrige utslippskildene, i tillegg til bensin brukt i husholdninger (plenklippere, snøfreser, motorsager etc.). Næringene industri, detaljhandel og agentur og engros står for hovedandelen av utslippene.

For Andre næringer har utslippene gått ned med 33 prosent fra 2009 til 2020, men utslippene har gått en del opp og ned fra år til år uten noen klar trend. Det er stor usikkerhet om hvor store utslippene egentlig er for denne utslippskilden. I referansebanen framskrives utslippene med økonomisk vekst. Dette gir en framskriving hvor utslippene øker med 62 prosent i 2030, fra 2020-nivå.

Tabell 34: Utslipp i sektoren Annen mobil forbrenning, for utslippskilden Andre næringer, i tonn CO₂-ekvivalenter. Kolonnen «Prosent endring» angir prosentvis endring for statistikk i 2020 i forhold til statistikk i 2009 og prosentvis endring for referansebanen i 2030 i forhold til statistikk i 2020. Endringer i tiltakspakkene er angitt i forhold til referansebanen i 2030.

Utslippskilde	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Andre næringer	2009, Statistikk	18 399			
	2020, Statistikk	12 300	-33 %		
	2030, Referansebane	19 884	62 %	13 193	27 723
	2030, Klimabudsjett	19 884	0 %	13 193	27 723
	2030, Klimakur	14 575	-27 %	9 670	20 320
	2030, Kraftfulle tiltak	0	-100 %	0	0

5.3.3.6 Snøscooter

Snøscooter er en liten utslippskilde, med årlig utslipp på om lag 600-700 tonn CO₂-ekvivalenter mellom 2009 og 2020. Utslippene økte med 23 prosent fra 2009 til 2020, men utgjorde kun 0,2 prosent av utslippene i Trondheim i 2020. I referansebanen framskrives utslippene som konstante på 2020-nivå.

Tabell 35: Utslipp i sektoren Annen mobil forbrenning, for utslippskilden Snøscooter, i tonn CO₂-ekvivalenter. Kolonnen «Prosent endring» angir prosentvis endring for statistikk i 2020 i forhold til statistikk i 2009 og prosentvis endring for referansebanen i 2030 i forhold til statistikk i 2020. Endringer i tiltakspakkene er angitt i forhold til referansebanen i 2030.

Utslippskilde	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Snøscooter	2009, Statistikk	561			
	2020, Statistikk	693	23 %		
	2030, Referansebane	693	0 %	693	693
	2030, Klimabudsjett	693	0 %	693	693
	2030, Klimakur	693	0 %	693	693
	2030, Kraftfulle tiltak	693	0 %	693	693

5.4 Avfall og avløp

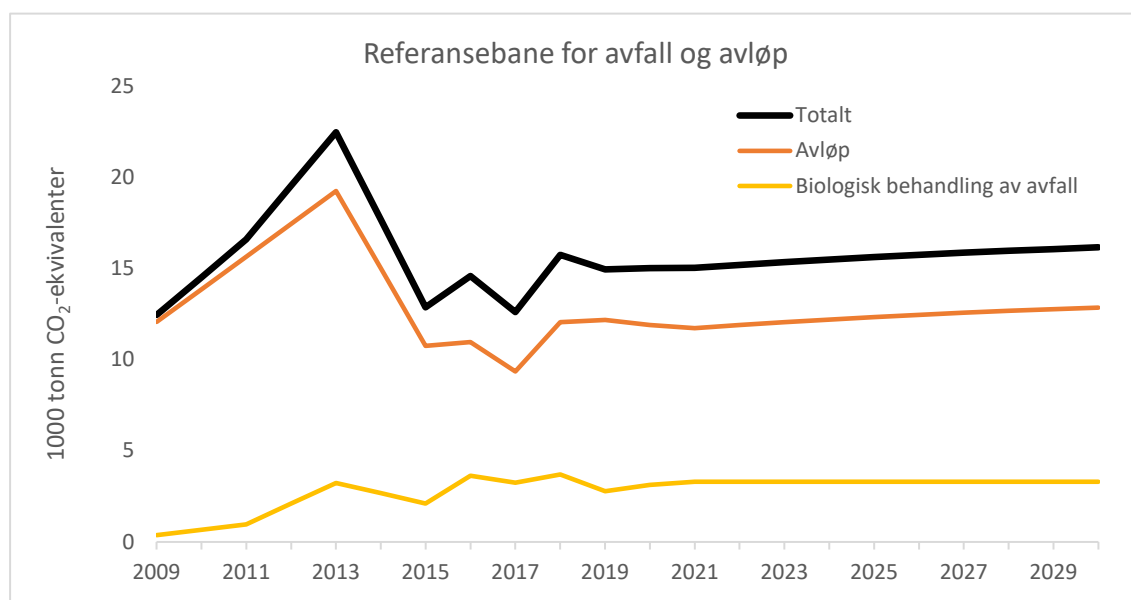
5.4.1 Utvikling i referansebanen for avfall og avløp

Sektoren avfall og avløp er i det kommuneforelte utslippsregnskapet delt inn i de tre utslippskildene Avfallsdeponigass, Biologisk behandling av avfall og Avløp. På grunn av den store usikkerhet er resultatene for utslippskilden Avfallsdeponigass tatt ut fra totalen i referansebanen både for territoriell tilnærming og for GPC-tilnærmingen.

De samla klimagassutslippene fra avfall og avløp utenom avfallsdeponigass, økte med 21 prosent fra 2009 til 2020 (se Tabell 36 og Figur 30). Økningen skyldes økning i utslipp fra biologisk behandling av avfall (metanlekkasje fra biogassproduksjon og kompostering). I framskrivingene i referansebanen forventes utslippene å øke med 8 prosent i 2030, sammenliknet med 2020-nivå.

Tabell 36: Utslipp i sektoren Avfall og avløp, i tonn CO₂-ekvivalenter. Kolonnen «Prosent endring» angir prosentvis endring for statistikk i 2020 i forhold til statistikk i 2009 og prosentvis endring for referansebanen i 2030 i forhold til statistikk i 2020. Endringer i tiltakspakkene er angitt i forhold til referansebanen i 2030. Kolonnen «Endring 2009-2030» angir prosentvis endring for referansebanen og tiltakspakkene i 2030 i forhold til statistikk i 2009.

Sektor	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense	Endring 2009-2030
Avfall og avløp	2009, Statistikk	12 451				
	2020, Statistikk	15 026	21 %			
	2030, Referansebane	16 160	8 %	13 951	18 423	30 %
	2030, Klimabudsjett	16 160	0 %	13 951	18 423	30 %
	2030, Klimakur	16 160	0 %	13 951	18 423	30 %
	2030, Kraftfulle tiltak	16 160	0 %	13 951	18 423	30 %



Figur 30: Utslipp i referansebanen i sektoren Avfall og avløp

5.4.2 Effekt av tiltak for avfall og avløp

Det er ikke beregnet noen tiltak som påvirker utslippene i sektoren Avfall og avløp.

5.4.3 Resultater per utslippskilde

5.4.3.1 Avløp

Utslipp fra avløp består av N₂O- og CH₄-utslipp fra renseanlegg, utslipp fra industriavløpsvann og utslipp fra septiktanker.

Lystgassutslippene har variert lite historisk sett. Metanutslippene økte mye i årene 2009-2013, før de deretter falt igjen og stabiliserte seg på rundt 2009-nivå. I referansebanen framskrives utslipp per innbygger som konstante på gjennomsnittet for perioden 2015-2020. Kombinert med befolkningsutviklingen i Trondheim gir dette en framskriving hvor utslippene øker med 8 prosent i 2030, sammenliknet med 2020-nivå, men med et relativt bredt usikkerhetsintervall som kan tilsi både økning og nedgang fra 2020-nivå.

Tabell 37: Utslipp i sektoren Avfall og avløp, for utslippskilden Avløp, i tonn CO₂-ekvivalenter. Kolonnen «Prosent endring» angir prosentvis endring for statistikk i 2020 i forhold til statistikk i 2009 og prosentvis endring for referansebanen i 2030 i forhold til statistikk i 2020. Endringer i tiltakspakkene er angitt i forhold til referansebanen i 2030.

Utslippskilde	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Avløp	2009, Statistikk	12 073			
	2020, Statistikk	11 901	-1 %		
	2030, Referansebane	12 860	8 %	11 292	14 483
	2030, Klimabudsjett	12 860	0 %	11 292	14 483
	2030, Klimakur	12 860	0 %	11 292	14 483
	2030, Kraftfulle tiltak	12 860	0 %	11 292	14 483

5.4.3.2 Biologisk behandling av avfall

Biologisk behandling av avfall omfatter utslipp av CH₄ i form av metanlekkasje fra biogassproduksjon og utslipp av CH₄ og N₂O fra kompostering. Utslipp fra kompostering omfatter både utslipp fra komposteringsanlegg og fra hjemmekompostering.

Utslippene fra biologisk behandling av avfall er forholdsvis små og utgjorde mindre enn 1 prosent av utslippene i Trondheim i 2020. I 2020 var prosentfordelingen av utslipp mellom metanlekkasje fra biogassproduksjon og kompostering på omtrent 40/60.

Utslippene har mer enn sjudoblet seg fra 2009 til 2020, noe som skyldes en kombinasjon av økt biogassproduksjon og økt kompostering. I referansebanen framskrives biogassproduksjonen som konstant lik gjennomsnittet for perioden 2018-2020, mens kompostert mengde framskrives som konstant lik gjennomsnittet for perioden 2015-2020. Dette gir samlet sett en framskriving hvor utslippene øker med 6 prosent i 2030, fra 2020-nivå, men med et relativt bredt usikkerhetsintervall som kan tilsi både økning og nedgang fra 2020-nivå.

Tabell 38: Utslipp i sektoren Avfall og avløp, for utslippskilden Biologisk behandling av avfall, i tonn CO₂-ekvivalenter. Kolonnen «Prosent endring» angir prosentvis endring for statistikk i 2020 i forhold til statistikk i 2009 og prosentvis endring for referansebanen i 2030 i forhold til statistikk i 2020. Endringer i tiltakspakkene er angitt i forhold til referansebanen i 2030.

Utslippsskilde	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Biologisk behandling av avfall	2009, Statistikk	379			
	2020, Statistikk	3 125	725 %		
	2030, Referansebane	3 299	6 %	2 659	3 939
	2030, Klimabudsjett	3 299	0 %	2 659	3 939
	2030, Klimakur	3 299	0 %	2 659	3 939
	2030, Kraftfulle tiltak	3 299	0 %	2 659	3 939

5.5 Industri, olje og gass

5.5.1 Utvikling i referansebanen for industri

Utslippene fra industri, olje og gass gikk ned med 41 prosent fra 2009 til 2020, og var i 2020 på 38 000 tonn CO₂-ekvivalenter, jf. Tabell 40.

Tabell 40: Utslipp i sektoren Industri, olje og gass, i tonn CO₂-ekvivalenter. Kolonnen «Prosent endring» angir prosentvis endring for statistikk i 2020 i forhold til statistikk i 2009 og prosentvis endring for referansebanen i 2030 i forhold til statistikk i 2020. Endringer i tiltakspakkene er angitt i forhold til referansebanen i 2030. Kolonnen «Endring 2009-2030» angir prosentvis endring for referansebanen og tiltakspakkene i 2030 i forhold til statistikk i 2009.

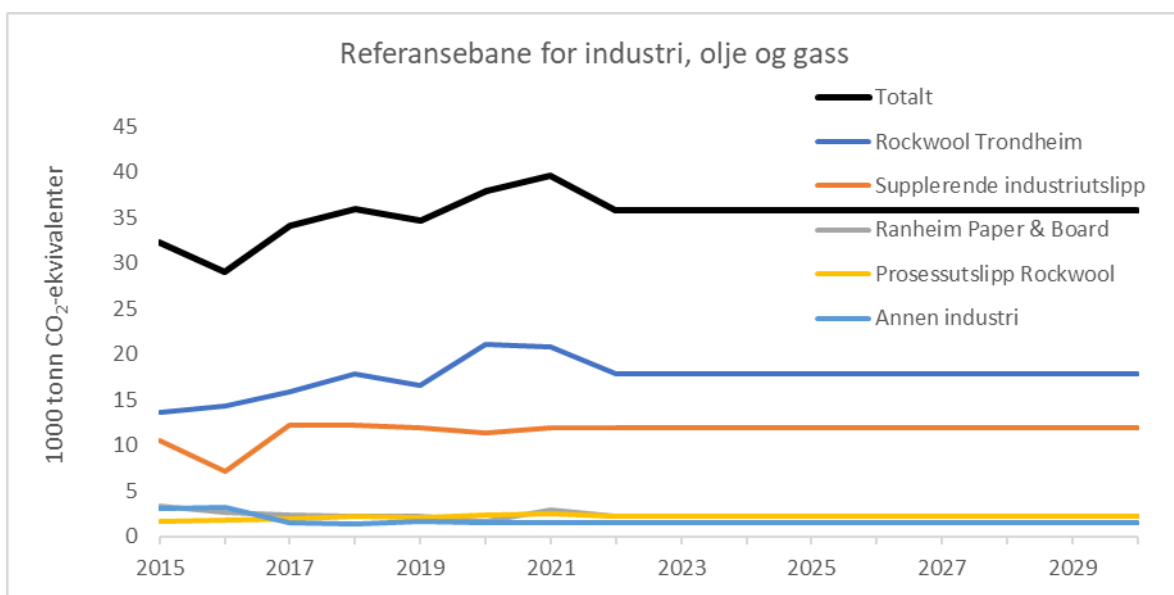
Sektor	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Industri, olje og gass	2009, Statistikk	64 595			
	2020, Statistikk	37 917	-41 %		
	2030, Referansebane	36 206	-5 %	36 206	36 206
	2030, Klimabudsjett	36 206	0 %	36 206	36 206
	2030, Klimakur	20 670	-43 %	20 670	20 670
	2030, Kraftfulle tiltak	7 184	-80 %	7 184	7 184

Den største utslippsskilden er Rockwool Trondheim, som sto for 62 prosent av utslippene i 2020. Også Ranheim Paper & Board har historisk sett vært en stor utslippsskilde, men her har utslippene blitt betydelig redusert, og bedriften sto i 2020 for 4 prosent av utslippene i sektoren. Resten av utslippene kommer fra en rekke bedrifter innenfor mange ulike bransjer.

Den kommunefordelte utslippsstatistikken omfatter kun virksomheter som rapporterer til Miljødirektoratet eller statsforvalteren. For å sikre konsistens med Trondheim kommunes tidligere analyser av klimagassutslippene, har vi i tillegg inkludert «supplerende industriutslipp» basert på SSBs statistikk over industriutslipp. Disse utslippene utgjorde i 2020 omkring 11 000 tonn CO₂-ekvivalenter.

Nedgangen i utslippene for sektoren totalt sett, skjedde i perioden 2009-2013, deretter har utslippene økt noe igjen. Den store nedgangen fra 2009 til 2013 skyldes i hovedsak utslippsreduksjon ved Ranheim Paper & Board. Utslippene har også blitt noe redusert etter 2013. Også utslippene fra Annen industri har blitt redusert. Samtidig har utslippene ved Rockwool Trondheim økt, noe som har medført økning i utslippene for sektoren samlet sett siden 2013.

Utslippene fra Rockwool Trondheim er inndelt i to bidrag, jf. Figur 31; Prosessutslipp Rockwool og Rockwool Trondheim. Bidraget Rockwool Trondheim omfatter utslipp fra energibruk. Det er skilt mellom prosessutslipp og energiutslipp fordi disse føres i ulike sektorer i utslippsregnskapet etter GPC-protokollen.



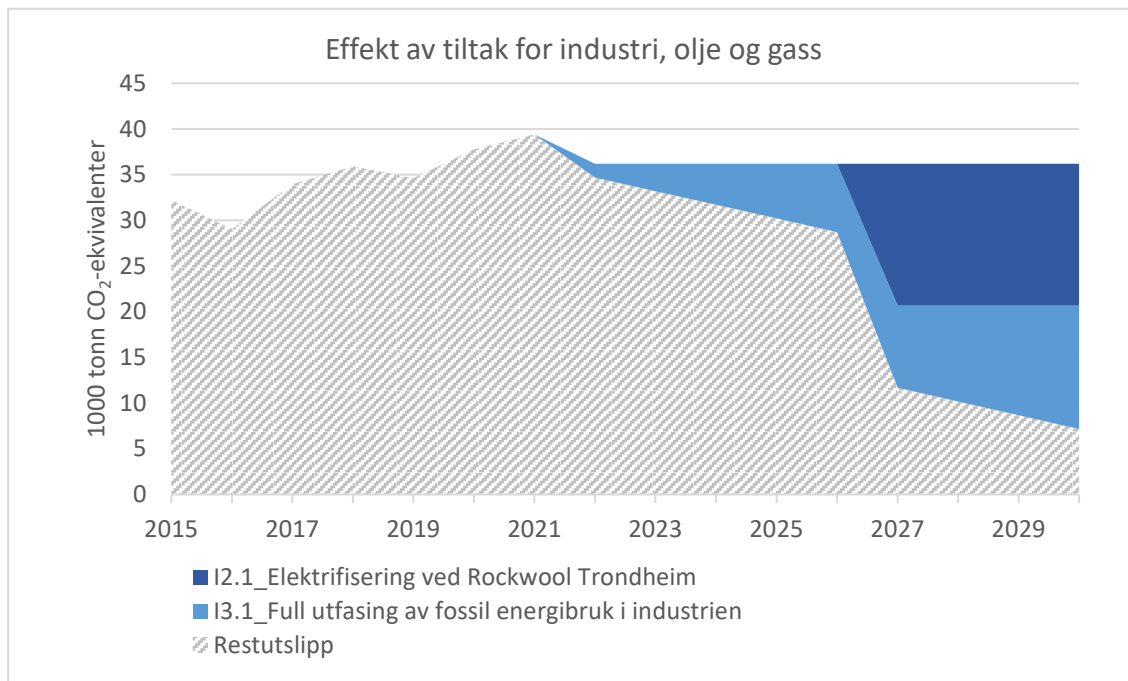
Figur 31: Utslipp i referansebanen i sektoren Industri, olje og gass

I framskrivingen i referansebanen holder utslippene seg stabile fram mot 2030. Utviklingen hviler på en forutsetning om at produksjonen ved Rockwool Trondheim og Ranheim Paper & Board videreføres på dagens nivå, og med dagens energibruk. Også for Annen industri og Supplerende industriutslipp er det lagt til grunn videreføring av utslippsnivået de senere årene, og som tilsier stabile utslipp.

Det er ikke beregnet noe usikkerhetsintervall. Endringer i produksjonsvolum og valg av energibærere er faktorer som vil kunne gjøre at utslippsutviklingen avviker fra referansebanen.

5.5.2 Effekt av tiltak for industri

Det er beregnet effekt av to tiltak i industrien, jf. Figur 32. Tiltaket Elektrifisering ved Rockwool Trondheim inngår i tiltakspakke 2 Klimakur. Tiltaket Full utfasing av fossil energibruk i industrien inngår i tiltakspakke 3 Kraftfulle tiltak.



Figur 32: Utslippsreduksjoner fra tiltak i sektoren Industri, olje og gass

Tiltaket Elektrifisering ved Rockwool Trondheim innebærer at virksomheten erstatter kullkoks med elektrisk kraft. Et tilsvarende tiltak er gjennomført ved Rockwool Moss. Det er lagt til grunn at tiltaket gjennomføres med effekt fra 2027. Tiltaket reduserer utslippene fra virksomheten (energi- og prosessutslipp under ett) med 76 prosent i 2030 sammenliknet med referansebanen. Restutslippene i virksomheten etter tiltaket vil være prosessutslipp og utslipp fra bruk av LPG.

Tiltaket Full utfasing av fossil energibruk i industrien bygger på Meld. St. 13 (2020-2021) hvor det heter at «regjeringa vil (...) leggje til grunn ei gradvis utfasing av bruken av fossile brensel til energiformål i industrien utanfor kvotesystemet fram mot 2030 (...). Eit viktig verkemiddel for å oppnå dette er den gradvise opptrappinga av CO₂-avgifta. Viss det blir behov for det, vil regjeringa fortløpande vurdere ytterlegare verkemiddel, irekna eit eventuelt forbod». Miljødirektoratet har i oppdrag å utrede et mulig forbud. I forbindelse med behandlingen av statsbudsjettet 2023, fattet Stortinget følgende anmodningsvedtak: «Stortinget ber regjeringa i løpet av 2023 varsle et forbud mot bruk av fossile brenslar til energiformål i industrien innan 2030, og utrede innretningen av forbudet. Samtidig varsles det at det utredes hva som kan være hensiktsmessige avgrensinger» (Stortinget, 2022).

I tiltaket er det lagt til grunn en lineær utfasing av fossil energibruk som medfører at utslippene i Annen industri og Supplerende industriutslipp går til null i 2030. Fossil energibruk ved Rockwool Trondheim og Ranheim Paper & Board er ikke inkludert i tiltaket siden disse utslippene er kvotepliktige.

Det er betydelig usikkerhet knyttet til både effekten av tiltaket, og forutsetningene for at tiltaket vil bli gjennomført. For det første har vi lagt til grunn at alle utslippene i Annen industri og Supplerende industriutslipp er utslipp fra bruk av fossile brenslar til energiformål. Det kan godt tenkes at noe av utslippene i realiteten er prosessutslipp, for eksempel i næringsmiddelindustrien. For det andre er det stor usikkerhet knyttet til hva som er et realistisk tidsløp for utfasingen. Det er sannsynligvis teknisk mulig å erstatte fossil energi med fornybar energi/ elektrisitet for de fleste ikke-kvotepliktige

utslippskilder. For enkelte virksomheter kan det imidlertid være behov for en større omlegging av produksjonsprosessen, noe som i så fall vil være mest naturlig å gjennomføre i sammenheng med annet vedlikehold. For det tredje er det usikkert hvilke virkemidler som trengs for å utløse tiltaket. For å oppnå en full utfasing er det sannsynligvis behov for sterke virkemidler, slik som forbud.

Restutslippene fra industri, olje og gass etter gjennomføring av tiltakspakke 2 er 43 prosent lavere enn i referansebanen. Etter gjennomføring av tiltakspakke 3 er restutslippene 80 prosent lavere enn i referansebanen.

Begge tiltakene vil medføre betydelige økninger i strømforbruket. Elektrifisering ved Rockwool Trondheim er anslått å øke elektrisitetsforbruket med 31 GWh i 2030. Dette er et omtrentlig anslag, og vi har ikke gjort en vurdering hva dette eventuelt vil medføre av behov for nettførsterkning.

Når det gjelder tiltaket full utfasing av fossil energibruk i industrien, er det sannsynlig at mye av forbruket av fossil energi vil erstattes av strøm, men i en del tilfeller kan også andre energibærere, for eksempel fjernvarme, biobrensler eller biogass være aktuelt. I tillegg skjer det i mange tilfeller en energieffektivisering ved omlegging fra fossil energi til elektrisitet. Vi har antatt en økning i strømforbruk på 0,85 GWh per GWh redusert fossil energibruk. Med denne antakelsen medfører tiltaket en økning i strømforbruket på 43 GWh i 2030.

5.5.3 Resultater per bidrag

Utslippene fra Rockwool Trondheim er delt inn i to bidrag: bidraget Rockwool Trondheim, som omfatter utslipp fra energibruk, og bidraget prosessutslipp Rockwool.

Hoveddelen av utslippene i bidraget Rockwool Trondheim stammer fra bruk av kullkoks. I tillegg er det utslipp fra bruk av LPG. Utslippene økte med 54 prosent fra 2015 til 2020, jf. Tabell 41. Dette skyldes i hovedsak økt produksjon. I framskrivningen i referansebanen er utslippene stabile på et nivå litt under nivået i 2020. Det er da lagt til grunn stabil produksjon på et nivå som tilsvarer gjennomsnittlig produksjon i 2017-2020, og konstant bruk av kullkoks og LPG per produserte enhet. Produksjonsvolumet er en viktig driver for utslippene, og det er betydelig usikkerhet knyttet til produksjonsvolumet.

Tiltaket Elektrifisering ved Rockwool Trondheim fjerner bruken av kullkoks, og reduserer utslippene fra bidraget (kun energiutslipp) med 84 prosent i 2030, sammenliknet med referansebanen. Se nærmere omtale av tiltaket i kapittel 5.5.2.

Tabell 41: Utslipp fra bidraget Rockwool Trondheim (utslipp fra energibruk) i sektoren industri, olje og gass. Kolonnen «Prosent endring» angir prosentvis endring for statistikk i 2020 i forhold til statistikk i 2015 og prosentvis endring for referansebanen i 2030 i forhold til statistikk i 2020. Endringer i tiltakspakkene er angitt i forhold til referansebanen i 2030.

Bidrag	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Rockwool Trondheim	2015, Statistikk	13 723			
	2020, Statistikk	21 100	54 %		
	2030, Referansebane	18 409	-13 %	18 409	18 409
	2030, Klimabudsjett	18 409	0 %	18 409	18 409
	2030, Klimakur	2 872	-84 %	2 872	2 872
	2030, Kraftfulle tiltak	2 872	-84 %	2 872	2 872

Prosessutslippene fra Rockwool Trondheim er skilt ut i et eget bidrag fordi energi- og prosessutslipp inngår i ulike utslippssektorer i utslippsregnskapet etter GPC-protokollen. Prosessutslippene stammer fra bruk av dolomitt, som er en karbonholdig bergart som innsatsfaktor i produksjonen. Prosessutslippene økte svakt i perioden 2015-2021, jf. Tabell 42. Dette faller sammen med økt produksjonsvolum. Det er små variasjoner i utslipp per produserte enhet.

I framskrivingen i referansebanen er prosessutslippene konstante på et nivå 8 prosent lavere enn i 2020. Det er da lagt til grunn konstant produksjonsvolum og konstante utslipp per produserte enhet.

Den viktigste usikkerhetsfaktoren er usikkerhet knyttet til framtidig produksjonsvolum. Når det gjelder bruken av dolomitt som råvare, har vi ingen informasjon om hvorvidt det er mulig/aktuelt å bytte til andre råvarer.

Tabell 42: Utslipp fra bidraget Prosessutslipp Rockwool i sektoren industri, olje og gass. Kolonnen «Prosent endring» angir prosentvis endring for statistikk i 2020 i forhold til statistikk i 2015 og prosentvis endring for referansebanen i 2030 i forhold til statistikk i 2020. Endringer i tiltakspakkene er angitt i forhold til referansebanen i 2030.

Bidrag	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Prosessutslipp Rockwool	2015, Statistikk	1 596			
	2020, Statistikk	2 256	41 %		
	2030, Referansebane	2 072	-8 %	2 072	2 072
	2030, Klimabudsjett	2 072	0 %	2 072	2 072
	2030, Klimakur	2 072	0 %	2 072	2 072
	2030, Kraftfulle tiltak	2 072	0 %	2 072	2 072

Ranheim Paper & Board utgjorde det største enkeltbidraget i sektoren industri, olje og gass i 2009. Utslippene ble imidlertid redusert fra 33 000 tonn i 2009 til 5 000 tonn i 2013. Også fra 2013 til 2016 ble utslippene redusert, mens etter 2016 har det ikke vært noen tydelig trend i utslippene. Jf. Tabell 43, var utslippene i 2020 50 prosent lavere enn i 2015, men det ser ut til å skyldes midlertidig redusert aktivitet i 2020, da rapporterte utslipp i 2021 var tilbake på nivået i årene før 2020. Utslippene kommer i all hovedsak fra bruk av LNG. I enkelte år er det også utslipp fra bruk av fyringsolje.

I framskrivingen i referansebanen er utslippene stabile på samme nivå som de senere årene (noe høyere enn i 2020). Det er lagt til grunn stabilt forbruk av LNG på samme nivå som gjennomsnittet i 2018-2021. Produksjonsvolumet er antakelig en viktig driver for utslippene. Vi har ikke informasjon om planlagt framtidig aktivitet, eller eventuelle endringer i energibruken, og dette er derfor sentrale usikkerhetsfaktorer.

Tabell 43: Utslipp fra bidraget Ranheim Paper & Board i sektoren industri, olje og gass. Kolonnen «Prosent endring» angir prosentvis endring for statistikk i 2020 i forhold til statistikk i 2015 og prosentvis endring for referansebanen i 2030 i forhold til statistikk i 2020. Endringer i tiltakspakkene er angitt i forhold til referansebanen i 2030.

Bidrag	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Ranheim Paper & Board	2015, Statistikk	3 352			
	2020, Statistikk	1 666	-50 %		
	2030, Referansebane	2 240	34 %	2 240	2 240
	2030, Klimabudsjett	2 240	0 %	2 240	2 240
	2030, Klimakur	2 240	0 %	2 240	2 240
	2030, Kraftfulle tiltak	2 240	0 %	2 240	2 240

Bidraget Annen industri omfatter utslipp fra øvrige virksomheter som inngår i det kommunefordelte utslippsregnskapet (det vil si virksomheter som rapporterer enten til Miljødirektoratet eller statsforvalteren). Antallet virksomheter med utslipp har variert over tid, men generelt gått nedover. I 2020 omfattet bidraget utslipp fra blant andre Weber Leca Trondheim, Berendsen Tekstil Service AS og TINE Midt-Norge Tunga. Utslippene er redusert med 53 prosent fra 2015 til 2020, jf. Tabell 44. Reduksjonen skyldes blant annet at E.C. Dahls bryggeri ikke har hatt utslipp etter 2015, og en vesentlig reduksjon i utslippene fra Weber Leca Trondheim.

I framskrivingen i referansebanen er utslippene stabile. Fra 2017 har det ikke vært noen tydelig trend i utslippene. Det er derfor lagt til grunn en videreføring av utslippene på samme nivå som gjennomsnittet i 2017-2020.

Vi har ikke informasjon om eventuelle planlagte endringer i produksjonen eller energibruken hos de virksomhetene som inngår i bidraget, og heller ikke eventuelle nyetableringer som kan medføre utslipp. Det er derfor en del usikkerhet knyttet til beregningen. Utslippene fra bidraget er imidlertid små i utgangspunktet, og det vil først og fremst være nyetableringer/ store produksjonsøkninger som kan føre til et stort avvik fra referansebanen.

Tiltaket Full utfasing av fossil energibruk i industrien reduseres utslippene til null i 2030. Det er imidlertid stor usikkerhet knyttet til dette estimatet, se omtale i kapittel 5.5.2.

Tabell 44: Utslipp fra bidraget Annen industri i sektoren industri, olje og gass. Kolonnen «Prosent endring» angir prosentvis endring for statistikk i 2020 i forhold til statistikk i 2015 og prosentvis endring for referansebanen i 2030 i forhold til statistikk i 2020. Endringer i tiltakspakkene er angitt i forhold til referansebanen i 2030.

Bidrag	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Annen industri	2015, Statistikk	3 074			
	2020, Statistikk	1 458	-53 %		
	2030, Referansebane	1 523	4 %	1 523	1 523
	2030, Klimabudsjett	1 523	0 %	1 523	1 523
	2030, Klimakur	1 523	0 %	1 523	1 523
	2030, Kraftfulle tiltak	0	-100 %	0	0

Bidraget Supplerende industriutslipp omfatter utslipp som ikke inngår i det kommunefordelte utslippsregnskapet, men som er oppgitt som tilleggsinformasjon og beregnet av SSB på grunnlag av energistatistikk. Statistikken er basert på informasjon fra et varierende utvalg av bedrifter, og det er derfor en del usikkerhet i tallene, og tallene er ikke nødvendigvis sammenliknbare fra år til år. De supplerende industriutslippene stammer energibruk i en rekke ulike bransjer, blant annet næringsmiddelindustri, vareproduksjon, trelast, reparasjoner/ installasjoner m.m.

Utslippene i 2020 var 8 prosent høyere enn i 2015, jf. Tabell 45. Utslippene har imidlertid ikke fulgt noen klar trend i perioden. I framskrivningen i referansebanen er det lagt til grunn stabile utslipp på nivå med gjennomsnittet i perioden 2017-2020.

I og med at vi har lite informasjon om utslippene, samt at utvalget av bedrifter i statistikken varierer, er det betydelig usikkerhet knyttet til framskrivningen. De samme usikkerhetsfaktorene som beskrevet for Annen industri er relevante.

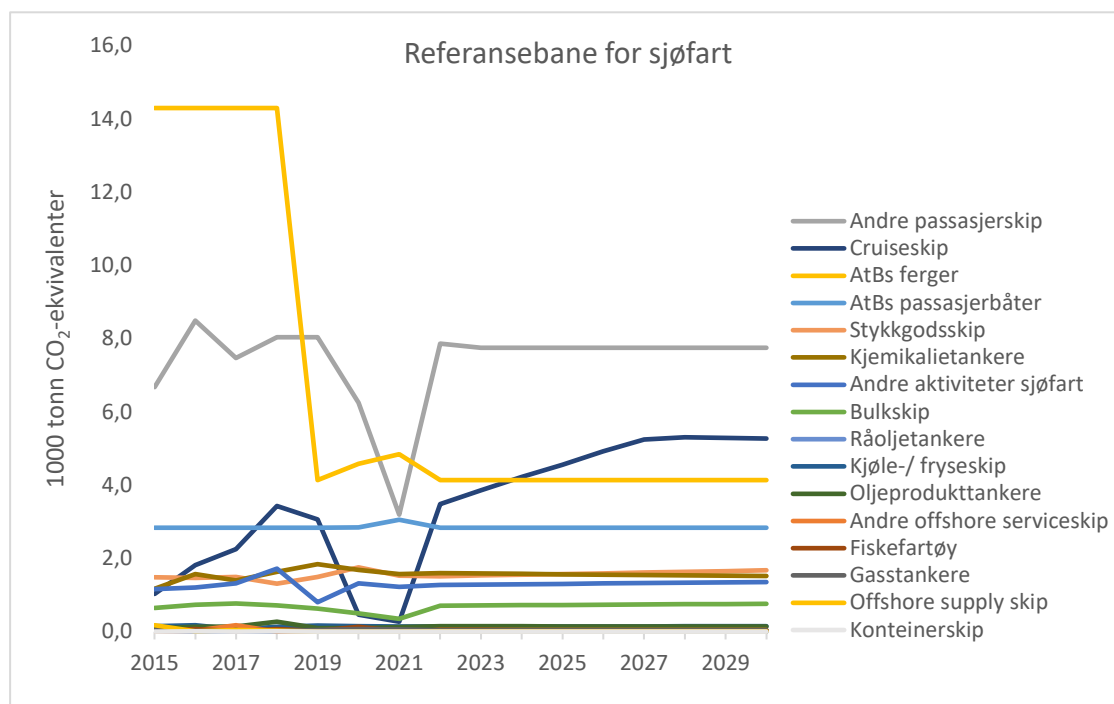
Tiltaket Full utfasing av fossil energibruk i industrien reduseres utslippene til null i 2030. Det er imidlertid stor usikkerhet knyttet til dette estimatet, se omtale i kapittel 5.5.2.

Tabell 45: Utslipp fra bidraget Supplerende industriutslipp i sektoren industri, olje og gass. Kolonnen «Prosent endring» angir prosentvis endring for statistikk i 2020 i forhold til statistikk i 2015 og prosentvis endring for referansebanen i 2030 i forhold til statistikk i 2020. Endringer i tiltakspakkene er angitt i forhold til referansebanen i 2030.

Bidrag	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Supplerende industriutslipp	2015, Statistikk	10 467			
	2020, Statistikk	11 304	8 %		
	2030, Referansebane	11 963	6 %	11 963	11 963
	2030, Klimabudsjett	11 963	0 %	11 963	11 963
	2030, Klimakur	11 963	0 %	11 963	11 963
	2030, Kraftfulle tiltak	0	-100 %	0	0

5.6 Sjøfart

5.6.1 Utvikling i referansebanen for sjøfart



Figur 33: Utslipp i referansebanen for sektoren Sjøfart, totalt og per utslippsskilde (skipskategori). Utslippsskilden «Passasjer» i Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap er splittet opp i «AtBs ferger», «AtBs passasjerbåter» og «Andre passasjerskip». Den kraftige nedgangen i utslipp for AtBs ferger (og totalen for hele sektoren) fra 2018 til 2019 skyldes sannsynligvis i stor grad et artefakt av de parameterne for Flakk-Rørvik-fergene som ble brukt før 2019 i beregningsmodellen for Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap. Det er derfor ikke nødvendigvis snakk om en reell utslippsreduksjon, og framskrivningene av utslippene for AtBs ferger i referansebanen baserer seg på utslippene i 2019. Utslippene fra AtBs ferger i referansebanen inkluderer ikke effekten av hybridelektrisk drift fra 2019, som i stedet er inkludert i tiltakspakke 1, tiltak S1.1.

I 2020 sto sektoren Sjøfart for 5 prosent av utslippene i Trondheim, med utslipp på drøyt 20 tusen tonn CO₂-ekvivalenter i 2020, ifølge Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap. COVID19-pandemien bidro utvilsomt til noe lavere utslipp i 2020 enn normalt, men i Trondheim var denne effekten stort sett begrenset til utslippsskilden Cruiseskip og en mindre reduksjon for utslippsskilden Passasjer. Samlede utslipp i fra sjøfart i 2020 var 3 250 tonn lavere enn i 2019. Av dette gikk utslipp fra Cruiseskip ned med 2 600 tonn og Passasjer med 1 340 tonn.

Utslipp fra sektoren Sjøfart omfatter i prinsippet alle utslipp fra skip til sjøs og i havn. Utslippstallene i Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap kommer fra en beregningsmodell fra Kystverket og DNV, som kombinerer posisjonsdata for registrerte skip med tekniske parametere fra skipsregister, og kan derfor avvike betraktelig fra faktiske utslipp. Utslippstallene for Trondheim i siste versjon (av januar 2022, med statistikk til og med 2020) er for eksempel ikke korrigert for elektrisk drift eller landstrøm, inkludert hybrid elektrisk drift for fergene på strekningen Flakk-Rørvik, men er i stedet basert på bruk av kun diesel. Videre inkluderer tallene ikke lystbåter og andre små fartøy som ikke er oppført i registrene som DNVs modell er basert på. Se kapittel 7.6 for videre detaljer om hvordan utslippstallene i Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap framkommer og hva som er inkludert, samt hvordan beregningene i denne rapporten forholder seg til usikkerheter i statistikken og samtidig prøver å oppnå størst mulig grad av samsvar.

Utslippskilden «Passasjer» i klimagasregnskapet er den overlegent største utslippskilden, med utslipp på knapt 13,7 tusen tonn CO₂-ekvivalenter og 57 prosent av utslippene i sektoren i 2020. De eneste andre utslippskildene med utslipp på mer enn tusen tonn i 2020 var Stykkgodsskip, Kjemikalietankere, og samleposten Andre aktiviteter sjøfart (i synkende rekkefølge). Disse hadde til sammen utslipp på 4 800 tonn og 23 prosent av sektoren, og utgjorde sammen med Passasjer over 80 prosent av utslippene. I 2019 var imidlertid Cruiseskip den nest største utslippskilden etter Passasjer, med knapt 3 100 tonn og 13 prosent. De fem utslippskildene utgjorde til sammen 94 prosent av utslippene i 2019. De resterende utslippskildene består av ulike typer godsskip, bulkskip, tankere og offshoreskip.

Utslippskilden Passasjer består nesten i sin helhet av AtBs ferger og hurtigbåter, og av skipene på kystruten (kun Hurtigruten AS i statistikken til og med 2020, men med Havila Kystruten fra desember 2021). Ettersom Passasjer er den overlegent største utslippskilden i sjøfartssektoren, men består av skip med svært ulike størrelser og utslippsdynamikk, deler vi den i denne rapporten opp i tre utslippskilder: AtBs ferger (fergesambandet Flakk-Rørvik), AtBs passasjerbåter (hurtigbåtsambandene til Vanvikan, Brekstad og Kristiansund), og Andre passasjerskip (nesten bare kystruten, men kan inneholde enkelte små utslipp fra andre kilder). Det er en viss usikkerhet i denne oppdelingen. Se metodekapittelet (7.6, og spesielt avsnitt 7.6.1) for detaljert beskrivelse av hvordan oppdelingen er gjort.

Utslipptrenden i Miljødirektoratets kommunefordelte klimagasstatistikk (og brukt i beregningsmodellen for denne rapporten) før 2019 krever tolkning, og gjenspeiler ikke nødvendigvis reell utslippstrend for enkelte av utslippskildene:

1. Det foreligger ikke reelle tall i klimagasstatistikken før 2015. I statistikken er utslippene for sektoren for årene 2009, 2011 og 2013 satt lik de modellberegnete utslippene for 2015, men gjenspeiler altså ikke de faktiske utslippene i de årene. I figurene for sjøfart i denne rapporten viser vi derfor ikke utslipp før 2015. I tabell 46 vises det utslipp for 2009 for å bevare samme format som tabeller i andre kapitler, men utslippstallet er i realiteten fra 2015.
2. Utslippene i 2015 i Miljødirektoratets statistikk inkluderer ikke utslipp fra dampkjeler («boilers»), som enkelte skipstyper ofte bruker til å dekke energibehov om bord, særlig ved havneligge. Dette gjør at utslippene for kystruten, cruiseskip og enkelte typer tank- og godsskip kan være lavere i 2015 enn i 2016, uten at det nødvendigvis betyr at utslippene reelt steg i 2016.
3. Utslippene for utslippskilden Passasjer i Miljødirektoratets klimagasstatistikk er svært mye høyere til og med 2018 enn fra og med 2019. Denne forskjellen kommer nesten i sin helhet fra fergene på sambandet Flakk-Rørvik. Årsaken er ikke kjent med sikkerhet, men skyldes *ikke* hybridelektrisk drift fra og med 2019, ettersom statistikken antar kun diesel og ikke justerer for delvis elektrisk drift. Det ser i stedet ut til at forskjellen er et artefakt av hvordan DNVs modell behandler den høye effekten på gassmotorene på fergene som ble benyttet fram til 2018, og sannsynligvis ikke gjenspeiler en reell utslippsforskjell. For å bevare konsistens med Miljødirektoratets statistikk, har vi bevart utslippsfallet fra 2018 til 2019 i utslippskilden «AtBs ferger», men baserer framskrivingene i referansebanen kun på utslippene i og etter 2019.

Foruten det (sannsynligvis kunstige) fallet i utslipp fra AtBs ferger fra 2018 til 2019, var utslippstrenden fra 2015 fram til pandemiåret 2020 svakt stigende for sektoren som helhet, og enten flat eller moderat stigende for de fleste skipstypene individuelt.

Cruiseskip var den utslippskilden som bidro mest til vekst i utslippene før 2020, fra ca. 1 tusen tonn CO₂-ekvivalenter i 2015 til en topp på 3,4 tusen tonn i 2018, før en liten nedgang til 3,1 tusen tonn i 2019.⁸ Denne økningen kom hovedsakelig av økning i antall anløp, fra 48 skip i 2015 til 85 skip i 2018 og 82 skip i 2019, ifølge tall mottatt fra Trondheim havn. Under pandemien raste imidlertid både antall anløp og utslipp, til 5 anløp og drøyt 450 tonn CO₂-ekvivalenter i 2020. Det foreligger i skrivende stund ikke klimagasstatistikk for 2021 fra Miljødirektoratet, men antall anløp gikk kun svakt opp, til 12 skip. Basert på foreløpige tall for 2022 ser det imidlertid ut til at cruiseskiptrafikken har vendt tilbake til trenden før pandemien, med ca. 90 skip ventet totalt i 2022.

Utslippene fra ulike typer **godsskip/lasteskip** og ulike typer **tankere** vokste med til sammen ca. 1000 tonn CO₂-ekvivalenter fra 2015 til 2020, men utslippene er fortsatt beskjedne i absolutte termer. I tillegg fant omtrent halvparten av økningen sted mellom 2015 og 2016, og kan derfor til dels skyldes at utslipp fra dampkjeler ble tatt inn beregningsmodellen for den kommunefordelte klimagasstatistikken snarere enn reelle utslippøkninger, som nevnt ovenfor. Utslippene har flatet ut siden 2019, men gikk ikke vesentlig ned i pandemiåret 2020.

Offshoreskip er den eneste skipstypen som har hatt klart nedadgående utslipp fram til 2020, og har hatt tilnærmet null utslipp i enkelte år.

I referansebanen framskrives i utgangspunktet utslippene for hver utslippskilde basert på gjennomsnittlig utslipp i en forholdsvis stabil basisperiode, som er 2016-2020 eller 2016-2019 for de fleste skipstyper, unntatt Cruiseskip og Andre passasjerskip, hvor 2020 holdes utenfor, og AtBs ferger og AtBs passasjerbåter, hvor usikkerheten rundt fallet fra 2018 til 2019 gjør at kun 2019 brukes som basisår. For 2021 settes utslippene ut fra utviklingen i utslipp mellom 2020 og 2021 i et utslippsregnskap for Trondheim havn og Flakk ferjekai som DNV har levert til Trondheim kommune. Fra 2022 til 2030 framskrives utslippene for de fleste skipstypene i henhold til aktivitetsutvikling i Kystverkets langsiktige prognose for sjøfartstrafikk i Norge (Kystverket, 2018), og antatt energieffektivisering og bruk av LNG i referansebanen som DNV GL lagde for sjøfartssektoren i Klimakur 2030 (DNV GL, 2019).

Følgende utslippskilder framskrives særskilt:

- **AtBs ferger og AtBs passasjerbåter** framskrives med konstante utslipp (konstant antall avganger og konstante utslippsfaktorer) lik utslippene i 2019. Referansebanen antar ingen endringer i avganger eller teknologi for disse skipene. Merk at hybridelektrifisering av fergene på sambandet Flakk-Rørvik (AtBs ferger), som startet i 2019, defineres til ikke å være del av referansebanen. Det regnes i stedet som et tiltak, og effekten er tatt med i tiltak S1.1. Utslippene i referansebanen fra og med 2019 er altså høyere enn de reelle utslippene som framgår av AtBs egen rapportering.
- **Andre passasjerskip**, som antas å være hovedsakelig kystruten, framskrives med konstant aktivitet lik 2019, før pandemien. Utslippsfaktoren går marginalt ned, tilsvarende at 4 av de 11 skipene er LNG-skip etter oppstart av Havila Kystrutens skip. Det er imidlertid stor usikkerhet rundt den netto klimaeffekten av LNG-bruk,

⁸ Utslippene økte fra 1031 til 1818 tonn fra 2015 til 2016, og deler av denne nominelle økningen kan skyldes at utslipp fra drift av dampkjeler ble tatt inn i statistikken. Men antall anløp fra cruiseskip økte også fra 48 i 2015 til 58 i 2016, så deler av økningen var høyst sannsynlig reell.

som reflekteres i at utslippsfaktoren går marginalt opp i øvre grense for usikkerhetsintervallet. Se beskrivelsen av faktoren «Utslipp per energienhet i havn for forbrenningsmotorer» i metodekapittelet (7.6.3.1) for detaljer. Merk at selv om Havila Kystrutens skip kan benytte hybrid batteridrift under utseilingen, så forutsetter dette utbygging av landstrøm/ladestrøm, og tas ikke med i referansebanen. Effekten av dette tas i stedet med som del av tiltak S1.2 (landstrøm på Brattøra) i tiltakspakke 1 «Klimabudsjett».

- Aktiviteten for **Cruiseskip** framskrives proporsjonalt med en prognose for antall anløp mottatt fra Trondheim havn. Denne prognosen antar relativt sterk vekst på nesten 10 prosent per år, fra 90 skip i 2022 til 167 skip i 2030. I referansebanen begrenses antall anløp oppad til 140 skip, tilsvarende anslått kapasitet for dagens havneanlegg, men i øvre grense for usikkerhetsintervallet beholdes antakelsen om 167 skip. I nedre grense for usikkerhetsintervallet benyttes derimot Kystverkets prognose, som er langt mer konservativ, med en vekst på bare 0,5 prosent per år.

Utslippene fra sjøfart dekker både utslipp i havn og til sjøs innenfor kommunegrensen. Utslippene i havn kommer fra bruk av motorer eller hjelpemotorer/generatorer til å generere elektrisitet og varme til drift om bord samt enkelte andre operasjoner i havn. Dette kan utgjøre en betydelig del eller i mange tilfeller den største delen av utslippene fra visse skipstyper, spesielt for skip som tilbringer mye tid og har energikrevende drift i havn, som cruiseskip og andre store passasjerskip, offshoreskip, og mange typer fraktskip og tankere. Landstrøm og andre tiltak som kun påvirker utslippene i havn eller kun til sjøs kan gjøre at utslipp i havn og til sjøs utvikler seg forskjellig. I beregningsmodellen bak denne rapporten skiller det derfor mellom utslipp i havn og utslipp fra seiling, et skille som ikke gjøres i Miljødirektoratets kommunefordelte klimagasstatistikk. Fordelingen av utslippene gjøres ved hjelp av et utslippsregnskap som DNV har levert til Trondheim kommune (som er separat fra tallene de leverer via Kystverket til Miljødirektoratets klimagasstatistikk), og som anslår utslippene spesifikt forbundet med havneligge i Trondheim havn og Flakk ferjekai. Se kapittel 7.6.3.1 for nærmere detaljer om hvordan oppdelingen gjøres.

Se kapittel 7.6 for ytterligere detaljer om antakelser og metodikk for framskrivningene i referansebanen.

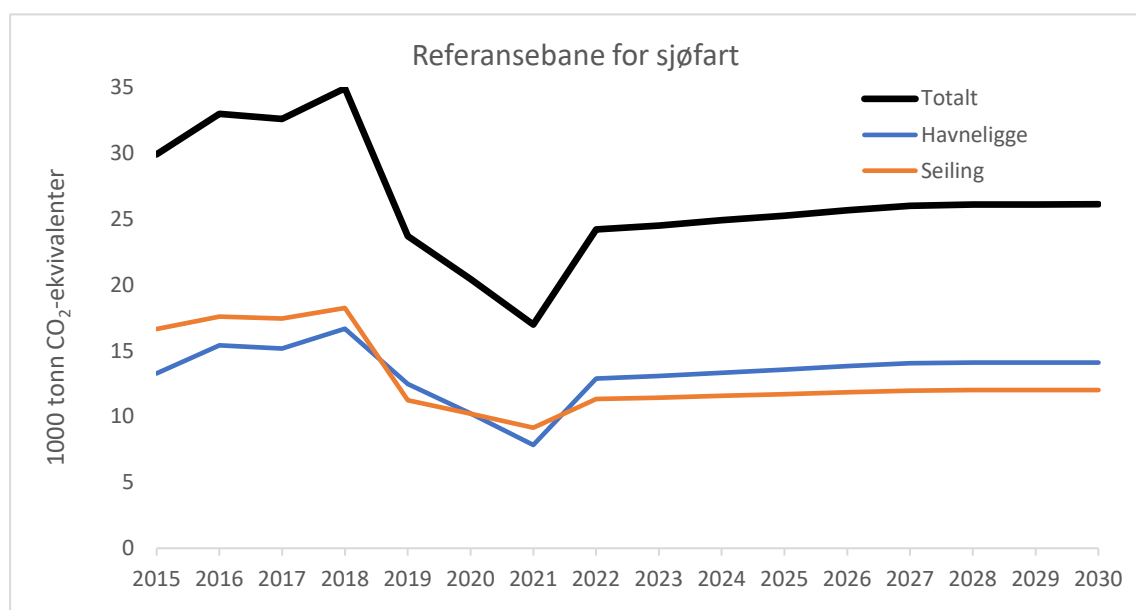
I referansebanen går de samlede utslippene fra sjøfart opp med 28 prosent fra 2020 til 2030, fra drøyt 20 tusen til drøyt 26 tusen tonn CO₂-ekvivalenter (se tabell 46). Nesten to tredjedeler av denne økningen skyldes lave utslipp fra cruiseskip og fra Andre passasjerskip (kystruten) i 2020. Målt i forhold til 2019 stiger utslippene med bare 10 prosent, fra knapt 24 tusen tonn. Nesten hele veksten fra 2019 til 2030 kommer fra økning i cruiseskiptrafikk, med kun små bidrag fra andre utslippskilder.

Det er betydelig kvantifisert (og enda større ikke-kvantifisert) usikkerhet i framskrivningene. Usikkerhetsintervallet i 2030 strekker seg fra 21 tusen til 32 tusen tonn CO₂-ekvivalenter. Det største bidraget til kvantifisert usikkerhet er usikkerhet i hvilket gjennomsnitt/hvilken basisperiode som brukes som startpunkt for framskrivningene. Annen betydelig usikkerhet kommer også fra antakelser om netto klimaeffekt av LNG samt usikkerhet i aktivitetsutviklingen, spesielt for cruiseskip. Den viktigste kilden til ikke-kvantifisert usikkerhet er usikkerhet om hvilke lavutslippsteknologier som vil tas i bruk i hvor stort omfang og hvor fort, samt uforutsette hendelser som ikke lar seg modellere i beregningsmodellen.

Utslippstrenden i referansebanen er i stor grad den samme for utslippene både i havn og fra seiling, ettersom begge styres av utvikling i aktivitet og bruk av LNG i referansebanen. Men ettersom den største veksten i referansebanen kommer fra cruiseskip, som har nesten to tredjedeler av utslippene sine i havn, blir veksten likevel noe større for utslipp i havn enn for utslipp fra seiling. Se figur 34.

Tabell 46: Utslipp i sektoren Sjøfart, i tonn CO₂-ekvivalenter. Kolonnen «Prosent endring» angir prosentvis endring for statistikk i 2020 i forhold til statistikk i 2009 og prosentvis endring for referansebanen i 2030 i forhold til statistikk i 2020. Endringer i tiltakspakkene er angitt i forhold til referansebanen i 2030. Kolonnen «Endring 2009-2030» angir prosentvis endring for referansebanen og tiltakspakkene i 2030 i forhold til statistikk i 2009. **NB!** Datagrunnlaget for Sjøfart i miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap foreligger kun tilbake til 2015. I klimagassregnskapet er derfor utslippene for tidligere år satt lik utslippene i 2015. **Tallene for 2009 i denne tabellen er dermed i realiteten tall for 2015.** Tallene for 2009/2015 er ikke nødvendigvis sammenliknbare med tall for senere år, og den prosentvise endringen kan derfor være misvisende. Se nærmere forklaring i brødteksten.

Sektor	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense	Endring 2009-2030
Sjøfart	2009, Statistikk	29 936				
	2020, Statistikk	20 458	-32 %			
	2030, Referansebane	26 137	28 %	21 067	32 034	-13 %
	2030, Klimabudsjett	18 427	-29 %	12 694	24 882	-38 %
	2030, Klimakur	8 799	-66 %	5 955	15 573	-71 %
	2030, Kraftfulle tiltak	5 238	-80 %	3 367	8 419	-83 %



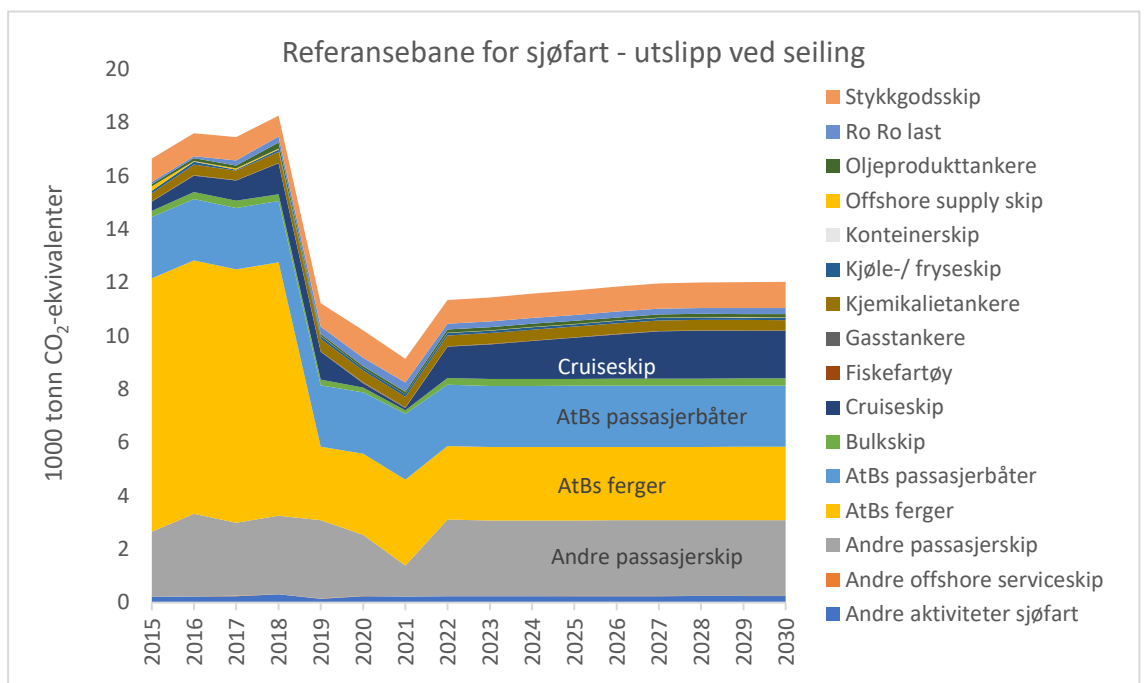
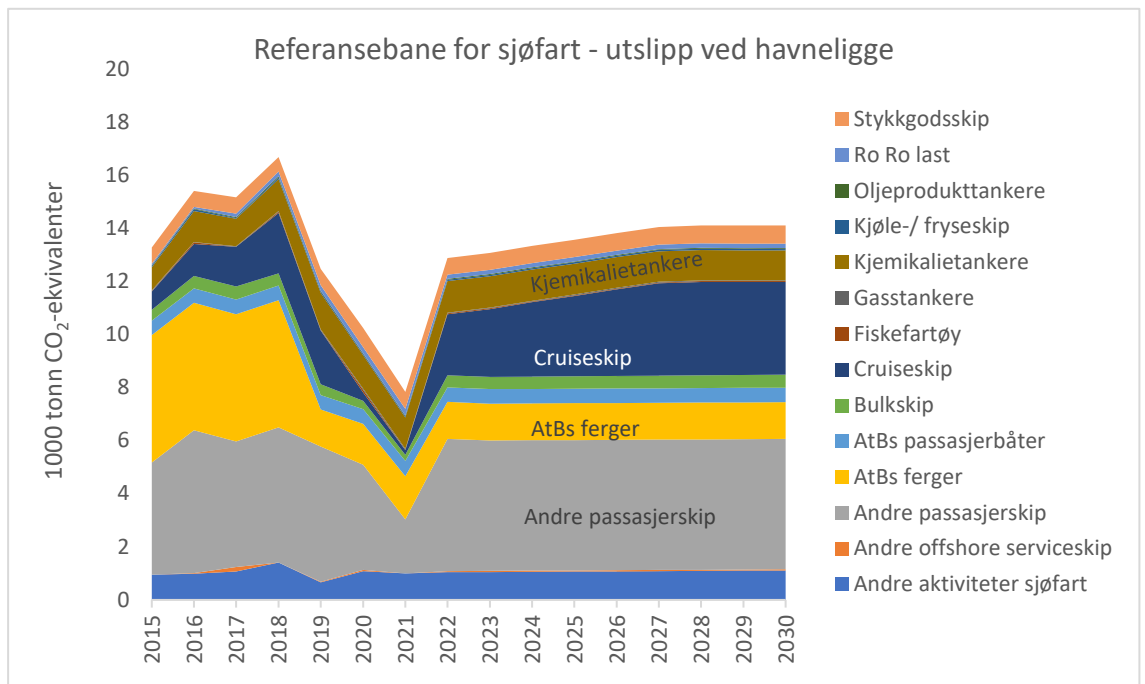
Figur 34: Utslipp i referansebanen i sektoren Sjøfart, totalt og fordelt på bidragene Seiling og Havneligge, basert på sammenstilling av utslippsregnskap for Trondheim havn og Flakk ferjekai fra DNV med samlede utslippstall fra Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassstatistikk for Trondheim. Merk at det er en viss usikkerhet i fordelingen, ettersom de to datasettene ikke nødvendigvis bruker helt identisk beregningsmåte (selv om begge er basert på DNVs modell), og ettersom fordelingen kun er basert på utslippstall for 2020. Se figurer nedenfor for utslipp fra havneligge og fra seiling for hver utslippskilde.

Tabell 47: Samlet utslipp fra bidraget Havneligge i sektoren Sjøfart, og effekt av tiltakspakker.

Bidrag	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Havneligge	2009, Statistikk	13 286			
	2020, Statistikk	10 251	-23 %		
	2030, Referansebane	14 113	38 %	10 747	18 054
	2030, Klimabudsjett	8 586	-39 %	4 926	12 726
	2030, Klimakur	1 670	-88 %	625	5 866
	2030, Kraftfulle tiltak	1 227	-91 %	330	2 929

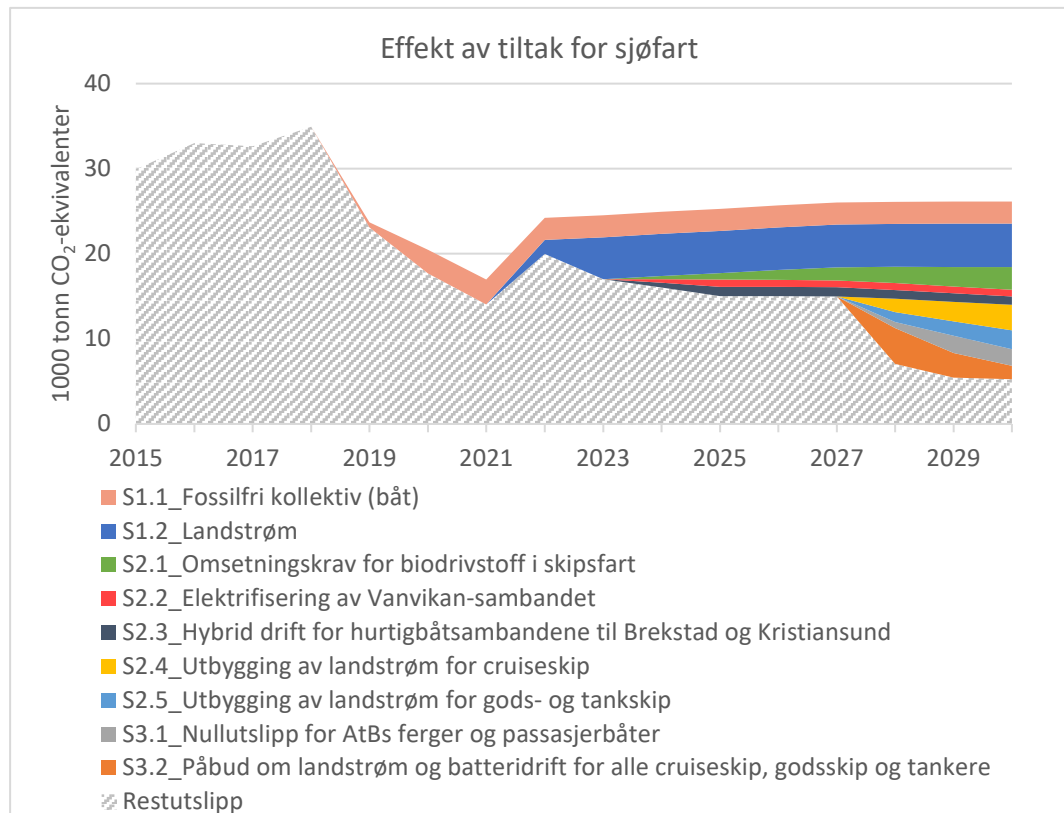
Tabell 48: : Samlet utslipp fra bidraget Seiling i sektoren Sjøfart, og effekt av tiltakspakker.

Bidrag	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Seiling	2009, Statistikk	16 650			
	2020, Statistikk	10 207	-39 %		
	2030, Referansebane	12 025	18 %	10 320	13 980
	2030, Klimabudsjett	9 841	-18 %	7 768	12 156
	2030, Klimakur	7 129	-41 %	5 329	9 707
	2030, Kraftfulle tiltak	4 011	-67 %	3 038	5 490



Figur 35: Utslipp i referansebanen for hver utslippsskilde under sjøfart, separat for bidragene Havneligge og Seiling.

5.6.2 Effekt av tiltak for sjøfart



Figur 36: Effekt av tiltak samt restutslipp etter alle tiltak for sektoren Sjøfart (samlet for både Haveligge og Seiling).

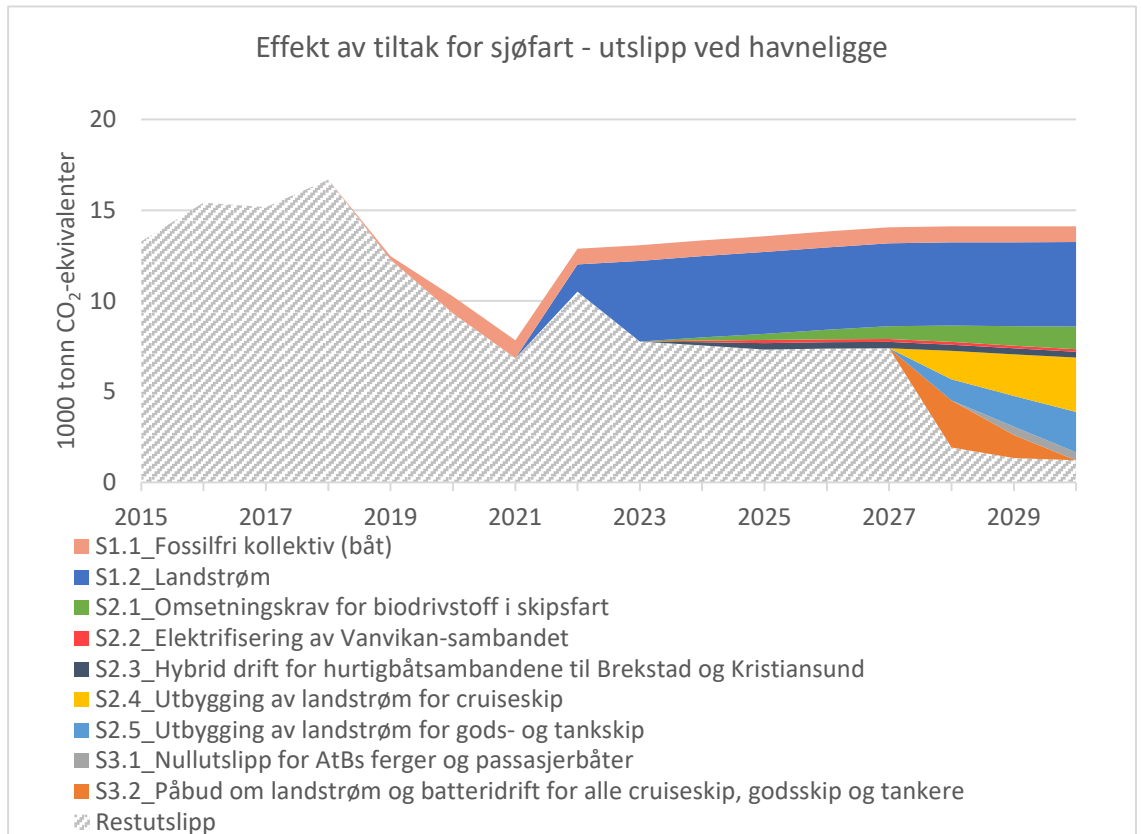
Tiltakene i alle tiltakspakkene til sammen reduserer utslippene i 2030 med 80 prosent i forhold til referansebanen. Dette tallet er noe høyere for utslippene fra havneligge (91 prosent) og noe lavere for seiling separat (67 prosent), se nedenfor. I forhold til de nominelle utslippene i Miljødirektoratets kommunefordelte klimagasstatistikk for 2009 (i realiteten tall for 2015) innebærer dette en nedgang på 83 prosent, men som beskrevet i 5.6.1 er ikke utslippstatistikken for det året nødvendigvis sammenliknbar med utslippstallene for 2019 og senere.

Av de 80 prosentene nedgang i forhold til referansebanen i 2030 står tiltakene i tiltakspakke 1 (Klimabudsjett) for 29 prosentpoeng, mens de forsterkede tiltakene i tiltakspakke 2 står for ytterligere 37 prosentpoeng, til sammen 66 prosentpoeng. Disse to tiltakspakkene har såpass stor effekt på de største utslippskildene (spesielt AtB, kystruten og cruiseskip) at tiltakene i tiltakspakke 3, «Kraftfulle tiltak», bare gir 14 prosentpoeng ytterligere reduksjon.

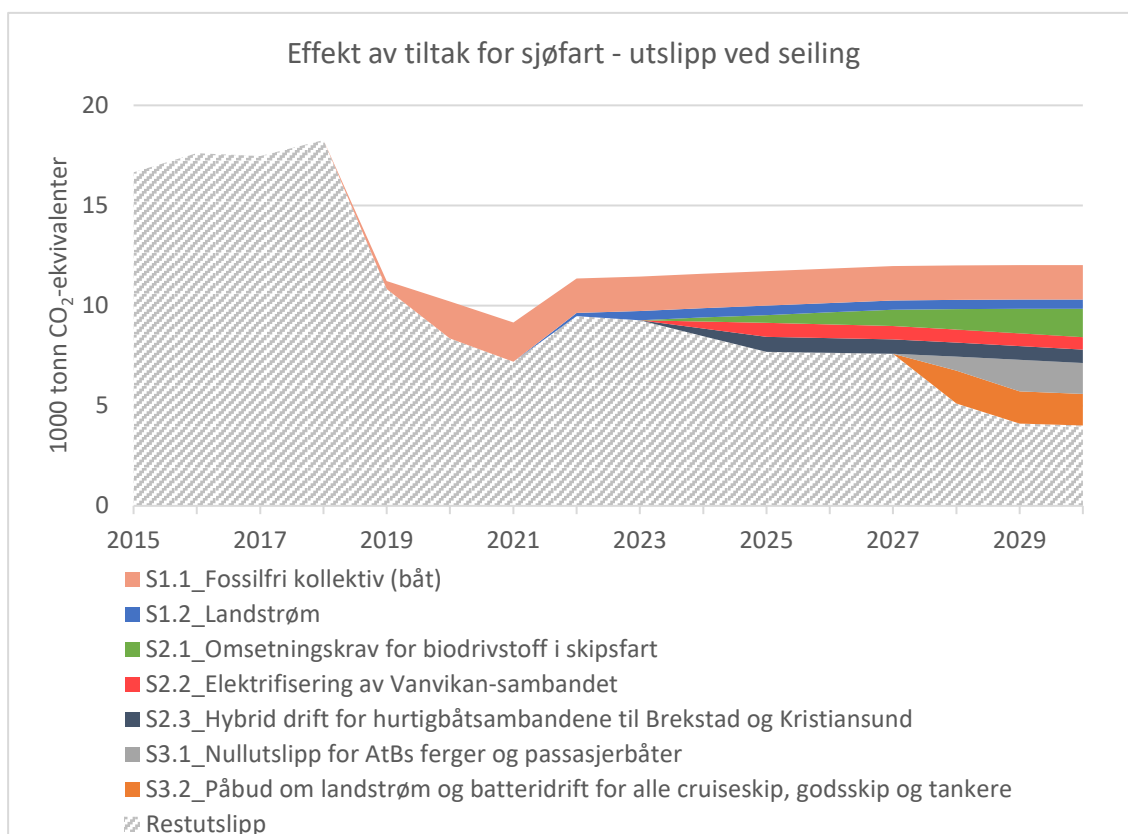
Som man kan se i figur 36, er tiltakene med størst effekt de som handler om landstrøm og/eller elektrifisering av de største utslippskildene: Kystruten/Andre passasjerskip (tiltak S1.2 og S3.2), AtBs ferger (tiltak S1.1 og S3.1) og Cruiseskip (tiltak S2.4 og S3.2), selv om tiltak rettet mot andre utslippskilder også er viktige for å redusere utslippene så mye som mulig (spesielt S2.1, S2.5 og S3.2).

Tiltakene slår ulikt ut for havneligge og seiling, se figur 37 og figur 38. Generelt påvirkes havneligge av flere tiltak med større samlet effekt enn seiling, ettersom flere av tiltakene handler om landstrøm, mens det er færre løsninger som realistisk sett kan fjerne utslippene fra seiling helt innen 2030, spesielt for godsskip, tankere og andre store skip. De viktigste tiltakene rettet mot utslippene fra seiling er hybrid drift og elektrifisering av

AtBs ferger og AtBs passasjerbåter (S1.1, S2.2, S2.3, S3.1), batteridrift og hybrid utseiling for alle cruiseskip, godsskip og tankere (S3.2), og omsetningskrav for biodrivstoff (S2.1), som er det eneste tiltaket som treffer alle utslippskilder og både havneligge og seiling likt. Merk likevel at S2.1 overlapper en del med andre tiltak, ettersom det innebærer å bruke biodrivstoff i skipstyper som så blir pålagt å bruke landstrøm eller hybrid drift i senere tiltak. Hvis S2.1 lå etter alle de andre tiltakene, ville effekten vært nesten 40 prosent eller ca. 1 200 tonn CO₂-ekvivalenter mindre, mens effekten av tiltakene S2.2 til S3.2 ville vært tilsvarende større.



Figur 37: Utslippsreduksjoner fra tiltak rettet mot utslipp ved havneligge i sektoren Sjøfart



Figur 38: Utslippsreduksjoner fra tiltak rettet mot utslipp ved seiling i sektoren Sjøfart

Etter alle tiltak er det fortsatt nok så betydelige restutslipp, til sammen drøyt 5 200 tonn CO₂-ekvivalenter i 2030, eller ca. 20 prosent av utslippene i 2030 i referansebanen.

Det meste av dette (drøyt 4 000 tonn, eller tre fjerdedeler) ligger på seiling, og består hovedsakelig fra gjenværende utslipp fra innseiling for skip som hybridelektrifiseres. Det største enkeltbidraget til restutslipp fra seiling kommer fra kystruteskipene (knappt 2 100 tonn), som har statlige kontrakter fram til 2030, og dermed ikke nødvendigvis kan pålegges å oppgradere skipene utover landstrømstøtte og andre tekniske løsninger som allerede er på plass. For å redusere restutslippene fra seiling vesentlig ville det altså være nødvendig å finne en måte å pålegge flere skip benytte utslipps- eller fossilfrie framdriftsteknologier, som ammoniakk, hydrogen eller 100 % biodiesel.

Restutslippene fra havneligge utgjør drøyt 1 200 tonn. Ca. 60 prosent av dette kommer fra Andre aktiviteter sjøfart, som er spesialfartøy som ikke treffes av tiltak annet enn delvis av S1.2. Det aller meste av resten kommer fra kystruten på grunn av en antakelse om en viss nedetid på landstrømanlegget i tiltak S1.2. I tillegg kommer små bidrag på noen titalls tonn fra skipstyper som ikke treffes av noen av landstrømtiltakene, Restutslippene fra havneligge vil altså potensielt kunne reduseres ved å sikre tilnærmet 100 prosent oppetid på landstrømanleggene og å bringe landstrøm til samtlige spesialfartøy som det er teknisk mulig.

Alle tiltakene for sjøfart unntatt S2.1 handler om elektrifisering, og krever til sammen en betydelig mengde ekstra strømforbruk. Tiltakene S1.1 (elektrifisering av Flakk-Rørvik) og S1.2 (landstrøm på Brattøra pir 1 og 2), som ligger i klimabudsjettet og allerede er

gjennomført, anslås å kreve 3,5 GWh ved Flakk ferjekai⁹ og 7,2 GWh i Trondheim havn i 2030. S1.2 både leverer landstrøm til kystruten, en av de største utslippskildene under sjøfart i Trondheim samt til enkelte spesialfartøy, i tillegg til ladestrøm til Havila Kystrutens skip, og anslås å bli det mest strømkrevende tiltaket av alle tiltakene i sektoren.

De ytterligere tiltakene utover klimabudsjettet anslås å kreve til sammen 16 GWh landstrøm og ladestrøm i Trondheim havn i 2030. Landstrøm til cruiseskip og til gods- og tankskip (S2.4 og S2.5) anslås å kreve henholdsvis 4,9 og 3,6 GWh i 2030, og ytterligere 2,6 GWh ladestrøm hvis man krever hybridelektrisk utseiling (S3.2). Det siste bidraget kommer fra elektrifisering av hurtigbåtene (S2.2 og S2.3) og fullelektrifisering av Flakk-Rørvik (S3.1), som til sammen krever 4,9 GWh i 2030.¹⁰

Merk at anslagene for strømforbruk her kun er basert på anslått mengde strøm som kreves for å erstatte utslipp fra diesel i de relevante delene av DNVs utslippsregnskap for Trondheim havn og av Miljødirektoratets kommunefordelte klimagasstatistikk for årene 2019 og 2020, i kombinasjon med rapportert diesel- og strømforbruk fra AtB for de samme årene. De tar ikke høyde for eventuelle unøyaktigheter i disse grunnlagstallene. Å modellere tidsfordelingen av strømforbruket ligger også utenfor rammene for beregningene, og vi har dermed heller ikke vurdert effektbehov eller behov for framføring av ny strømforsyning.

⁹ Det anslåtte totale strømforbruket for tiltaket er dobbelt så høyt, men det antas at halvparten av strømmen leveres i Rørvik, utenfor Trondheim kommune.

¹⁰ Dette omfatter kun elektrisk drift i Trondheim havn og under utseiling. I tillegg kommer tilsvarende stort strømforbruk i Vanvikan og Brekstad. Full elektrifisering av innseilingen (S3.1) krever anslagsvis ytterligere 1,1 GWh, men dette forbruket er ladestrøm på Brekstad, ikke i Trondheim havn. Av modelltekniske grunner er det ikke korrigert for dette i beregningen av utslipp for Scope 2 for GPC-protokollen, hvilket innebærer at drøyt 13 tonn av utslippene i Scope 2 etter tiltak S3.1 strengt tatt hører hjemme i Ørland kommune, og ikke Trondheim.

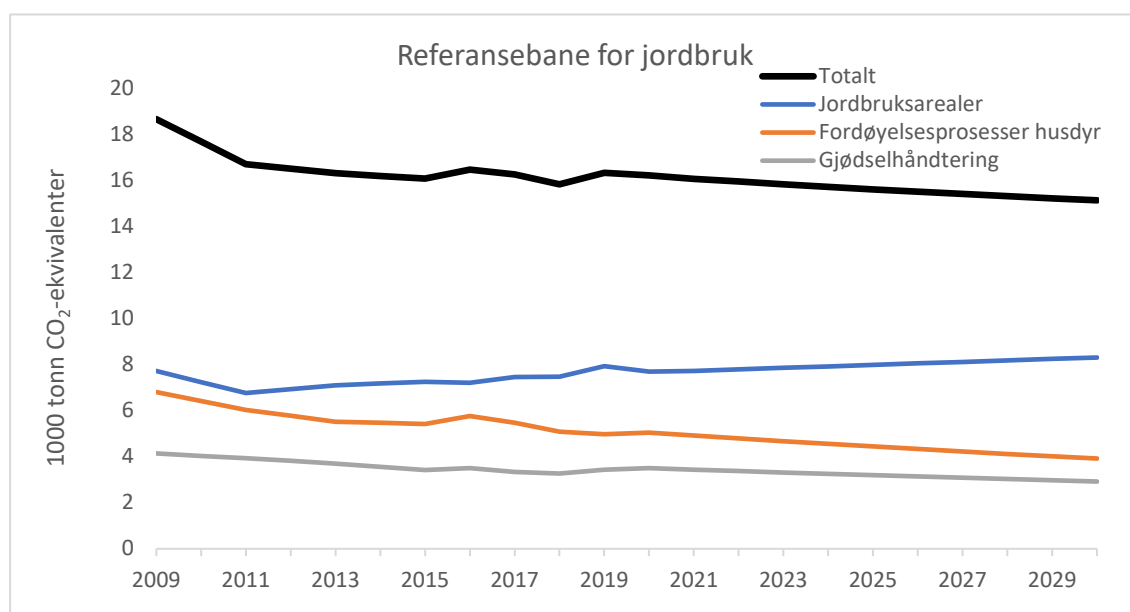
5.7 Jordbruk

5.7.1 Utvikling i referansebanen for jordbruk

Sektoren Jordbruk består av de tre utslippskildene Fordøyelsesprosesser husdyr, Gjødselfhåndtering og Jordbruksarealer. De samla klimagassutslippene fra jordbruk gikk ned med 13 prosent fra 2009 til 2020. Utslippene i referansebanen går videre ned med 7 prosent i 2030 sammenliknet med 2020 (se Tabell 49 og Figur 39).

Tabell 49: Utslipp i sektoren Jordbruk, i tonn CO₂-ekvivalenter. Kolonnen «Prosent endring» angir prosentvis endring for statistikk i 2020 i forhold til statistikk i 2009 og prosentvis endring for referansebanen i 2030 i forhold til statistikk i 2020. Endringer i tiltakspakkene er angitt i forhold til referansebanen i 2030. Kolonnen «Endring 2009-2030» angir prosentvis endring for referansebanen og tiltakspakkene i 2030 i forhold til statistikk i 2009.

Sektor	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense	Endring 2009-2030
Jordbruk	2009, Statistikk	18 634				
	2020, Statistikk	16 201	-13 %			
	2030, Referansebane	15 113	-7 %	15 113	15 113	-19 %
	2030, Klimabudsjett	15 113	0 %	15 113	15 113	-19 %
	2030, Klimakur	15 113	0 %	15 113	15 113	-19 %
	2030, Krafftfulle tiltak	15 113	0 %	15 113	15 113	-19 %



Figur 39: Utslipp i referansebanen i sektoren Jordbruk for årene 2009-2030

5.7.2 Effekt av tiltak for jordbruk

Det er ikke beregnet noen tiltak som påvirker utslippene fra husdyr, gjødself og jordbruksarealer i sektoren Jordbruk. Utslipp fra energibruk i jordbruket er ikke er medregnet i denne sektoren, men inkluderes i sektorene annen mobil forbrenning (bruk av traktorer og landbruksmaskiner) og oppvarming. Tiltak som påvirker utslipp fra energibruk i jordbruket, er derfor omtalt i disse sektorene (se tiltak AT2.1, AT2.2, AT3.1, og O2.2).

5.7.3 Resultater per utslippskilde

5.7.3.1 Fordøyelsesprosesser husdyr

Fordøyelsesprosesser husdyr omfatter hovedsakelig metanutslipp fra fordøyelsessystemet til drøvtyggere. Den sentrale driveren for utviklingen i utslipp er antall husdyr, spesielt storfe, men også til en viss grad sauer. Dette reflekterer igjen forventet utvikling i forbruk av matvarer, drevet av en kombinasjon av befolkningsutvikling og forbrukstrender.

For fordøyelsesprosesser husdyr har utslippene gått ned med 26 prosent fra 2009 til 2020. I referansebanen framskrives utslippene som en videreføring av historisk trend, noe som gir 22 prosent utslippsreduksjon i 2030, sammenliknet med 2020-nivå.

Tabell 50: Utslipp i sektoren Jordbruk, for utslippskilden Fordøyelsesprosesser husdyr, i tonn CO₂-ekvivalenter. Kolonnen «Prosent endring» angir prosentvis endring for statistikk i 2020 i forhold til statistikk i 2009 og prosentvis endring for referansebanen i 2030 i forhold til statistikk i 2020. Endringer i tiltakspakkene er angitt i forhold til referansebanen i 2030.

Utslippskilde	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Fordøyelsesprosesser husdyr	2009, Statistikk	6 801			
	2020, Statistikk	5 031	-26 %		
	2030, Referansebane	3 906	-22 %	3 906	3 906
	2030, Klimabudsjett	3 906	0 %	3 906	3 906
	2030, Klimakur	3 906	0 %	3 906	3 906
	2030, Kraftfulle tiltak	3 906	0 %	3 906	3 906

5.7.3.2 Gjødselføring

Utslipp fra gjødselføring omfatter CH₄- og N₂O-utslipp fra lagring av gjødsel. Den sentrale driveren for utviklingen i utslipp er antall husdyr, spesielt storfe, men også hester, svin og fjærfe. Utslippene påvirkes også av hvilke gjødsellagringsmetoder som benyttes.

For gjødselføring har utslippene gått ned med 15 prosent fra 2009 til 2020. I referansebanen framskrives utslippene som en videreføring av historisk trend, noe som gir 17 prosent utslippsreduksjon i 2030, sammenliknet med 2020-nivå.

Tabell 51: Utslipp i sektoren Jordbruk, for utslippskilden Gjødselføring, i tonn CO₂-ekvivalenter. Kolonnen «Prosent endring» angir prosentvis endring for statistikk i 2020 i forhold til statistikk i 2009 og prosentvis endring for referansebanen i 2030 i forhold til statistikk i 2020. Endringer i tiltakspakkene er angitt i forhold til referansebanen i 2030.

Utslippskilde	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Gjødselbehandling	2009, Statistikk	4 128			
	2020, Statistikk	3 490	-15 %		
	2030, Referansebane	2 910	-17 %	2 910	2 910
	2030, Klimabudsjett	2 910	0 %	2 910	2 910
	2030, Klimakur	2 910	0 %	2 910	2 910
	2030, Kraftfulle tiltak	2 910	0 %	2 910	2 910

5.7.3.3 Jordbruksarealer

Utslipp fra jordbruksarealer omfatter N₂O-utslipp fra spredning av gjødsel (både kunstgjødsel, husdyrgjødsel, slam og annen organisk gjødning), fra avføring fra dyr på beite og fra selve jordsmonnet på arealer brukt til jordbruk, spesielt oppdyrket myr. I tillegg omfattes CO₂-utslipp fra kalking av vassdrag og jordbruksarealer samt et mindre utslippsbidrag fra bruk av urea, og CH₄-utslipp fra halmbrenning.

For jordbruksarealer har utslippene vært tilnærmet uendret fra 2009 til 2020. I referansebanen framskrives N₂O og CH₄-utslippene som konstant lik gjennomsnittet for perioden 2015-2020, mens CO₂-utslippene framskrives som en videreføring av historisk økende trend. Dette gir samlet sett en framskriving hvor utslippene øker med 8 prosent i 2030, fra 2020-nivå,

Tabell 52: Utslipp i sektoren Jordbruk, for utslippskilden Jordbruksarealer, i tonn CO₂-ekvivalenter. Kolonnen «Prosent endring» angir prosentvis endring for statistikk i 2020 i forhold til statistikk i 2009 og prosentvis endring for referansebanen i 2030 i forhold til statistikk i 2020. Endringer i tiltakspakkene er angitt i forhold til referansebanen i 2030.

Utslippskilde	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Jordbruksarealer	2009, Statistikk	7 705			
	2020, Statistikk	7 680	0 %		
	2030, Referansebane	8 297	8 %	8 297	8 297
	2030, Klimabudsjett	8 297	0 %	8 297	8 297
	2030, Klimakur	8 297	0 %	8 297	8 297
	2030, Kraftfulle tiltak	8 297	0 %	8 297	8 297

5.8 Oppvarming

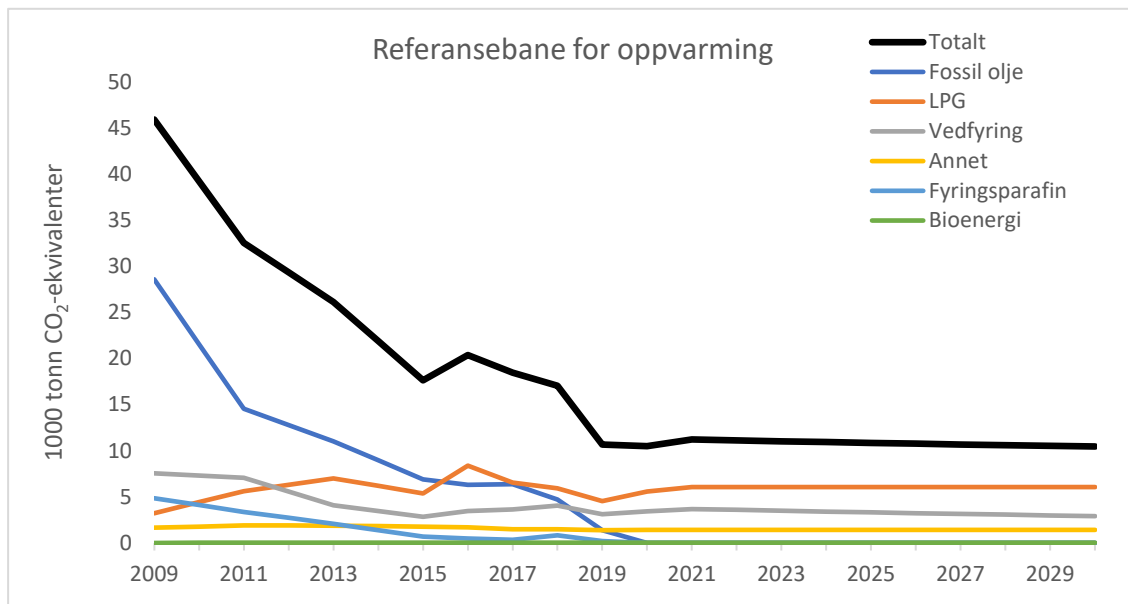
5.8.1 Utvikling i referansebanen for oppvarming

De samla klimagassutslippene fra oppvarming gikk ned med 77 prosent fra 2009 til 2020 (se Tabell 53 og Figur 40). Nedgangen de senere årene skyldes hovedsakelig et nasjonalt forbud mot bruk av mineralolje til oppvarming av bygninger, som trådte i kraft fra 2020, men som har vært varsla i en årrekke. Forbudet berører utslippskildene Fossil olje og Fyringsparafin og ligger inne i referansebanen som null utslipp for disse to utslippskildene fram mot 2030. Siden utslippene fra fossil olje og fyringsparafin var tilnærmet null allerede i 2020 påvirker ikke forbudet den framtidige utviklingen i referansebanen i nevneverdig grad.

Figur 40 viser utviklingen i referansebanen for årene 2009-2030. Samlet sett forventes utslippene i referansebanen for oppvarming å være tilnærmet uendret i 2030 sammenliknet med 2020. Dette er nettoeffekten av at en liten økning i utslipp fra LPG blir utliknet av en tilsvarende reduksjon i utslipp fra vedfyring. Økningen i utslipp fra LPG skyldes beregningstekniske forhold mens reduksjonen i utslipp fra vedfyring skyldes faktiske forhold. Utslippene fra LPG er framskrevet som konstant lik gjennomsnittet for perioden 2015-2020, men siden dette gjennomsnittet ligger noe høyere enn 2020-utslippet får referansebanen et lite løft fra 2020-nivå. Nedgangen i utslipp fra vedfyring skyldes på sin side en nedadgående trend over tid blant annet som følge av en gradvis utskifting til nyere, mer effektive og mer rentbrennende ovner, og at vi forventer at denne trenden fortsetter. Samlet sett er det imidlertid et relativt bredt usikkerhetsintervall, først og fremst knyttet til LPG, som kan tilsi både økning og nedgang i 2030, fra 2020-nivå.

Tabell 53: Utslipp i sektoren Oppvarming, i tonn CO₂-ekvivalenter. Kolonnen «Prosent endring» angir prosentvis endring for statistikk i 2020 i forhold til statistikk i 2009 og prosentvis endring for referansebanen i 2030 i forhold til statistikk i 2020. Endringer i tiltakspakkene er angitt i forhold til referansebanen i 2030. Kolonnen «Endring 2009-2030» angir prosentvis endring for referansebanen og tiltakspakkene i 2030 i forhold til statistikk i 2009.

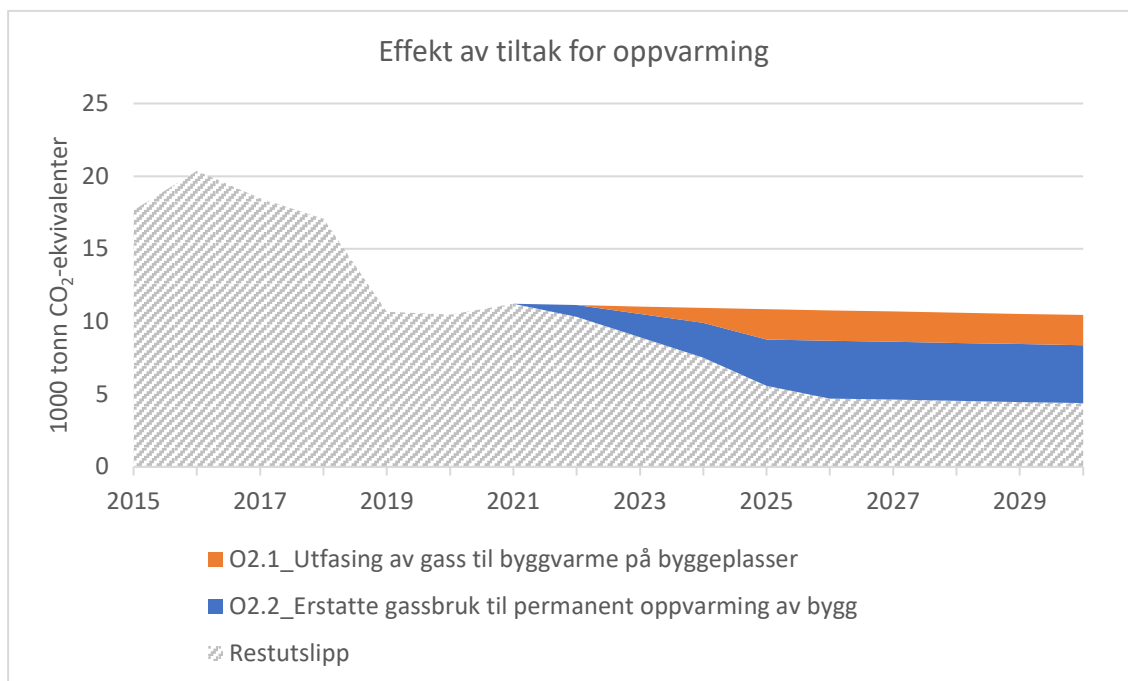
Sektor	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense	Endring 2009-2030
Oppvarming	2009, Statistikk	45 938				
	2020, Statistikk	10 490	-77 %			
	2030, Referansebane	10 460	0 %	8 822	12 098	-77 %
	2030, Klimabudsjett	10 460	0 %	8 822	12 098	-77 %
	2030, Klimakur	4 397	-58 %	4 187	4 607	-90 %
	2030, Kraftfulle tiltak	4 397	-58 %	4 187	4 607	-90 %



Figur 40: Utslipp i referansebanen i sektoren Oppvarming for årene 2009-2030

5.8.2 Effekt av tiltak for oppvarming

Tiltakspakke 2 (Klimakur og liknende tiltak) inneholder to tiltak for utfasing av fossil gass som til sammen eliminerer all bruk av LPG i sektor Oppvarming. Ett tiltak for utfasing av bruk av fossil gass til *midlertidig* byggvarme på byggeplasser (O2.1) og ett tiltak for utfasing av bruk av gass til *permanent* oppvarming (O2.2). Samlet sett bidrar disse tiltakene at utslippene i sektor Oppvarming reduseres med 58 prosent i forhold til referansebanen i 2030 (se Figur 41 og Tabell 53).



Figur 41: Utslipsreduksjoner fra tiltak i sektoren Oppvarming

5.8.3 Resultater per utslippskilde

5.8.3.1 LPG

Utslippskilden LPG er utslipp fra forbrenning av LPG til oppvarming av bygninger. Dette omfatter både permanent oppvarming av bygg og midlertidig byggvarme på byggeplasser. For LPG har utslippene økt med 73 prosent fra 2009 til 2020, men det er stor usikkerhet om hvor store utslippene egentlig er for denne utslippskilden. I referansebanen framskrives utslippene som konstante på gjennomsnittet for perioden 2015-2020, noe som tilsvarer 9 prosent økning fra 2020-nivå, men med et relativt bredt usikkerhetsintervall som kan tilsi både økning og nedgang fra 2020-nivå.

Tabell 54: Utslipp i sektoren Oppvarming, for utslippskilden LPG, i tonn CO₂-ekvivalenter. Kolonnen «Prosent endring» angir prosentvis endring for statistikk i 2020 i forhold til statistikk i 2009 og prosentvis endring for referansebanen i 2030 i forhold til statistikk i 2020. Endringer i tiltakspakkene er angitt i forhold til referansebanen i 2030.

Utslippskilde	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
LPG	2009, Statistikk	3 226			
	2020, Statistikk	5 581	73 %		
	2030, Referansebane	6 063	9 %	4 635	7 492
	2030, Klimabudsjett	6 063	0 %	4 635	7 492
	2030, Klimakur	0	-100 %	0	0
	2030, Kraftfulle tiltak	0	-100 %	0	0

5.8.3.2 Fossil olje og fyringsparafin

Utslippskildene fossil olje og fyringsparafin er utslipp fra forbrenning av lett og tung fyringsolje og fyringsparafin til oppvarming av bygninger. Utslippene går til null i referansebanen fra 2020 grunnet det nasjonale forbudet mot bruk av mineralolje til oppvarming av bygninger fra 2020.

Tabell 55: Utslipp i sektoren Oppvarming, for utslippskilden Fossil olje, i tonn CO₂-ekvivalenter. Kolonnen «Prosent endring» angir prosentvis endring for statistikk i 2020 i forhold til statistikk i 2009 og prosentvis endring for referansebanen i 2030 i forhold til statistikk i 2020. Endringer i tiltakspakkene er angitt i forhold til referansebanen i 2030.

Utslippskilde	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Fossil olje	2009, Statistikk	28 613			
	2020, Statistikk	17	-100 %		
	2030, Referansebane	0	-100 %	0	0
	2030, Klimabudsjett	0	0 %	0	0
	2030, Klimakur	0	0 %	0	0
	2030, Kraftfulle tiltak	0	0 %	0	0

Tabell 56: Utslipp i sektoren Oppvarming, for utslippskilden Fyringsparafin, i tonn CO₂-ekvivalenter. Kolonnen «Prosent endring» angir prosentvis endring for statistikk i 2020 i forhold til statistikk i 2009 og prosentvis endring for referansebanen i 2030 i forhold til statistikk i 2020. Endringer i tiltakspakkene er angitt i forhold til referansebanen i 2030.

Utslippskilde	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Fyringsparafin	2009, Statistikk	4 853			
	2020, Statistikk	0	-100 %		
	2030, Referansebane	0	0 %	0	0
	2030, Klimabudsjett	0	0 %	0	0
	2030, Klimakur	0	0 %	0	0
	2030, Kraftfulle tiltak	0	0 %	0	0

5.8.3.3 Bioenergi

Utslippskilden bioenergi består av CH₄- og N₂O-utslipp fra forbrenning av bioenergi til oppvarming av bygninger (CO₂-utslippene er ikke-fossile og derfor ikke inkludert). I referansebanen framskrives utslippene som konstante på gjennomsnittet for perioden 2009-2020, noe som tilsvarer 2 prosent økning fra 2020-nivå.

Tabell 57: Utslipp i sektoren Oppvarming, for utslippskilden Bioenergi, i tonn CO₂-ekvivalenter. Kolonnen «Prosent endring» angir prosentvis endring for statistikk i 2020 i forhold til statistikk i 2009 og prosentvis endring for referansebanen i 2030 i forhold til statistikk i 2020. Endringer i tiltakspakkene er angitt i forhold til referansebanen i 2030.

Utslippskilde	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Bioenergi	2009, Statistikk	35			
	2020, Statistikk	38	8 %		
	2030, Referansebane	39	2 %	39	39
	2030, Klimabudsjett	39	0 %	39	39
	2030, Klimakur	39	0 %	39	39
	2030, Kraftfulle tiltak	39	0 %	39	39

5.8.3.4 «Annet»

Utslippskilden annet er utslipp fra forbrenning av andre produkt for å varme opp bygninger, som ikke er dekket av andre utslippskilder (e.g. parafinvoks, deponigass og spesialavfall). I referansebanen framskrives utslippene som konstante på 2020-nivå.

Tabell 58: Utslipp i sektoren Oppvarming, for utslippskilden Annet, i tonn CO₂-ekvivalenter. Kolonnen «Prosent endring» angir prosentvis endring for statistikk i 2020 i forhold til statistikk i 2009 og prosentvis endring for referansebanen i 2030 i forhold til statistikk i 2020. Endringer i tiltakspakkene er angitt i forhold til referansebanen i 2030.

Utslippskilde	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Annet	2009, Statistikk	1 666			
	2020, Statistikk	1 438	-14 %		
	2030, Referansebane	1 438	0 %	1 438	1 438
	2030, Klimabudsjett	1 438	0 %	1 438	1 438
	2030, Klimakur	1 438	0 %	1 438	1 438
	2030, Kraftfulle tiltak	1 438	0 %	1 438	1 438

5.8.3.5 Vedfyring

Utslippskilden vedfyring består av CH₄- og N₂O-utslipp fra forbrenning av ved (CO₂-utslippene er ikke-fossile og derfor ikke inkludert). For vedfyring har utslippene gått ned med 55 prosent fra 2009 til 2020. Utslippene i referansebanen forventes å gå ned med ytterligere 15 prosent i 2030 sammenliknet med 2020.

Nasjonalt har det det siste tiåret vært en trend mot lavere vedforbruk på grunn av mildere klima, utskifting av gamle ovner til mer effektive ovner med høyere virkningsgrad, overgang til varmepumper og bedre isolering (SSB, 2021b). Nasjonale tall viser også et tydelig fall i vedforbruket fra 2013, og i Trondheim kan vi også se en antydning til den samme tendensen for vedforbruket før/etter 2013, men vi har kun to år å sammenlikne med bakover i tidsserien. Vedforbruket er framskrevet som konstant i perioden 2023-2030, lik gjennomsnittet av historisk forbruk for årene 2015-2020. For 2021 er det lagt inn en økning i vedforbruk på 11 prosent sammenliknet med 2020, basert på nasjonal trend. Vedforbruket i 2022 er satt likt som i 2021, fordi vedforbruket forventes å holde seg høyt på grunn av høyere strømpriser, men vi har ikke noe grunnlag for å si akkurat hvor høyt.

Utslippsfaktoren for metan har vist en nedadgående trend fra 2009 til 2019, som følge av en gradvis utskifting til nyere ovner. I framskrivingene i referansebanen legger vi en forlengelse av denne utviklingen til grunn og utslippene går ned med 26 prosent fra 2020 til 2030. Vi har tatt høyde for noe usikkerhet i utviklingen av utslipp per GWh innfyrt vedenergi, men det har ikke vært mulig å kvantifisere usikkerheten i framtidig vedforbruk. Dette kan til en viss grad øke med befolkningsveksten dersom nye boliger bygges med vedfyring som oppvarmingsløsning. På den andre siden forventes det en viss overgang fra vedfyring til andre oppvarmingsløsninger i eksisterende boliger, utskifting til mer energieffektive ovner og redusert oppvarmingsbehov over tid på grunn av klimaendringer.

Tabell 59: Utslipp i sektoren Oppvarming, for utslippskilden Vedfyring, i tonn CO₂-ekvivalenter. Kolonnen «Prosent endring» angir prosentvis endring for statistikk i 2020 i forhold til statistikk i 2009 og prosentvis endring for referansebanen i 2030 i forhold til statistikk i 2020. Endringer i tiltakspakkene er angitt i forhold til referansebanen i 2030.

Utslippskilde	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Vedfyring	2009, Statistikk	7 546			
	2020, Statistikk	3 417	-55 %		
	2030, Referansebane	2 921	-15 %	2 711	3 130
	2030, Klimabudsjett	2 921	0 %	2 711	3 130
	2030, Klimakur	2 921	0 %	2 711	3 130
	2030, Kraftfulle tiltak	2 921	0 %	2 711	3 130

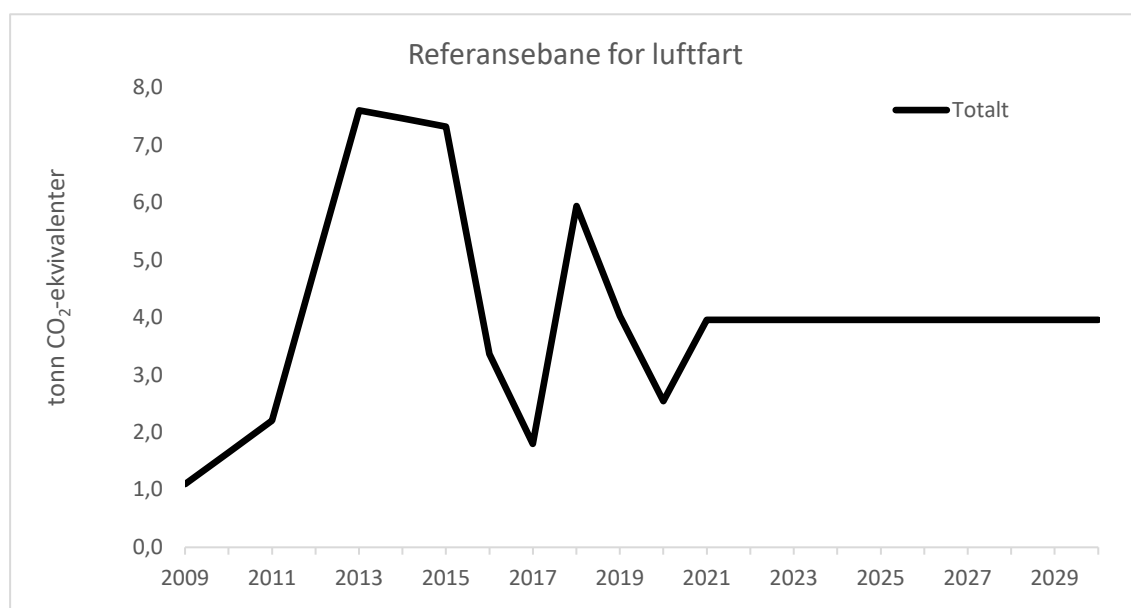
5.9 Luftfart

5.9.1 Utvikling i referansebanen

For Trondheim er det kun utslipp for helikoptertrafikk til/fra St. Olavs hospital og Rosten som inngår i det kommunefordelte klimagassregnskapet (kun innenriks luftfart). Luftfart er en marginal sektor i Trondheim med årlige utslipp på under 10 tonn CO₂-ekvivalenter. Sektoren tas først og fremst med i modellen for å gjøre den fullstendig og for å sikre overensstemmelse med Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap. Utslippene framskrives som konstante uten nærmere analyse, som vist i Figur 42.

Tabell 60: Utslipp i sektoren Luftfart, i tonn CO₂-ekvivalenter. Kolonnen «Prosent endring» angir prosentvis endring for statistikk i 2020 i forhold til statistikk i 2009 og prosentvis endring for referansebanen i 2030 i forhold til statistikk i 2020. Endringer i tiltakspakkene er angitt i forhold til referansebanen i 2030. Kolonnen «Endring 2009-2030» angir prosentvis endring for referansebanen og tiltakspakkene i 2030 i forhold til statistikk i 2009.

Sektor	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense	Endring 2009-2030
Luftfart	2009, Statistikk	1,1				
	2020, Statistikk	2,5	127 %			
	2030, Referansebane	4,0	58 %	4,0	4,0	260 %
	2030, Klimabudsjett	4,0	0 %	4,0	4,0	260 %
	2030, Klimakur	4,0	0 %	4,0	4,0	260 %
	2030, Kraftfulle tiltak	4,0	0 %	4,0	4,0	260 %



Figur 42: Utslipp i referansebanen i sektoren Luftfart

6 Del 3 - karbonopptak

6.1 Klimanøytralitetsmålet i Mission for Climate Neutral Cities

Mission for Climate Neutral Cities har som mål å levere minst 100 klimanøytrale byer innen 2030. Klimanøytralitet er i satsingen definert som «netto null-utslipp som oppnås hovedsakelig gjennom å kutte utslipp, investere i grønne teknologier og beskytte/fremme det naturlige miljøet».

Klimanøytralitetsmålet i satsingen omfatter territorielle utslipp, samt scope 2-utslipp fra energibruk og scope 3-utslipp fra avfallshåndtering (avfall som oppstår i kommunen, men håndteres utenfor kommunen), det vil si de utslippene som i denne rapporten er omtalt med begrepet «GPC-tilnærmingen», unntatt scope 3-utslipp fra tap i elektrisitetsnettet.

For å kunne oppnå klimanøytralitet innen 2030 kreves det, ifølge veiledningen for satsingen, drastiske utslippskutt i alle sektorer (European Commission, 2021). Det er imidlertid visse kilder, for eksempel visse utslipp fra industrielle prosesser, som ikke er mulig å redusere til null innen 2030. I Trondheim kan dette blant annet gjelde utslipp fra karbonholdige bergarter under produksjon av steinull hos Rockwool. I veiledningen er det anbefalt at restutslippet innenfor kommunegrensene ikke overstiger 20 prosent av utslippene i referanseåret. Det er ikke definert hva som er referanseåret.

For å kompensere for restutslipp og dermed gjøre det mulig nå mål om netto-nullutslipp, finnes det to aksepterte muligheter:

- 1) Karbonopptak/ karbonlagring: Fjerning av CO₂ gjennom naturbaserte eller teknologiske løsninger, innenfor de geografiske grensene.
- 2) Karbonkreditter: Utslippskutt utenfor kommunens/byens grenser. Kvote må oppfylle krav og standarder og være tredjepartsverifisert.

Det er litt uklart i veiledningen hvorvidt anbefalingen om minst 80 prosent utslippsreduksjon gjelder kun for territorielle utslipp eller totale utslipp i scope 1 og 2 (og eventuelt fra avfall i scope 3). Videre i dette kapitlet presenterer vi tall og figurer hvor vi antar at klimanøytralitetsmålet innebærer følgende for Trondheim kommune:

- Territorielle utslipp bør reduseres med minst 80 % sammenliknet med et referanseår som kommunen kan velge. Vi benytter 2009 som referanseår.
- Både territorielle restutslipp og restutslipp i scope 2 må kompenseres for, enten gjennom karbonopptak eller karbonkreditter. Trondheim kommune har per i dag ikke scope 3-utslipp fra avfallshåndtering, men hvis slike utslipp oppstår i framtida, må dette også kompenseres for.

Tabell 61 viser maksimale territorielle restutslipp i 2030 med referanseår 2009, dvs. restutslipp ved en utslippsreduksjon på 80 prosent. Dersom anbefalingen om minst 80 prosent utslippsreduksjon gjelder for totale utslipp i scope 1 og 2, må indirekte utslipp

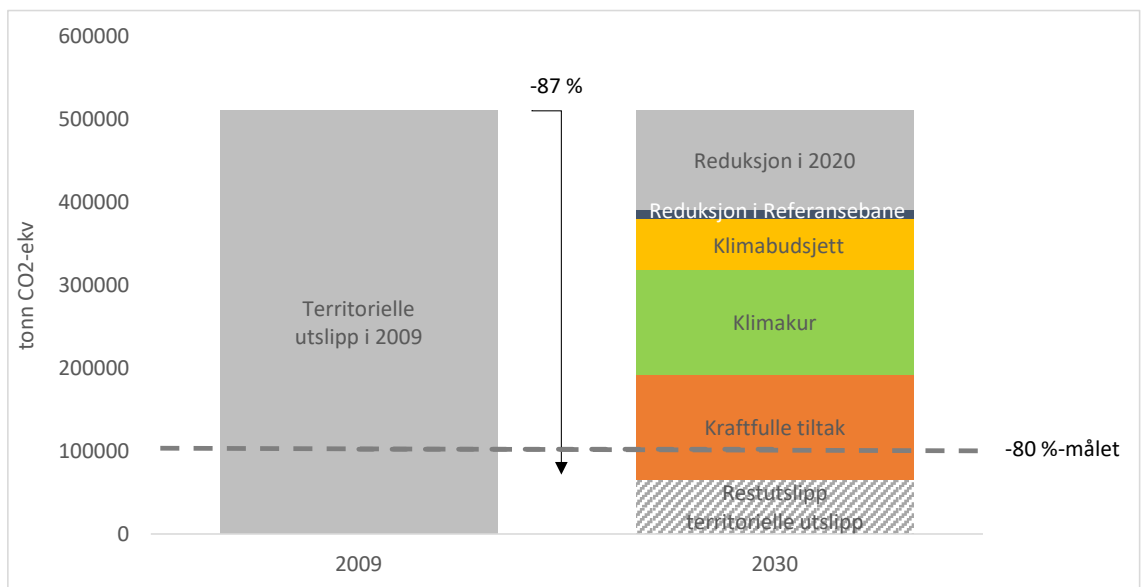
fra elektrisitetsforbruk legges til ved beregningen av maksimale restutslipp. I dette prosjektet har vi ikke beregnet indirekte utslipp fra elektrisitetsforbruk i 2009.

Tabellen viser i tillegg restutslippene i 2030 for territorielle utslipp og scope 2 etter gjennomføring av tiltakspakke 3. Summen av territorielle restutslipp og restutslipp i scope 2 gir en indikasjon på hvor store utslipp det kan være behov for å kompensere for. For å unngå dobbelttelling er utslipp fra bruk av fjernvarme holdt utenfor i tallene for restutslipp i scope 2.

Tabell 61: Restutslipp i 2030 for territorielle utslipp og scope 2 etter gjennomføring av tiltakspakke 3

År / scenario	Territorielle utslipp	Scope 2 elektrisitet	SUM
2030, Maksimale territorielle utslipp gitt 80 %-målet	102 237		
2030, Restutslipp etter tiltakspakke 3	66 087	40 099	106 186

Figur 43 viser at dersom alle de tre tiltakspakkene gjennomføres, kan dette til sammen gi mer enn 80 % reduksjon i territorielle utslipp, sammenliknet med 2009.



Figur 43: Reduksjon i territorielle utslipp i 2030 sammenliknet med 2009, på grunn av historisk utvikling fram til 2020, videre reduksjon i referansebanen og effekt av de tre tiltakspakkene som det er gjort beregninger for.

Videre i kapittel 6 vil vi fokusere på karbonopptak/ karbonlagring. Karbonlagring kan deles inn i naturlig karbonlagring (kapittel 6.3) og karbonfangst- og lagring gjennom teknologiske løsninger (kapittel 6.2).

6.2 Bio-CCS

Bruk av bioenergi med fangst og lagring av karbon er anerkjent som en mulig løsning for å kompensere for restutslipp i Mission for Climate Neutral Cities.

Utslippene fra avfallsforbrenningsanlegget på Heimdal er delvis fossile, delvis biogene. Etablering av karbonfangst ved anlegget er i praksis ett tiltak, men vi presenterer effekten av tiltaket separat for fossile og biogene utslipp. Effekten på fossile utslipp er omtalt i kapittel 5.2.2.

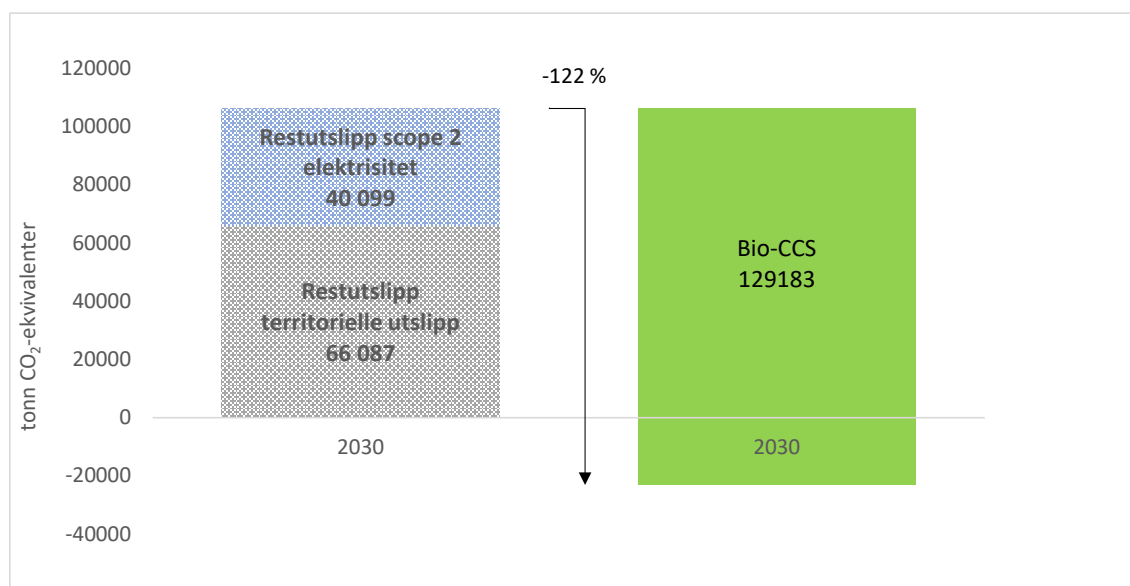
Beregningene av tiltakseffekten er en integrert del av modellen brukt i del 1 av prosjektet. Beregningene er basert på tiltak E03 i Klimakur 2030 og det er antatt at karbonfangst gjennomføres fra og med 2029. Det er lagt til grunn at de biogene utslippene utgjør 67 prosent av utslippene ved anlegget. Metoden og antakelsene for beregning av tiltakseffekten er nærmere beskrevet i kapittel 7.2.2.

Tiltakseffekten er beregnet til fangst av 129 000 tonn CO₂ i 2030, jf. Tabell 62. Det er ikke beregnet noe usikkerhetsintervall, men det er en viss usikkerhet knyttet både til hvor stor del av totale utslipp som kan fanges og fordelingen mellom fossilt og biogent karbon i avfallet. I tillegg er det betydelig usikkerhet knyttet til hvilke rammebetingelser som skal til for at karbonfangst gjennomføres, og hva som er realistisk tidsperspektiv for gjennomføring. Statkraft Varmes pågående mulighetsstudie (Statkraft Varme, 2022) vil trolig gi mer klarhet i hvordan karbonfangst i praksis kan gjennomføres.

Tabell 62: Utslipp fra bidraget bio-CCS, i tonn CO₂-ekvivalenter. Kolonnen «Prosent endring» angir prosentvis endring for statistikk i 2020 i forhold til statistikk i 2009 og prosentvis endring for referansebanen i 2030 i forhold til statistikk i 2020. Endringer i tiltakspakkene er angitt i forhold til referansebanen i 2030.

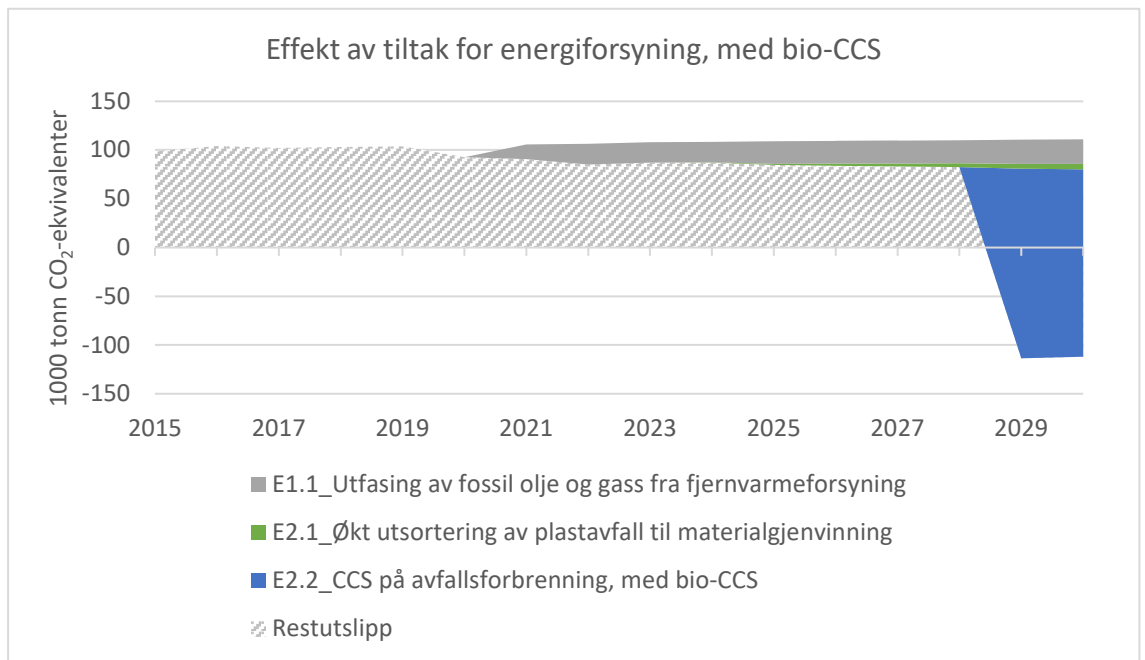
Bidrag	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense	
Bio-CCS	2009, Statistikk		0			
	2020, Statistikk		0			
	2030, Referansebane		0	0	0	
	2030, Klimabudsjett		0	0	0	
	2030, Klimakur		-129 183		-129 183	-129 183
	2030, Kraffulle tiltak		-129 183		-129 183	-129 183

Figur 44 viser restutslippene i scope 1 og 2 etter gjennomføring av tiltakspakke 3, og effekten av bio-CCS. Effekten av bio-CCS ved avfallsforbrenningsanlegget på Heimdal er potensielt høyere enn de samlede restutslippene, dvs. at bio-CCS potensielt kan utgjøre et viktig element i å kompensere for restutslipp. Vi understreker imidlertid at det er betydelig usikkerhet i beregningene.



Figur 44: Restutslipp i 2030 for territorielle utslipp og scope 2 etter gjennomføring av tiltakspakke 3, sammenliknet med beregnet effekt av bio-CCS fra avfallsforbrenning.

Figur 45 viser samlet effekt av tiltakene i sektoren energiforsyning, inkludert bio-CCS. Figuren viser at med karbonfangst kan sektoren samlet sett oppnå negative utslipp. Restutslippet i 2030 (dvs. etter gjennomføring av alle tiltakene i sektoren) er på -112 000 tonn CO₂-ekvivalenter.



Figur 45: Utslippsreduksjon fra tiltak i sektoren energiforsyning, inkludert bio-CCS. Tusen tonn CO₂-ekvivalenter.

Regnskapsteknisk er det noe usikkert hvordan negative utslipp som følge av bio-CCS vil bli ført i de ulike utslippsregnskapene. I det nasjonale utslippsregnskapet vil trolig all karbonfangst regnskapsføres i den sektoren hvor utslippet/ fangsten finner sted, jf. IPCCs veiledning for nasjonale utslippsregnskap (IPCC, 2006a). Vi har ikke kjennskap til om Miljødirektoratet har vurdert hvordan negative utslipp vil bli ført i det kommunefordelte utslippsregnskapet. I Infokit for Climate Neutral Cities (European Commission, 2021) omtales bio-CCS som en måte å kompensere for gjenstående utslipp for å oppnå klimanøytralitetsmålet. Vi tolker dette som at negative utslipp fra bio-CCS ikke skal telles med i oppnåelsen av minst 80 prosent utslippsreduksjon, men at det kan brukes til å komme til netto null. Regnskapsteknisk må i så fall negative utslipp fra bio-CCS holdes atskilt fra øvrige utslipp i energiforsyningssektoren.

6.3 Karbonopptak i skog og annen arealbruk

Å opprettholde, og eventuelt øke, karbonopptaket i skog og andre arealer er viktig for å minimere netto utslipp. Dersom tiltak i skog- og arealbrukssektoren skal brukes til å kompensere for restutslipp i andre sektorer, er det imidlertid en del problemstillinger som bør vurderes. I dette kapittelet fokuserer vi på tiltak for økt karbonopptak som kompensasjon for restutslipp i lys av klimanøytralitetsmålet i Mission for Climate Neutral Cities. Teksten må altså ikke leses som en vurdering av hensiktsmessigheten av tiltak for økt karbonopptak generelt.

6.3.1 Hvordan kan karbonopptak inngå i klimanøytralitetsmålet

6.3.1.1 Eksisterende veiledning

Infokit for Climate Neutral Cities:

Deltakerbyer i Mission for Climate Neutral Cities kan benytte negative utslipp som følge av økt eller forbedret naturlig karbonopptak til å kompensere for restutslipp. Naturlig karbonopptak referer til planting av trær eller annen endring av arealbruk.

Det er varslet at det skal komme ytterligere veiledning om metoden for å beregne og regnskapsføre naturlig karbonopptak. Foreløpig er det imidlertid noe uklart hvordan dette skal gjøres.

Dersom en by velger å telle med naturlig karbonopptak for å kompensere for restutslipp skal alle endringer (positive og negative) i naturlige karbonlagre tas med. Kun dersom det er et netto opptak av karbon totalt, kan dette brukes for å kompensere for restutslipp. (European Commission, 2021) Dette kan forstås som at det vil være nødvendig å ta hensyn til det samlede utslippsregnskapet for skog og arealbruk i kommunen for å avgjøre om det finnes et netto opptak. En annen (og snevrere) mulig tolkning er at alle endringer i karbonlagre som følge av det tiltaket som gjennomføres, eller i samme område som tiltaket gjennomføres, må tas hensyn til.

Karbonopptak i skog og annen arealbruk telles i AFOLU-sektoren i Infokit for Climate Neutral Cities (European Commission, 2021). Endringer i klimagassutslipp som følge av arealbruksendringer som fører til økte utslipp eller opptak skal telles når de er signifikante. Insignifikante kilder er kilder som er mindre enn alle andre sub-sektorer som må rapporteres. Summen av insignifikante kilder skal ikke overstige 5% av alle utslipp som må rapporteres.

Både forbedret opptaksevne i eksisterende skog eller arealer, og økning i areal skog og andre typer arealer som tar opp karbon kan telles med. Karbonopptaket i naturbaserte løsninger skjer over tid. Byer har mulighet til å telle med karbonopptak i skog, jord, landbruksareal og myr innenfor de geografiske grensene.

GPC-protokollen:

GPC-protokollen har gitt ut en ekstra veiledning for skog og trær (Greenhouse Gas Protocol, 2022). Dette dokumentet deler arealbrukssektoren («Land») inn i seks arealkategorier. Skog, dyrka mark, beitemark og utmark, bebyggelse, myr og våtmark, samt andre landarealer. Dette er de samme arealkategoriene som brukes i IPCCs retningslinjer for utslippsregnskap og i det nasjonale utslippsregnskapet. Dokumentet gir detaljert veiledning til utregningsmetodikk for klimagassregnskap fra utslipp og opptak innenfor begrensede deler av arealbrukssektoren. Innenfor skog, dekker veilederen avskoging, utslipp fra skog som følge av hendelser eller økonomisk aktivitet, opptak som følge skogplanting på nytt areal, opptak som følge av skogplanting på tidligere/eksisterende skogarealer, samt opptak i uberørte skogarealer. Foruten skogkategorien, dekker veilederen trær utenfor skoger for eksempel i urbane miljøer.

GPC presiserer at mål om karbonnøytralitet må settes og følges opp separat fra egne mål om utslippskutt. Det gjør det tydeligere å kommunisere og lettere og følge opp strategier og tiltak for utslippsreduksjon og økt opptak parallelt. GPC-protokollen åpner i likhet med Mission for Climate Neutral Cities for å kompensere utslipp som er svært krevende å kutte til null med opptak i skog og trær. GPC åpner også for kjøp av høykvalitets karbonkvoter for å kompensere for restutslipp. Byer eller kommuner med

større skogsområder/lav befolkning der opptak i skog utgjør mer enn 5 prosent av bruttoutslipp bør ha egne mål for utslippsreducerende tiltak i AFOLU eller Land - sektoren som kan inkludere både spesifikke mål knyttet til reduserte utslipp og økt opptak.

6.3.1.2 Eksisterende karbonopptak og forventet utvikling

Det kommunefordelte klimagassregnskapet for skog og arealbruk ble i 2019 publisert for årene 2010 og 2015. Det viser et årlig netto opptak på 80 000 tonn CO₂-ekvivalenter i 2010 og 73 000 tonn CO₂-ekvivalenter i 2015. (Miljødirektoratet, 2019) . Den viktigste kilden til opptak er skog, mens dyrket mark er den største bidragsyteren til utslipp. Trondheim har om lag 277 kvadratkilometer med skogareal ifølge klimagassregnskapet for 2015. Dette inkluderer gamle Klæbu kommune og utgjør om lag 52% av totalarealet i Trondheim kommune.

På nasjonalt nivå var det en stor økning i netto karbonopptak i skog- og arealbrukssektoren fra 1990 til 2009. Etter 2009 har netto karbonopptak falt. I framskrivninger av utslippene fra skog og arealbruk på nasjonalt nivå forsetter netto karbonopptak å falle fram mot 2030 og ytterligere fram mot 2050, for deretter å flate ut og etter hvert øke (Søgaard et al., 2020). Den største reduksjonen i karbonopptak skjer i skog. I tillegg er det, både historisk og i framskrivingen, økende utslipp fra dyrka mark, beiteland og vann og myr. Utbygd areal har en varierende trend historisk og økende utslipp i framskrivingen.

6.3.1.3 Viktige hensyn å vurdere ved bruk av karbonopptak for å nå netto null

I denne delen går vi gjennom noen viktige hensyn å vurdere dersom man skal bruke karbonopptak som kompensasjon for restutslipp i et klimanøytralitetsmål.

Valg av referansepunkt/referansebane for måloppnåelse

Det finnes flere måter å gjøre dette på. Ved brutto-netto bokføring regner man med hele karbonopptaket i mållåret, men ikke i referanseåret. Trondheim har i utgangspunktet et stort netto karbonopptak på grunn av store skogområder, og en slik løsning vil ha svak miljømessig integritet.

Ved netto-netto bokføring regner man med hele karbonopptaket i både referanseåret og mållåret. Dette innebærer at det er hvilken retning karbonopptaket har utviklet seg i som avgjør om man kan telle et netto økt opptak eller netto økt utslipp.

Begge tilnærmingene ovenfor innebærer at alt karbonopptak (og utslipp) teller med i måloppnåelsen. Et alternativ til dette, er bokføring mot en referansebane som skal vise utviklingen uten ytterligere tiltak. Fordelen med en slik tilnærming er at man isolerer effekten av de valgene man tar i dag og framover, slik at måloppnåelsen i mindre grad avhenger av naturgitte forhold og valg som ble tatt i fortida (for eksempel tidligere skogplanting). Å fastsette en referansebane kan imidlertid være krevende, og referansebanen (og dermed måloppnåelsen) vil i betydelig grad avhenge av hvilke forutsetninger man legger til grunn. For at en slik regnskapsføring skal ha god miljømessig integritet er det viktig at forutsetningene og metoden for fastsetting av referansebanen er helt uavhengige av hva som vil gi et «gunstig» resultat med tanke på måloppnåelse.

Kombinasjoner av prinsippene ovenfor er også mulig ved at ulike bokføringsprinsipper brukes for ulike typer arealer. Dette er for eksempel tilfelle i gjeldende EU-regelverk for skog- og arealbrukssektoren (Regulation EU (2018/841)).

Utfordringer med karbonopptak med hensyn til karbonbudsjetter og globale utslippsbaner

En betydelig utfordring med å inkludere alt karbonopptak i skog og vegetasjon i utslippsmål, er at de globale klimamodellene som ligger til grunn for karbonbudsjetter og globale klimascenarier, kategoriserer utslipp og opptak fra vegetasjon og jordsmonn på en annen måte enn nasjonale klimagassregnskaper, inkludert Miljødirektoratets klimagassregnskap for skog og arealbruk i norske kommuner. Slike modeller viser også at naturlig opptak vil avta etter hvert som menneskeskapte CO₂-utslipp nærmer seg netto null, som innebærer ytterligere utfordringer ved å ta med naturlig opptak i karbonnøytralitetsmål, se nærmere beskrivelse nedenfor.

Nasjonale klimagassregnskaper bruker en bokføringstilnærming, der man skiller mellom naturlig og forvaltet landareal («unmanaged land» og «managed land»). Alle karbonflukser på forvaltet landareal regnes med i utslippsregnskapet, og alle arealbruksendringer regnes som økning/reduksjon i utslipp/opptak. I Norge er all skog og nesten alle landområder med betydelig vegetasjon regnet som «managed land».

Globale klimamodeller, som ligger til grunn for de globale karbonbudsjettene, bruker derimot en prosessbasert tilnærming. Utslipp og opptak som finner sted uten menneskelig påvirkning i modellen, regnes som «naturlig» utslipp og opptak. Endringer som finner sted når man introduserer menneskelig påvirkning (som avskoging/påskoging, jordbruk, etc.) klassifiseres som «land use change» (LUC), og regnes som «menneskeskapte» utslipp og opptak. I disse modellene kan både naturlig og menneskeskapt utslipp/opptak finne sted på de samme arealene. I denne tilnærmingen vil sannsynligvis mye av opptaket på grunn av tilvekst i norsk skog regnes som naturlig og ikke som menneskeskapt, selv om den begrensede oppløsningen i modellene ikke gjør det mulig å definere hvor stor andel av opptaket i en gitt kommune er naturlig i forhold til menneskeskapt.

Denne forskjellen skaper en utfordring hvis man vil sammenlikne klimanøytralitetsmål som inkluderer karbonopptak i skog, med karbonbudsjetter og med utslippsbanene i 1,5-gradersscenarier og andre klimascenarier som bygger på globale klimamodeller. Disse karbonbudsjettene og utslippsbanene har allerede «bakt inn» et betydelig naturlig opptak i skog og annen vegetasjon, tilsvarende i størrelsesordenen en fjerdedel av globale menneskeskapte CO₂-utslipp. Reduksjoner i menneskeskapte CO₂-utslipp i disse scenariene kommer derfor *i tillegg* til et stort naturlig opptak. Hvis man så definerer et utslippsreduksjonsmål, og tar med karbonopptak i skog som ikke skyldes *aktiv* inngripen i eksisterende arealer (og dermed kan være regnet som naturlig opptak i klimamodellene), så må reduksjonen i CO₂-utslipp sannsynligvis være større og raskere enn nedgangen i menneskeskapte CO₂-utslipp i de globale klimamodellene for å oppnå samme klimaeffekt.

Usikkerhet om effekten av tiltak

Klimakur Del B - Kapittel 7 omtaler usikkerhet knyttet til økt opptak og reduksjon av utslipp i arealbrukssektoren (Miljødirektoratet et al., 2020). Det vil være usikkerhet knyttet til både historiske klimagassregnskap og framskrivninger som er utgangspunkt for tiltaksanalyser. Usikkerheten i regnskapet vil være lavere enn framskrivningene som i større grad tar lange tidsperspektiver inn og skogen er i større grad utsatt for endringer i

naturlige og andre forutsetninger i sektoren. Usikkerheten er relativt lav i årlig opptak i biomasse i skog, mens det eksempelvis er større for karbon i skogsjord, død ved og jord. Effekten av framtidige klimaendringer introduserer også både betydelig usikkerhet og betydelig risiko for både eksisterende opptak og langsiktig effekt av tiltak for å øke opptaket. Globalt viser de fleste studier at et varmere klima vil redusere opptaket, og det er anslått at den nåværende oppvarmingen på ca. 1,1 grad Celsius i forhold til førindustriell tid allerede har gjort at opptaket globalt det siste tiåret har vært 10-20 prosent lavere enn det ellers ville ha vært (Friedlingstein et al., 2022). Effekten lokalt er det imidlertid vanskelig å si noe om, og i en viss grad kan høyere middeltemperatur gi større og raskere tilvekst i norsk skog, men med en betydelig usikkerhet knyttet til økte risikoer som kraftigere tørkeperioder og skadedyrangrep.

Risiko for at opptaket går tapt

I motsetning til kutt i menneskeskapt CO₂-utslipp, er opptak og særlig lagring av karbon i skog og jordsmonn utsatt for en rekke faktorer som ikke er direkte under menneskelig kontroll. Brutto utslipp som fjernes gjennom opptak i vegetasjon og jordsmonn er fullstendig fjernet kun hvis karbon forblir permanent bundet, og vil reverseres hvis vegetasjonen dør og brytes ned eller karbon i jordsmonn blir oksidert og slipper ut igjen som CO₂.

Foruten risikoen for at framtidig menneskelige inngrep frigjør karbonet igjen, kan skogbranner, skadedyrangrep, plantesykdommer og mange andre naturlige eller delvis menneskeskapt faktorer føre til at karbonet slipper ut igjen som CO₂. Framtidige klimaendringer kan forsterke disse risikofaktorene, og kan også føre til dårligere vekstforhold og økt plantedødelighet under lengre tørkeperioder eller hyppigere ekstremvær. Enhver strategi som baserer seg på økt karbonopptak, krever derfor gjennomtenkte planer for hvordan man skal minimere disse risikoene.

Hvordan sørge for at netto null blir varig/ vegen videre etter 2030

På grunn av usikkerhetene og risikoene nevnt over, er den tryggeste måten å oppnå karbonnøytralitet på å kutte brutto utslipp så mye som mulig, og å benytte karbonfangst og bio-CCS til å kutte restutslipp videre så langt som mulig. Eventuelle gjenværende utslipp som kompenseres gjennom opptak i skog, bør dessuten kompenseres gjennom aktive tiltak for å øke opptaket, ikke gjennom å trekke fra allerede eksisterende opptak.

I tillegg er det viktig å ha en plan for å kutte framtidige restutslipp til *brutto* null, eller fange og lagre utslippene permanent gjennom CCS, og altså oppnå nullutslipp uten å basere seg på fortsatt opptak i skog og jordsmonn. Dette er nødvendig fordi verken naturlig eller menneskeskapt karbonopptak kan fortsette i stor skala på ubestemt tid.

Et trekk ved de fleste klimamodellscenarier som oppnår dype utslippsreduksjoner og netto-null eller netto-negative CO₂-utslipp, er at det naturlige opptaket av karbon i både vegetasjon/jordsmonn og i havet går drastisk ned når netto-utslippene nærmer seg null. Dette henger sammen med at mye av det naturlige opptaket skjer som en reaksjon på at netto positive utslipp øker CO₂-konsentrasjonen i atmosfæren til et høyere nivå enn det naturlige likevektsnivået for CO₂-utveksling mellom atmosfæren, havet og landbaserte økosystemer.

Hvis netto utslipp går kraftig ned, vil konsentrasjonen i atmosfæren også øke langsommere, og systemet kommer nærmere likevekt, slik at også opptaket går langsommere (Jones et al., 2016). Dermed får utslippsreduksjonene stadig mindre «drahjelp» av naturlig karbonopptak, og/eller man må kutte raskere i brutto utslipp eller

øke menneskeskapt karbonopptak (som aktiv påskoging eller bio-CCS) raskere for å kunne videre redusere nettoutslippene mot null, eller bare for å opprettholde dem på et lavt nivå. På lengre sikt (2050 og videre) kan man derfor ikke forutsette at naturlig CO₂-opptak skal bidra vesentlig til å oppnå eller opprettholde karbonnøytralitet.

Betraktningene over kommer fra globale klimamodeller og gjelder for den globale karbonbalansen. Det kan ikke utelukkes at naturlig opptak vil fortsette lenger i Norge og/eller i Trondheim kommune enn globalt på grunn av lokale forhold. Men på lang sikt vil det alltid være naturlige begrensninger i hvor mye stående biomasse og bundet karbon i jordsmonnet i et gitt område kan øke.

Det samme gjelder for aktiv påskoging og annet menneskeskapt karbonopptak. Aktiv skogplanting og andre proaktive tiltak kan potensielt gi en større og raskere økning i mengden bundet karbon og opprettholde den på et høyere nivå enn det som ville vært tilfelle uten menneskelige inngrep. Men den samlede bæreevnen til arealene i Trondheim kommune er ikke ubegrenset, og vil potensielt også måtte konkurrere mot andre arealbruksbehov.

Til tross for begrensningene nevnt ovenfor, kan tiltak for økt karbonopptak spille en nyttig og nødvendig rolle for å få netto utslipp ned raskere og til et midlertidig lavere nivå enn det som ville vært mulig med brutto utslippskutt og karbonfangst alene. Men på lang sikt må brutto utslipp gå mot null, eventuelt hjulpet av en viss mengde karbonfangst og bio-CCS så lenge tilstrekkelig og sikker lagringskapasitet er tilgjengelig.

6.4 Aktuelle tiltak

I denne delen gjør vi en kvalitativ vurdering av potensialet for økt karbonopptak i Trondheim fra aktuelle tiltak. Utvalget av tiltak er hovedsakelig basert på Klimakur 2030.

Det finnes et betydelig potensial for økt netto karbonopptak i Norge (Miljødirektoratet et al., 2020; Søgaard et al., 2020). De fleste tiltak for økt karbonopptak vil først ha vesentlig effekt etter flere tiår. Tabell 63 viser tiltak fra Klimakur 2030 og hvilken effekt tiltakene ble vurdert å ha fram til 2030 og på lang sikt.

Tabell 63: Tiltak i skog og arealbrukssektoren, basert på Klimakur. Vurdering av om tiltak kan spille inn må målet om klimanøytralitet i 2030. Den potensielle effekten på utslipp/opptak som estimert i Klimakur, er indikert med + (økt opptak/ redusert utslipp) og - (redusert opptak/ økt utslipp). En + indikerer en størrelse mellom 0,1 til 0,3 millioner CO₂-ekvivalenter. For mer detaljert informasjon - se DEL B Klimakur.

Tiltak innenfor skog og arealbrukssektoren				
Skogbruk		Effekt fram til 2030	Effekt på lengre sikt	Relevant for karbonnøytralitet i 2030?
Gruppe 1: Treslagsvalg og tetthet i foryngelse				
L01	Skogplanteforedling		+++	
L02	Riktig treslagsvalg etter hogst		+++	
L03	Markberedning	usikkert	++	USIKKER
L04a	Plantetetthet: Minimum plantetetthet liik minste lovlig platetall med det treslaget som gir best produksjon		++	

L04b	Plantetetthet: Økt plantetetthet til tilrådd plantetall med det treslaget som fir best produksjon		+++	
L05	Planting av skog på nye arealer	-	+++	JA - utslipp
	Plante gran under en lavskjerm av bjørk			
L06	Grøfterensk etter hogst	Usikkert	++	USIKKER
Gruppe 2: Skogpleie				
L07	Ungskogpleie		++	
L08	Tynning	-		JA-utslipp
L09	Nitrogengjødsling	+	+	JA
L10	Gjødsling med treaske på torvmark	Usikkert		
Gruppe 3: Foryngelseshogst				
L11	Optimalt hogsttidspunkt	+	+	JA
	Hogstformer			
Gruppe 4				
L12	Risikobegrensende tiltak			
L13	Råtebekjempelse		+	
	Andre risikobekjempende tiltak	Usikkert		USIKKER
Gruppe 5: Tilgang på biomasseressurser				
L14	Utnyttelse av hogstavfall (GROT)	-		JA - utslipp
Dyrket mark				
J05	Stans i nydyrking av myr			JA
J06	Fangvekster			JA, men kan ikke bokføres
J11	Biokull			JA, men kan ikke bokføres
Beite (ingen spesifikke tiltak for denne kategorien)				
Vann og myr				
	Utfasing av uttak og bruk av torv			
	Restaurering av myr			
Karbonlagring i treprodukter (ingen spesifikke tiltak for denne kategorien)				

Basert på tiltakslisten for arealbrukssektoren i Tabell 63, er det valgt ut noen tiltak som oppsummeres i egne tiltakstabeller nedenfor. Utvalget er basert på hvilke tiltak som kan spille en rolle i et 2030-perspektiv. Tiltak som har begrenset effekt i et 2030-perspektiv, men som kan gi stor effekt i et lengre perspektiv, dekkes derfor ikke. Det er valgt å fokusere på tiltak som kan gi økt opptak. Utvalget består av Nitrogengjødsling av skog, Optimalt hogsttidspunkt, Biokull i landbruksjord og bruk av fangvekster i landbruket.

Selv om utvalget av tiltak her fokuserer på tiltak som kan lede til økt opptak, vil det være viktig å også arbeide med tiltak som også begrenser utslipp. For eksempel er avskoging

som følge av bygging av bygninger, veier og annet en vesentlig kilde til utslipp i skog- og arealbrukssektoren i Norge.

Av tiltak i skogbrukssektoren er det valgt å gi en utdypende beskrivelse av de to tiltakene som kan føre til økt opptak i et 2030 perspektiv, 1) Nitrogengjødsling (Tabell 64) og 2) Optimalt hogsttidspunkt (Tabell 65).

Tabell 64: Oppsummering av tiltak: Nitrogengjødsling

Tiltak	Nitrogengjødsling
Kort beskrivelse	Nitrogengjødsling fremheves som et tiltak som kan føre til økt opptak på kort sikt. Nitrogengjødsling er et tiltak som øker CO ₂ -opptaket. I områder der nitrogentilgang begrenser tilvekst, kan gjødsling gi økt vekst og øke opptak av CO ₂ .
Potensial i Trondheim	<p>Nitrogen er den enkeltfaktoren som begrenser skogens vekst i Norge mest. Gjødsling med nitrogen vil derfor kunne føre til økt vekst og dermed økt opptak av CO₂ i biomassen. Gjødsling med 15 kg N per dekar kan gi en økt vekst på inntil 0,1 – 0,2 m³ per dekar og år i 6-10 år. Den økte tilveksten bidrar med å binde til å binde ca. 1,8 tonn CO₂/m³ ekstra.</p> <p>Ikke alle skogarealer egner seg for gjødsling. Både mulige miljøkonsekvenser og økonomiske betraktninger må gjøres for å vurdere hvilke arealer det er hensiktsmessig å gjødsle. For mer detaljer om hvilke typer skogarealer som egner seg for gjødsling, se NIBIO(2022).</p> <p>Det er ikke registrert gjødsling av skog i Trondheim kommune per 2019. Det er ikke kjent om arealer i Trondheim er egnet for nitrogengjødsling. Krever nærmere analyse</p>
Effekt i 2030	<p>Gjødsling av skog kan ha et økt opptak på 180 – 360 kg CO₂/dekar per år i 6-10 år etter gjødsling. Det nasjonale potensialet for økt opptak er estimert til 100 – 300 kTonn CO₂e/år i et 2030-perspektiv (Miljødirektoratet et al., 2020).</p> <p>Arealet som kan være egnet til gjødsling i Trondheim er ikke kjent. Dersom gjødslingstiltak er egnet for arealer i Trondheim og iverksettes innen 2030, kan det ha en effekt som øker opptak og som kan telles med mot mål om klimanøytralitet i 2030. Kvantifiseringen av effekten i Trondheim krever videre analyser.</p>
Referanse til nærmere omtale av tiltaket	<p><u>Gjødsling av skog – Nibio</u></p> <p>Klimakur Del B – Kapittel 5 tiltak 5.1.1 Mulige tiltak – Gruppe 2 Skogpleie</p>

Tabell 65: Oppsummering av tiltak: Optimalt hogsttidspunkt

Tiltak	Optimalt hogsttidspunkt
Kort beskrivelse	Optimalt hogsttidspunkt fremheves som et tiltak som kan føre til økt opptak på kort sikt. Begrunnelsen for dette er at en del skog hogges før både det biologisk og økonomisk optimale hogsttidspunktet i Norge. Ved å unngå for tidlig hogst kan opptaket i skog øke. Å forlenge omløpstiden , eller overholde skogen 30-70 år utover hogstmoden alder, kan også føre til økt opptak, men øker samtidig risiko for storm, brann, råte, tørke og insektangrep.
Potensial i Trondheim	Optimalt hogsttidspunkt kan både referere til økonomisk og biologisk optimalt hogsttidspunkt. For utdypende forklaring av dette, se klimakur. Av skog som hogges tidligere enn hogstklasse V, hogges det meste i sen hogstklasse IV. Det økonomisk optimale hogsttidspunktet kan ligge i sen hogstklasse IV. Avvirkning tidligere enn sen hogstklasse IV kan skyldes skogeiers behov for inntekt, behov for annen bruk av arealet eller stor risiko for skader ved storm eller insektangrep. Det er uklart i hvilken grad skog hogges tidligere enn optimalt hogsttidspunkt i Trondheim. Krever nærmere analyse.
Effekt i 2030	På nasjonal basis er potensialet for økt opptak på 100 - 300 kTonn CO ₂ e/år. Mulig effekt i Trondheim krever nærmere analyse.
Referanse til nærmere omtale av tiltaket	Klimakur Del B - Kapittel 5 tiltak 5.1.1 Mulige tiltak - Gruppe 3 Foryngelseshogst

Av jordbrukstiltak som telles under skog- og arealbrukssektoren, er det tre tiltak som har potensial til å bidra i et 2030-perspektiv. Bidragene fra tiltakene er mindre enn de fremhevede skogbrukstiltakene. På nasjonalt nivå, er det estimert at tiltakene 1) Stans i nydyrking av myr kan redusere utslipp av 390 000 tonn CO₂ akkumulert for perioden 2021-2030, 2) Fangvekster kan øke opptak av CO₂ med 420 000 tonn CO₂ akkumulert for perioden 2021-2030, samt 3) at biokull kan øke opptak av CO₂ med 830 000 tonn CO₂ akkumulert for perioden 2021- 2030. Tallene gjelder for utslippsreduksjon i skog- og arealbrukssektoren. NIBIO har vurdert potensialet i Trondheim kommune. De finner at potensialet for økt karbonlagring ved bruk av fangvekster er 2474 tonn CO₂e/år. Dette må opprettholdes over tid for å ha en varig effekt. Potensialet for innblanding av landbrukskompost er ikke kvantifisert. (Søgaard et al., 2020)

Potensialet for produksjon av biokull basert på råvarer innenfor kommunegrensen er estimert til 5100 tonn biokull. Karbonlagringseffekten om dette volumet blandes i jord, er estimert til 9772 tonn CO₂-ekvivalenter per år. (Søgaard et al., 2020) IPCC publiserte i 2019 en metode for estimering av lagring av karbon ved bruk av biokull i jord (IPCC, 2019). Karbonlagringseffekten av biokull i jord avhenger både av råvare og produksjonsteknologi. I henhold til IPCC-retningslinjene skal utslippseffekten regnskapsføres der hvor *bruken* av biokull finner sted, dvs. at karbonlagringseffekten omtalt ovenfor ikke er et direkte mål på potensialet for karbonlagring i Trondheim. Per i dag er bruk av biokull ikke inkludert i det nasjonale utslippsregnskapet. Hvis Trondheim kommune ønsker å bruke en metodikk som er konsistent med det nasjonale utslippsregnskapet, er det altså en forutsetning at Miljødirektoratet endrer praksis.

Tabell 66: Oppsummering av tiltak: Biokull i landbruksjord

Tiltak	Biokull i landbruksjord
Kort beskrivelse	<p>Biokull kan produseres fra biologisk materiale ved hjelp av pyrolyse. Biokullet består av karbonforbindelser som er motstandsdyktige mot biologisk nedbrytning og gjør at biokull kan bevares lenge i jorda. Dette gir biokull en fordel sammenlignet med andre metoder for å øke karboninnholdet i jorda som for eksempel fangvekster og kompost, der praksisen må opprettholdes over tid for å ha varig effekt. Biokull kan ha positive agronomiske effekter i tillegg til karbonlagringseffekten.</p> <p>Biokull i jord regnes ikke inn i det offisielle norske utslippsregnskapet.</p>
Potensial i Trondheim	<p>Det mangler veletablerte verdikjeder for biokull, men det finnes flere initiativ i Norge og Trøndelag. JordPro AS har startet opp et pyrolyseanlegg i Trondheim (O'Toole et al., 2021). Det kreves imidlertid produksjon i større skala for å gi et betydelig opptak av karbon.</p> <p>NIBIO trekker fram utfordringer som kunnskap blant bønder, umodne verdikjeder som barrierer for biokull i landbruk i Trondheim. Et jordhelseprogram etablert i 2020 av Trøndelag Fylkeskommune kan øke kunnskapsspredning, stimulere teknologiutvikling og investeringer. (Søgaard et al., 2020)</p>
Effekt i 2030	<p>På grunn av den relativt lave tiltakskostnaden <500kr/tonn CO₂ kan biokarbon gi et betydelig bidrag til kutt i landbrukssektoren innen 2030. Det krever imidlertid utvikling av verdikjeder og at bønder har kunnskap og incentiv til å bruke biokull på sine arealer.</p> <p>Bruk av biokull kan foreløpig ikke bokføres i det offisielle utslippsregnskapet (Klimakur, 2020).</p>
Referanse til nærmere omtale av tiltaket	<p>Klimakur Tiltak J11</p> <p>NIBIO rapport 6(103): Klimatiltak i landbruket i Trondheim kommune</p>

Tabell 67: Oppsummering av tiltak: Bruk av fangvekster

Tiltak	Bruk av fangvekster
Kort beskrivelse	<p>Fangvekster dyrkes på samme areal som ettårige vekster som korn og grønnsaker. Fangvekster som for eksempel raigrass og kløver kan sås etter at kornet er høstet inn. Fangvekstene vokser og tar opp CO₂ og lagrer karbon i biomasse og jord. Tiltaket kan også ha andre effekter som redusert avrenning, redusert erosjon og innvirkning på lystgassutslipp (kan både være økning og reduksjon).</p>
Potensial i Trondheim	<p>Trøndelag fylkeskommune gir tilskudd til bruk av fangvekst i korn som avrenningstiltak (Klimakur, 2020).</p> <p>NIBIO har anslått at potensialet for økt karbonlagring ved bruk av fangvekster er 2474 tonn CO₂e/år i Trondheim.</p>
Effekt i 2030	<p>Effekten ved bruk av fangvekster vil først være målbar etter flere års bruk. Estimerer tilsier at 50 prosent av den totale karbonlagringseffekten nås innen 20 år. For at tiltaket skal være effektivt, må de som begynner med tiltaket opprettholde praksisen over lang tid for å skape varig effekt.</p> <p>Bruk av fangvekster kan foreløpig ikke bokføres i det offisielle utslippsregnskapet (Klimakur, 2020).</p>
Referanse til nærmere omtale av tiltaket	<p>Klimakur - tiltak J06</p> <p>NIBIO rapport 6(103): Klimatiltak i landbruket i Trondheim kommune</p>

7 Sektorspesifikk metodikk

7.1 Veitrafikk

I 2020 sto denne sektoren for 36 prosent av utslippene i Trondheim. Sektoren veitrafikk er delt inn i fire utslippskilder (biltyper) som vist i Tabell 68. Videre deles hver utslippskilde opp i faktorer, som vist i tabellen.

Tabell 68: Struktur for sektor Veitrafikk. Hvor er faktorene brukt: M=oppsett etter Miljødirektoratets sektorinndeling, GPC-S(x) = GPC-oppsett, hvor S angir scope (1,2,3).

Utslippskilde / GPC sub-sektor	Bidrag / GPC bidrag	Faktor	Benevning	Hvor er faktoren brukt	
Personbiler / II.1 On-road	Personbiler / II.1A	Innbyggertall i Trondheim	antall personer	M, GPC-S1	
		Kjørelengde per innbygger	km per person		
		Andel kjørelengde elbiler*	prosent		
		Utslipp per km for elbiler	tonn per km		
		Andel kjørelengde bensinbiler*	prosent		
		Utslipp per km for bensinbiler	tonn per km		
		Andel kjørelengde dieselbiler	prosent		
		Utslipp per km for dieselbiler	tonn per km		
Varebiler / II.1 On-road	Varebiler / II.1B	Samlet kjørelengde	km	M, GPC-S1	
		Andel kjørelengde elvarebiler	prosent		
		Utslipp per km for elvarebiler	tonn per km		
		Andel kjørelengde bensinvarebiler	prosent		
		Utslipp per km for bensinvarebiler	tonn per km		
		Andel kjørelengde dieselvarebiler	prosent		
		Utslipp per km for dieselvarebiler	tonn per km		
Tunge kjøretøy / II.1 On-road	Tunge kjøretøy / II.1C	Samlet kjørelengde	km	M, GPC-S1	
		Andel kjørelengde tunge elkjøretøy	prosent		
		Utslipp per km for tunge elkjøretøy	tonn per km		
		Andel kjørelengde tunge dieselkjøretøyer	prosent		
		Utslipp per km for tunge dieselkjøretøyer	tonn per km		
		Andel kjørelengde tunge gasskjøretøy	prosent		
		Utslipp per km for tunge gasskjøretøy	tonn per km		
Busser / II.1 On-road	AtBs busser / II.1D	Andre busser / II.1E	Samlet kjørelengde	km	M, GPC-S1
			Andel kjørelengde elbusser	prosent	
			Utslipp per km for elbusser	tonn per km	
	Andel kjørelengde dieselbusser	prosent			
	Utslipp per km for dieselbusser	tonn per km			
	Andel kjørelengde gassbusser	prosent			
		Utslipp per km for gassbusser	tonn per km		
II.1 On-road	Personbiler Varebiler Tunge kjøretøy AtBs busser Andre busser		Energiforbruk elektrisitet	GWh	GPC-S2 GPC-S3
			Utslipp per GWh	tonn per GWh	

* ladbare hybriders kjørelengde fordeles 50/50 på bensin og elektrisitet

Til utregning av hver utslippskilde benyttes følgende formler:

Tabell 69: Formler for beregning av utslipp for sektor Veitrafikk

Utslippskilde / GPC sub-sektor	Bidrag / GPC bidrag	Formel
Personbiler	Personbiler	$M: \text{Utslipp fra Personbiler} = \text{Innbyggertall} \cdot \text{Kjørelengde per innbygger} \cdot (\text{Andel kjørelengde elbiler} \cdot \text{Utslipp per km for elbiler} + \text{Andel kjørelengde bensinbiler} \cdot \text{Utslipp per km for bensinbiler} + \text{Andel kjørelengde dieserbiler} \cdot \text{Utslipp per km for dieserbiler})$
Varebiler	Varebiler	$M: \text{Utslipp fra Varebiler} = \text{Samlet kjørelengde} \cdot (\text{Andel kjørelengde elbiler} \cdot \text{Utslipp per km for elbiler} + \text{Andel kjørelengde bensinbiler} \cdot \text{Utslipp per km for bensinbiler} + \text{Andel kjørelengde dieserbiler} \cdot \text{Utslipp per km for dieserbiler})$
Tunge kjøretøy	Tunge kjøretøy	$M: \text{Utslipp fra Tunge kjøretøy} = \text{Samlet kjørelengde} \cdot (\text{Andel kjørelengde elkjøretøy} \cdot \text{Utslipp per km for elkjøretøy} + \text{Andel kjørelengde dieselskjøretøy} \cdot \text{Utslipp per km for dieselskjøretøy} + \text{Andel kjørelengde gasskjøretøy} \cdot \text{Utslipp per km for gasskjøretøy})$
Busser	AtBs busser Andre busser	$M: \text{Utslipp fra Busser} = \text{Samlet kjørelengde} \cdot (\text{Andel kjørelengde elbusser} \cdot \text{Utslipp per km for elbusser} + \text{Andel kjørelengde diesibusser} \cdot \text{Utslipp per km for diesibusser} + \text{Andel kjørelengde gassbusser} \cdot \text{Utslipp per km for gassbusser})$
II.1 On-road	II.1A Personbiler II.1B Varebiler II.1C Tunge kjøretøy II.1D AtBs busser II.1E Andre busser	$S1: \text{Utslipp} = \sum \text{Utslipp (Alle bidrag)}$ $S2: \text{Utslipp} = \sum \text{Elektrisitetsforbruk (Alle bidrag)} \cdot \text{Utslipp per GWh}$ $S3: \text{Utslipp} = \sum \text{Elektrisitetsforbruk (Alle bidrag)} \cdot \text{Andel tap} / (1 - \text{Andel tap}) \cdot \text{Utslipp per GWh}$ <p>hvor</p> $\text{Elektrisitetsforbruk for hvert bidrag} = (\text{Samlet kjørelengde (km)}) / (\text{spesifikt elektrisitetsforbruk (GWh / km)})$

For alle faktorene «Utslipp per km» for bensin og diesel, kan faktoren for CO₂ dekomponeres på følgende måte:

$$\text{Utslipp per km} \cdot (1 - \text{andel biodrivstoff})$$

hvor «andel biodrivstoff» regnes som andel av energiinnholdet i drivstoffet, ikke volumprosent, og må regnes separat for diesel og bensin når det gjelder personbiler og varebiler. Se detaljer for hvilke andeler som er brukt i kapittel 7.1.1.

For faktoren «Utslipp per km for gassbusser», kan faktoren for CO₂ dekomponeres på følgende måte:

$$Utslipp \text{ per km} \cdot (1 - \text{andel biogass})$$

hvor «andel biogass» regnes som andel av energiinnholdet i drivstoffet, ikke volumprosent. Se detaljer for hvilke andeler som er brukt i kapittel 0.

For hver utslippskilde (biltype) antas det at andre typer energikilder utenom bensin, diesel og naturgass (hovedsakelig el., samt noe hydrogen) er utslippsfrie. Utslipp av CO₂ fra bensin og diesel for alle biltyper justeres for gjennomsnittlig andel biodrivstoff. Utslipp av CO₂ fra gassbusser justeres for gjennomsnittlig andel biogass. Gassbusser inngår som en egen kjøretøykategori i Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap, men detaljer for andel kjørelengde er ikke oppgitt i tilleggsinformasjonen til klimagassregnskapet. Vi har allikevel skilt ut gassbusser i modellen som ligger til grunn for denne rapporten for å kunne behandle disse separat. Tunge gasskjøretøy er ikke skilt som kjøretøykategori i det kommunefordelte klimagassregnskap per 2022, men modellen er også tilrettelagt for å kunne behandle disse separat.

7.1.1 Elektrisitetsforbruk i veitrafikk

Referansebanen for veitrafikk som utvikles i del 1 av oppdraget kan brukes til å lage en referansebane for scope 2- og scope 3-utslipp i del 2 av oppdraget, ettersom disse tar utgangspunkt i en gradvis innfasing av elektriske kjøretøy. For hver kjøretøytype kan elektrisitetsforbruk til den elektriske andelen av kjøretøyparken estimeres basert på effektiviteten til kjøretøyene. Det antas forenklet at alle nullutslippskjøretøy er elektriske. Antagelser for spesifikt elforbruk per kjøretøytype som er brukt i beregninger i referansebanen er vist i Tabell 70. For varebiler er det brukt gjennomsnitt for små og store og for tunge kjøretøy er det brukt gjennomsnitt for lastebiler og trekkvogner/trailere. Det er mye usikkerhet i disse dataene. Spesielt for tunge biler der det foreligger lite data for gjennomsnitt over ett år i Nordisk klima. Tap ved lading på ca. 10 % kommer i tillegg.

Tabell 70: Spesifikt elforbruk per kjøretøytype. Tap ved lading kommer i tillegg. Kilde: TØI

Kjøretøytype	Spesifikt elforbruk (kWh/km)
Personbiler	0,22
Små varebiler	0,27
Store varebiler	0,35
Bybusser	1,5
Lastebiler	1,2
Trekkvogner/Trailer	2
Langdistansebusser	2

I underlagsdata fra TENSIO er det ikke primærdata tilgjengelig for mengden elektrisitet som brukes til lading av kjøretøy/fartøy, og dette er inkludert under ulike sub-sektorer for stasjonær energibruk. For å unngå dobbelttelling i utslippene må beregnet energibruk brukt til elektriske kjøretøy/fartøy i sektor veitrafikk trekkes fra stasjonær energibruk. Vi vet ikke hvilke næringer dagens elbillading er registrert på i strømforbruksdata fra TENSIO. Som en forenkling har vi hentet strømforbruk til lading av

personbiler og varebiler fra husholdninger (I.1A), mens strømforbruk til lading av tunge kjøretøy og busser er hentet fra næringsbygg (I.2A).

Anslagene for endret strømforbruk ved gjennomføring av tiltak er basert på anslått mengde strøm som kreves for å erstatte diesel. Omregning er gjort ved bruk av virkningsgrader som vist i Tabell 71. Virkningsgrader er medregnet varmetap. Vi antar samme virkningsgrad for gassmotor som for bensinmotor. For el er det antatt virkningsgrad for lading på 90 % og for el-motor på 90 %.

Tabell 71: Virkningsgrader for ulike motortyper medregnet varmetap (andel energi til framdrift av energi i drivstoff). Kilde: Kunnskapsgrunnlag for lavutslippsutvikling (M-386|2015)

Motortype	Virkningsgrad
Diesel	26 %
Bensin	22 %
El	81 %

7.1.2 Flytende biodrivstoff

Det nasjonale kravet til omsetning av biodrivstoff er gradvis trappet opp fram mot 2021 og forutsetter at omsetningen av biodrivstoff skal være minst 24,5 prosent av samlet drivstoffvolum til veitrafikk. Bestemte typer avansert biodrivstoff kan telles dobbelt for å oppfylle kravet, noe som innebærer at faktisk innblandingsgrad kan være lavere enn 24,5 %. I tillegg skal avansert biodrivstoff utgjøre en viss minimumsandel av omsetningen. Fra 2021 er dette kravet 9 %, og betyr at samlet innblandingsandel vil være 15,5 % dersom både kravet for samlet andel biodrivstoff og for andel avansert biodrivstoff oppfylles eksakt. Dersom hele omsetningskravet oppfylles ved bruk av avansert biodrivstoff vil samlet innblandingsandel være 12,25 %.

I referansebanen er det lagt til grunn at nivået på omsetningskravet i 2021 videreføres. For sentralestimatet og for øvre bane forutsettes det at hele omsetningskravet oppfylles ved bruk av avansert biodrivstoff, tilsvarende en samlet innblandingsandel på 12,25 %. For nedre bane forutsettes det at både kravet for samlet andel biodrivstoff og for andel avansert biodrivstoff oppfylles eksakt, tilsvarende en samlet innblandingsandel på 15,5 %. Vi antar at biodrivstoffet fordeles på bensin og diesel med samme forholdstall som i 2021. Tabell 72 viser innblandingskrav med og uten dobbelttelling, og hvilken innblandingsandel vi bruker i sentralestimatet for referansebanen til å beregne utslippsfaktorer fra biler med forbrenningsmotor.

Merk at omsetningskravet er angitt som prosent av omsatt volum (liter), se Tabell 72. For utslippsberegningene er det hvor stor andel av *energien* i drivstoffet som er relevant. Ettersom biodrivstoff generelt har noe lavere energitetthet enn tilsvarende fossilt drivstoff, må volumandelene derfor regnes om til energiandeler, se Tabell 73.

Det er foreslått en økning omsetningskravet som ikke var vedtatt per 1. januar 2022, og som derfor ikke er en del av referansebanen, men som vil inngå i tiltakspakke 2. Ifølge (Støre-) Regjeringas klimastatus og -plan (Klima- og miljødepartementet, 2022) vil omsetningskravet for biodrivstoff i veitransport økes til 17 volumprosent, med delkrav på 12,5 prosent avansert biodrivstoff fra 1.1.2023. Ordlyden for omsetningskravet er her endret slik at 17 volumprosent er *faktisk* innblanding.

Tabell 72: Nasjonalt omsetningskrav for biodrivstoff (FOR-2020-09-24-1944, 2020; Miljødirektoratet, 2017b), og faktisk innblanding historisk og benyttet i sentralestimatet for referansebanen. Alle tall er andeler av omsatt volum (liter), men utslippsberegninger avhenger av bioandelen av energiinnholdet, som er ulik grunnet ulik energitetthet i bensin og fossil diesel i forhold til henholdsvis etanol og biodiesel. Se Tabell 73 for tilsvarende andeler av energiinnholdet, som brukes til å beregne reduksjoner i CO₂-utslipp. Fram til og med 2021 legger vi til grunn rapportert salg av biodrivstoff relativt til salg av fossilt drivstoff for disse åra, basert på tall fra Skatteetaten og SSB (Skatteetaten, 2021; SSB, 2021a, 2022i).

	Omsetningskrav (volumandel)	Omsetningskrav uten dobbelttelling	Faktisk innblanding * (volumandel)	Bensin (volumandel)	Diesel (volumandel)
2015	4,0 %	4,0 %	5 %	1 %	6 %
2016	5,5 %	5,5 %	9,8 %	5,7 %	11,3 %
2017	7,0 %	6,25 %	15,6 %	5,7 %	19,2 %
Fra 1. okt. 2017	8,0 %	6,75 %			
2018	10,0 %	8,25 %	12,0 %	6,5 %	13,9 %
2019	12,0 %	9,75 %	15,6 %	8,9 %	17,9 %
2020	20,0 %	16,0 %	14,0%**	8,5 %	15,9 %
Fra 1. juli 2020	22,3 %	16,2 %			
2021	24,5 %	15,5 %	13,9%**	14,1 %	13,8 %
Referansebanen (2022-2030)	24,5 %	15,5 %	12,25 %	12,4 %	12,2 %

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

** Selv om tallene er lavere enn verdien i kolonnen «Omsetningskrav uten dobbelttelling», ble omsetningskravet oppfylt fordi andelen «avansert» biodrivstoff var langt høyere enn minstekravet.

Tabell 73: Biodrivstoffandeler omgjort til andel av energiinnholdet i brennstoffet, for bensin og diesel separat (volumandeler er oppgitt i Tabell 72). Energiandeler er regnet om fra volumandelene i Tabell 72 ved hjelp av brennverdier (energi per kg) og massetetthet oppgitt i tabell 3.2 i det nasjonale utslippsregnskapet (Miljødirektoratet, 2021). Omsetningskravet er ikke regnet om, ettersom det er definert ut fra volumandel og ikke stiller krav til fordelingen mellom diesel og bensin, utover et separat minstekrav til bioandelen i bensin. Omsetningskravet svarer derfor ikke til noen entydig energiandel.

	Bensin (energiandel)	Diesel (energiandel)
2015	1 %	5 %
2016	3,8 %	10,3 %
2017	3,8 %	17,5 %
2018	4,3 %	12,6 %
2019	6,0 %	16,3 %
2020	5,7 %	14,4 %
2021	9,6 %	12,6 %
Referansebanen (2022-2030)	8,5 %	11,1 %

7.1.3 Biogass

I Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap er CO₂-utslippene for gassbusser justert for bruk av biogass, ved å trekke fra en andel tilsvarende nasjonal biogassandel som vist i Tabell 74. Vi har gjort en tilsvarende nedjustering av utslippsfaktoren for CO₂ for AtBs gassbusser for årene 2015-2020, men hvor vi har brukt faktiske historiske biogassandeler beregnet på bakgrunn av informasjon fra AtB. For årene 2015-2018 benyttes samme biogassandel som i 2017, beregnet på bakgrunn av informasjon av AtBs Årsrapport 2017 (AtB, 2017). For 2019 og 2020 benyttes informasjon fra AtBs klimaregnskap. For årene 2021-2030 (referansebanen) antar vi en

biogassandel for AtBs gassbusser på 100 %. En biogassandel på 100 % tilsvarer at utslippsfaktoren for CO₂ settes lik null, men det vil fortsatt være utslipp av CH₄ og N₂O fra gassbussene.

For Andre busser og Tunge kjøretøy antar vi en biogassandel i referansebanen på 100 % for alle år. For de historiske årene er det antatt å ikke være noen gasskjøretøy for disse bidragene.

Tabell 74: Nasjonale biogassandeler som andel av energiinnhold i gass til og med 2020 fra Miljødirektoratet (2022a), brukt for AtBs busser. For Andre gassbusser antar vi en biogassandel på 0 % for alle år.

	Nasjonal biogassandel i det kommunefordelte klimagassregnskapet (energiandel)	Biogassandel i AtBs busser (energiandel)	Biogassandel i Andre busser (energiandel)	Biogassandel i Tunge kjøretøy (energiandel)
2015	49 %	40 %	-	-
2016	50 %	40 %	-	-
2017	44 %	40 %	-	-
2018	73 %	40 %	-	-
2019	74 %	45 %	-	-
2020	87 %	93 %	-	-
2021	99 %	-	-	-
Referansebanen (2021-2030)	-	100 %	100 %	100 %

7.1.4 Antagelser for referansebanen

Som utgangspunkt for referansebanens klimagassutslipp fra veitrafikk legger vi til grunn Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap for kommunene for 2020 (Miljødirektoratet, 2022e). Her er utslippene fra veitrafikk beregna med modellen 'NERVE', som er utvikla av NILU og Urbanet analyse på oppdrag fra Miljødirektoratet (NILU (2018)). Modellen beregner utslipp for forskjellige kjøretøykategorier der utslippet er avhengig av både kjøretøyets størrelse, drivstoff, type og Euroteknologi, men også hvilken kjøresituasjon (hastighet, stigning, veitype, trafikkflyt og omgivelser) som kjøretøyet er i.

Beregnet utslipp i NERVE baserer seg på beregninger av trafikkarbeid (utkjørt distanse) per kjøretøytype per kommune for 2016, gjennomført av Urbanet analyse, ved bruk av Regional transportmodell (RTM). RTM er transportvirksomhetenes modellverktøy for beregning av reisevirksomhet og er bl.a. kort omtalt i vedlegg C i NILU (2018).

Beregnet trafikkarbeid for 2016 er skalert til årene 2017-2020 basert på et gjennomsnitt av trafikktellinger for disse årene. Trafikkarbeid på vegnettet i en kommune for henholdsvis personbiler, varebiler, busser og tunge kjøretøy blir benyttet som inngangsdata til modellen NERVE, sammen med andel av kjørte kilometer som skjer med ulike drivstofftyper og kommunespesifikke utslippsfaktorer.

For utvikling i årlig kjøre lengde (km) som vi bruker i framskrivingen, ligger det i utgangspunktet inne en antagelse om en befolkningsutvikling gitt ved SSBs MMM-alternativ. I framskrivingene for personbiler dekomponerer vi årlig kjøre lengde (km) til innbyggertall (antall personer) ganger kjøre lengde per innbygger (km per person), ved å dele årlig kjøre lengde med personbil med antall personer år for år gitt ved SSBs MMM-alternativ. Dette gjør vi for å kunne ha frihet til å legge inn en alternativ eller revidert

befolkningsframskriving i modellen, siden spesielt personbiltrafikken er sensitiv for befolkningsutviklingen.

For de andre kjøretøytypene ligger det også inne en antagelse om en gitt befolkningsutvikling i framskrivingene av årlig kjørelengde, men vi antar at sammenhengen ikke er like sterk for andre kjøretøytyper som for personbiler. Den ekstra korrigeringen som slår inn dersom befolkningsframskrivingene endres ligger derfor kun inne for personbiler.

Referansebanen omfatter ikke elektrifisering av busser som er vedtatt, men ikke gjennomført ennå. Den omfatter heller ikke mulige justeringer i omsetningskravet for biodrivstoff eller andre forsterkinger.

7.1.4.1 Personbiler

I 2020 sto denne utslippskilden for 19 prosent av utslippene i Trondheim. Antakelser og usikkerhet for referansebanen er beskrevet i Tabell 75.

Tabell 75: Antagelser per faktor for referansebanen i sektor Veitrafikk, utslippskilde Personbiler

Utslippskilde	Veitrafikk	
Bidrag	Personbiler	
Faktor	Innbyggertall i Trondheim	antall personer
Antagelser	I sentralestimatet benyttes Trondheim kommunes egne befolkningsprognoser for middels vekst utarbeidet av Byplankontoret (Trondheimsregionen, 2022), se kapittel 2.1.3.1.	
Usikkerhetsintervall	SSBs nyeste framskriving for <i>regional</i> befolkningsvekst fra juli 2022 (SSB, 2022h) blir benyttet for henholdsvis nedre (Lav nasjonal vekst (LLML)) og øvre (Høy nasjonal vekst (HHMH)) grense for usikkerhetsintervallene, se kapittel 2.1.3.1.	
Faktor	Kjørelengde per innbygger	km per person
Antagelser	<p>For utvikling i utkjørt distanse med personbil i Trondheim har vi valgt å legge til grunn beregninger gjort i forbindelse med arbeidet med Byutredningen i 2017 (tilsvarende som Trondheim kommune har brukt i sin referansebane). Vi har undersøkt med SVV om status for eventuelle nyere beregninger og fått til svar at de ikke kjenner til noen, men at det høsten 2022 jobbes med nye beregninger. Dette skjer i tilknytning til at Trondheim er valgt ut som et av byområdene der trafikkberegninger fra byutredningen skal kjøres på nytt, denne gang med inndata fra det nye arealdataverktøyet ADV. Fristen for dette er i slutten av november 2022. I påvente av de nye beregningene så velger vi for personbil å legge til grunn beregnet trafikkutvikling fra byutredningen fra 2017. Denne angir en vekst i trafikkarbeidet på 14,85 % fra 2016-2030, dvs. ca. 1 % i året.</p> <p>Trondheim kommune har i sin referansebane valgt å beregne trafikkarbeidet år for år fra 2017 til 2030 basert på denne årlige veksten. Årene fram t.o.m. 2020 er deretter erstattet av trafikkarbeid fra Miljødirektoratets klimagassregnskap (2021 basert på foreløpig informasjon). På grunn av pandemien var trafikken lavere i 2020 og 2021 enn i årene før, og valgt metode gir da automatisk en betydelig vekst fra 2021 til 2022. Dette virker som en rimelig forutsetning som stemmer bra med observert utvikling. Vi velger derfor å benytte samme beregningsmetodikk i vår referansebane.</p> <p>Beregnet samlet kjørelengde med personbil blir benyttet til å regne ut en gjennomsnittlig kjørelengde med personbil per innbygger i kommunen (dvs. utkjørt distanse som bilfører).</p>	
Usikkerhetsintervall	<p>Det er i dag større usikkerhet knyttet til framtidig bilkjøring enn vi normalt opplever, da det er vanskelig å vite de langsiktige effektene av koronapandemien. Økt bruk av hjemmekontor kan redusere biltrafikken, men omfanget av dette er usikkert. Eventuell vedvarende skepsis til kollektivtransport på grunn av smitterisiko kan på den andre siden føre til en viss overføring fra kollektivtransport til bilkjøring. En foreløpig erfaring er at kollektivtrafikken ligger lavere enn før pandemien, mens biltrafikken langt på veg ligger på samme nivå som før, noen steder også over.</p> <p>Også kostnadsutviklingen knyttet til bilkjøring er mer usikker enn på lenge, noe som er med på å bidra til usikkerhet knyttet til omfanget av bilkjøring. Kraftige økninger i drivstoffprisen, slik vi har sett i 2022 kan føre til redusert trafikkarbeid. Det samme gjelder for så vidt dersom</p>	

	<p>strømprisen blir vedvarende høy, men dette har hittil ikke vært relevant for Trøndelag. Samtidig har strømstøtteordningen bidratt sterkt til å redusere effekten ellers i landet.</p> <p>Vi velger en øvre grense som gir 10 % høyere trafikkarbeid i 2030 enn for middelverdien i referansebanen, mens nedre grense settes 10 % lavere. Dette innebærer tilnærmet nullvekst fra 2019).</p> <p>I og med at nullvekst i personbiltrafikken i byene er en fastsatt målsetting så vil nok noen mene at hovedbanen bør ligge der. Det er da verdt å huske at referansebanen er en mulig utvikling uten tiltak. Det er også slik at nullvekstmålet ikke omfatter den delen av personbiltrafikken som er gjennomgangstrafikk i området, dvs. at det «tillates» en viss vekst.</p>	
Faktor	Andel kjørelengde elbiler	prosent
Antagelser	<p>For 2020 benyttes andelen oppgitt i Miljødirektoratets klimagassregnskap. Dette viser at 16 % av kjøringen i Trondheim foregår med elbil. Det er verdt å merke seg at dette inkluderer halvparten av ladbare hybriders kjøring, da disse blir splittet 50/50 mellom bensin- og elbil i klimagassregnskapet.</p> <p>I Trondheim kommune sin referansebane har de benyttet elbilinnfasing i henhold til NB19-banen fra TØI-rapport 1689/2019. Bruk av modellen BIG gir der en andel kjøring med elbiler i 2030 på 47 %. TØI-rapporten gir også andel kjøring med elbil i henhold til forutsetningene i NTP (kun salg av nullutslipp fra 2025), med knapt 65 % elbilandel i 2030 (67 % inklusive halvparten av ladbare hybrider).</p> <p>Etter at disse beregningene ble gjort kom det nye forutsetninger for nybilsalget i Nasjonalbudsjettet 2021, der det var forventet at 90 % av nybilsalget er elektrisk i 2025, 95 % i 2030. Det resterende var forventet å være ladbare hybrider, dvs. at det ikke blir personbiler med forbrenningsmotor fra 2025. Basert på dette laget Miljødirektoratet en framskriving av hvordan utkjørte kilometer hvert år framover vil fordele seg mellom elbiler, plug-in hybrider, bensin- og diesalbiler på nasjonalt nivå.</p> <p>Miljødirektoratets beregninger (med NB21-forutsetningene) anslår at rene bensinbiler i 2030 vil stå for 11 % av kjørte kilometer med personbil, diesalbiler for 16 %, plug-in hybrider for 10 % og elbiler for 63 % av utkjørt distanse. I og med at klimagassregnskapet ikke inneholder egne tall for hybrider, så fordeles disse 50/50 på bensin og elektrisk. Dette gir en andel kjørte kilometer på <i>nasjonalt nivå</i> i 2030 med elektrisk fremdrift på 68 %, andel med bensinbiler på 16 % og andel med diesalbiler på 16%.</p> <p>I forbindelse med at NTP-virksomhetenes transportmodeller (RTM-systemet) trenger input i form av elbilandel per sone i modellen, ble det gjort en enkel regionalisering av den nasjonale framskrivingen av bilparken. For Trondheim er det beregnet en elbilandel på 65 % og ladbar hybrid på 8 % i 2030. En inkludering av halvparten av disse gir en andel elektrisk kjøring i Trondheim på 69 % i 2030. Denne framskrivingen er gjort for personbiler og varebiler samlet, noe som innebærer at elbilandelen for personbiler vil ligge enda noe høyere. Det er grunn til å forvente at andelen av kjørte kilometer med elbil ligger noe høyere enn elbilandelen i bilparken siden disse bilene kjører mer enn andre biler, spesielt i områder med bompengebetaling og lavere parkeringskostnader for elbil. Samtidig er det slik at noe av kjøringen i Trondheim utføres av biler fra nabokommunene, som kanskje får en litt tregere innfasing av elbiler.</p> <p>I Nasjonalbudsjettet 2023 (NB23) kom en ny framskriving av nybilkjøpets fordeling på drivstofftyper. En legger her til grunn at alt nybilsalg vil være elektrisk fra 2025, dvs. betydelig raskere innfasing enn i NB21. . Innfasingen i NB23 forutsetter uendret politikk, og kan synes noe optimistisk siden statsbudsjettet samtidig foreslår visse svekkelser i elbilfordelene.</p> <p>Basert på en vurdering av de ulike beregningene som foreligger, velger vi i vår referansebane å legge til grunn en fordeling av kjøringen i 2030 i henhold til Miljødirektoratets NB21-framskriving, med 68 % elektrisk, 16 % bensin og 16 % diesel.</p>	
Usikkerhetsintervall	<p>I nedre bane øker nullutslipsandelen (el + halv hybrid) for kjørte kilometer med 10 %-poeng mens den blir redusert tilsvarende i øvre bane (andel hhv. 78 % og 58 %).</p> <p>Det blir presisert i Nasjonalbudsjettet at elbilinnfasingen er forventet oppnådd med uendret virkemiddelbruk (dvs. videreføring av 2020-regelverket), samtidig sies det og at utviklingen naturlig nok er usikker og blant annet avhenger av internasjonal teknologiutvikling. Til dette vil vi legge til at det og er stor usikkerhet i andre faktorer, f.eks. er det fremdeles slik at mange mangler mulighet for hjemmelading av elbil, samtidig som en del har et kjøremønster som gjør at elbil ikke vil være førstevalget, selv med økt rekkevidde på nye modeller.</p>	

Faktor	Utslipp per km for elbiler	tonn per km
Antagelser	Direkte utslipp ved bruk av elektrisitet er satt til null. For utslippsfaktorer i henhold til GPC-protokollen, se nederst i tabellen.	
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall.	
Faktor	Andel kjørelengde bensinbiler	prosent
Antagelser	For 2020 benyttes andelen oppgitt i Miljødirektoratets klimagassregnskap. Dette viser at 34 % av kjøringen i Trondheim foregår med bensinbil. Det er verdt å merke seg at dette inkluderer deler av hybridenes kjøring, da disse blir splittet 50/50 mellom bensin- og elbil i klimagassregnskapet. Framskrivning av andel kjørelengde bensinbiler: se metodikk beskrevet under elbiler. Andel av kjøringen med bensinbiler anslås i 2030 til 16 %. Dette inkluderer halvparten av de ladbare hybridenes kjøring.	
Usikkerhetsintervall	Som nedre grense for faktoren Andel kjørelengde bensinbiler har vi valgt å legge til grunn at det blir 10 %-poeng høyere elbilandel for kjørte kilometer, fordelt med 5 %-poeng lavere andel for både bensinbil og diesebil. Andelen kjørte kilometer med bensinbil blir da 11 %. Tilsvarende forutsetning blir gjort for øvre grense, som gir 21 % andel av kjørte kilometer med bensinbil.	
Faktor	Utslipp per km for bensinbiler (gjennomsnittlig)	tonn per km
Antagelser	I klimagassregnskapet for Trondheim har bensinbilenes CO ₂ -utslipp gått litt ned over tid, noe som antakeligvis delvis skyldes at størrelsen på disse bilene nå er mindre enn tidligere. Vi velger å legge til grunn uendret utslippsfaktor fra 2020 til 2030.	
Usikkerhetsintervall	Vi setter øvre og nedre grense for utslippsfaktorene i 2030 på +/- 10 % i forhold til utslippsfaktoren oppgitt for 2020.	
Faktor	Andel kjørelengde dieserbiler	prosent
Antagelser	For 2020 benyttes andelen oppgitt i Miljødirektoratets klimagassregnskap. Dette viser at 50 % av kjøringen i Trondheim foregår med diesebil. Framskrivning av andel kjørelengde dieserbiler: se metodikk beskrevet under elbiler. Andel av kjøringen med dieserbiler anslås i 2030 til 16 %.	
Usikkerhetsintervall	Samme som for bensinbiler, med henholdsvis 5 %-poeng mindre av kjøringen med dieserbiler i nedre bane (til 11 %) og 5 %-poeng høyere i øvre bane (til 21 %).	
Faktor	Utslipp per km for dieserbiler (gjennomsnittlig)	tonn per km
Antagelser	Klimagassregnskapet viser liten endring i CO ₂ -utslipp per km for dieserbiler de senere år. Vi velger derfor å videreføre 2020-utslippsfaktoren fram til 2030. Uendret utslipp per km kan komme av uendrede biler og motorteknologi, men det kan også være knyttet til at eventuell energieffektivisering oppveies av mer kjøring i kø eller at mer av kjøringen blir gjennomført under høye hastigheter.	
Usikkerhetsintervall	Setter øvre og nedre grense for utslippsfaktorene i 2030 på +/- 10 % i forhold til utslippsfaktoren oppgitt for 2020.	
Faktor	Skaleringsfaktor	-
	Det er en liten mismatch mellom utslipp i Miljødirektoratets kommunefordelte klimaregnskap og utslipp beregnet bottom-up i modellen. For å skalere resultatene til Miljødirektoratets tall multipliseres utslippene med en skaleringsfaktor, som er gitt ved forholdet mellom utslipp i Miljødirektoratets tall og utslipp i modellen år for år. Framskrivningene skaleres med samme skaleringsfaktor som i 2020.	
Faktor	Elektrisitetsforbruk	GWh
Antagelser	En gitt elbilandel vil tilsvare et gitt elektrisitetsforbruk, som beregnes ved: $\text{Elforbruk elbiler} = \text{Samlet kjørelengde elbiler (km)} / \text{Spesifikt elforbruk (kWh / km)}$	
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall.	
Faktor	Utslipp per GWh	tonn per GWh
Antagelser	Denne faktoren er null i den territorielle tilnærmingen og i scope 1 for GPC-tilnærmingen. I scope 2 og 3 benyttes utslippsfaktorer gitt i kapittel 2.2.	
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall.	

7.1.4.2 Varebiler

I 2020 sto denne utslippskilden for 4 prosent av utslippene i Trondheim. Antakelser og usikkerhet for referansebanen er beskrevet i Tabell 76.

Tabell 76: Antagelser per faktor for referansebanen i sektor Veitrafikk, utslippskilde Varebiler

Utslippskilde	Veitrafikk	
Bidrag	Varebiler	
Faktor	Samlet kjørelengde	km
Antagelser	<p>Vi kjenner ikke til at det er gjort spesifikke beregninger for utvikling i framtidig utkjørt distanse med varebiler i Trondheim. I kommunens egen referansebane har de valgt å legge til grunn en utvikling ifølge TØI-rapport 1689/2019. Denne forutsetter en vekst på 31 % fra 2017 til 2030. Dette er betydelig høyere enn historisk vekst ifølge Miljødirektoratets klimagassregnskap. Dette viser f.eks. en årlig vekst i perioden 2015-2019 på 0,66 %, mens det i store deler av perioden fra 2009 angis redusert trafikkarbeid for varebilene.</p> <p>Transportmodellberegningen vist til under avsnittet om personbiler skal i prinsippet omfatte alle lette kjøretøy, dvs. inklusive store deler av varebiltrafikken. I mangel på en mer nøyaktig framskrivning for varebiler så velger vi å legge til grunn samme vekst som for personbiltrafikken, dvs. 14,85 % økning i trafikkarbeid fra 2016 til 2030. dvs. ca. 1 % vekst pr år.</p> <p>Vi bruker også samme metode å beregne trafikkarbeidet år for år som omtalt under Personbiler.</p>	
Usikkerhetsintervall	Historiske tall for trafikkarbeid for varebil i Trondheim viser stor variasjon, og det vil fortsatt være en betydelig usikkerhet, bl.a. knyttet til utviklingen i netthandel og hjemkjøring av varer. Vi velger en øvre bane med 10 % høyere trafikk i 2030 enn i middelverdi-banen, mens nedre bane har 10 % lavere trafikk i 2030.	
Faktor	Andel kjørelengde elvarebiler	prosent
Antagelser	<p>For 2020 benyttes informasjon fra Miljødirektoratets klimagassregnskap. Kjøring med elektrisk varebil oppgis til 2 % i Trondheim i 2020. Dette er nok noe lavere enn faktisk andel kjørt med elbil i Trondheim, da andel elektriske varebiler i 2020 oppgis å være drøyt 4 % ifølge OFV (kilde: regneark med Trondheim kommunes referansebane). Også varebiler fra nabokommunene kjører en del i Trondheim, og der er andel elektriske varebiler noe lavere.</p> <p>Nasjonalbudsjettet 2021 forutsetter at 45 % av varebiler solgt i 2025 er elektriske og 74 % i 2030. Miljødirektoratet har laget en utviklingsbane for fordeling av kjørte kilometer med varebil mellom de ulike drivstofftypene, basert på nybilsalget slik det er forutsatt i NB21. Denne gir at dieselmotorer står for 66 % av kjørte kilometer med varebil i 2030, mens elektriske varebiler står for 33 %. I Nasjonalbudsjettet 2023 forutsettes en noe lavere innfasingstakt enn dette (i hvert fall i starten av perioden), med 5 %-poeng økning i elbilsalget pr år fram til 2025 og at de elektriske bilene vil utgjøre 90 % av salget i 2030. Beregninger gjort av Miljødirektoratet angir at dette vil føre til at 25 % av trafikkarbeidet med varebiler i 2030 vil foregå elektrisk.</p> <p>Dette er framskrivinger på nasjonalt nivå, og det er grunn til å tro at de største byene vil ha den raskeste innfasingen. Vi velger derfor å legge til grunn at Trondheim vil havne et sted mellom NB23 og NB21 sin innfasingstakt, slik at 30 % av kjørte kilometer med varebil i 2030 foregår elektrisk.</p>	
Usikkerhetsintervall	Det er stor usikkerhet i hastigheten på innfasing av elvarebiler. Utskiftningen av biler går raskere enn for personbilene (kortere levetid for varebiler), men innfasingen vil i stor grad avhenge av tilgjengelige modeller i forhold til behov for bl.a. rekkevidde. Som nedre grense har vi valgt å forutsette 10 %-poeng høyere andel av kjøring med elvarebil mens vi som øvre grense har forutsatt 10 %-poeng lavere andel av kjøringen med elvarebil, dvs. at henholdsvis 40 % og 20 % av kjøringen blir utført av elvarebiler.	
Faktor	Utslipp per km for elvarebiler	tonn per km
Antagelser	Direkte utslipp ved bruk av elektrisitet er satt til null. For utslippsfaktorer i henhold til GPC-protokollen, se nederst i tabellen.	
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall.	
Faktor	Andel kjørelengde bensinvarer	prosent
Antagelser	Ifølge det kommunefordelte klimagassregnskapet utgjorde bensinvarer bare 2 % av samlet kjøring med varebil i Trondheim i 2020. Miljødirektoratets beregninger (beskrevet under personbil og lenger ned under dieselmotorer) anslår en andel av	

	kjørelengden i 2030 på 1,2 %. Vi velger grovt å legge til grunn 1 % for Trondheim i 2030 siden det forventes noe raskere innføring av nullutslippsteknologi i byene enn for landet som helhet.	
Usikkerhetsintervall	Denne faktoren er av så liten betydning at det ikke blir definert noe usikkerhetsintervall.	
Faktor	Utslipp per km for bensinbiler (gjennomsnittlig)	tonn per km
Antagelser	Har vært tilnærmet konstant de senere år og holdes uendret også videre.	
Usikkerhetsintervall	Tilnærmet uten betydning for framskrivningen, legger derfor ikke inn noe usikkerhetsintervall.	
Faktor	Andel kjørelengde dieselvarebiler	prosent
Antagelser	For 2020 benyttes informasjon fra Miljødirektoratets klimagassregnskap, som angir at 96 % av kjøringen med varebil er med dieselmotor. Framskrivning av andel kjørelengde dieselvarebiler: se metodikk beskrevet under elvarebiler. Andel med dieselmotor blir da 69 %.	
Usikkerhetsintervall	Som nedre grense har vi valgt å forutsette 10 %-poeng lavere dieselmotorandel av kjøringen mens vi som øvre grense har forutsatt 10 %-poeng høyere andel av kjøringen med dieselmotor, dvs. at henholdsvis 59 % og 79 % av kjøringen blir utført av dieselmotorer.	
Faktor	Utslipp per km for dieselvarebiler (gjennomsnittlig)	tonn per km
Antagelser	Det kommunefordelte klimagassregnskapet indikerer tilnærmet uendret utslippsfaktor de senere årene. Vi legger derfor til grunn uendret utslipp per km også fram til 2030, ut fra en forutsetning om at eventuell framtidig energieffektivisering oppveies av mer kjøring i kø eller med høyere hastighet.	
Usikkerhetsintervall	Setter øvre og nedre grense der utslippsfaktoren i 2030 er henholdsvis +/- 10 % endret fra utslippsfaktoren for 2020.	
Faktor	Skaleringsfaktor	-
	Det er en liten mismatch mellom utslipp i Miljødirektoratets kommunefordelte klimaregnskap og utslipp beregnet bottom-up i modellen. For å skalere resultatene til Miljødirektoratets tall multipliseres utslippene med en skaleringsfaktor, som er gitt ved forholdet mellom utslipp i Miljødirektoratets tall og utslipp i modellen år for år. Framskrivningene skaleres med samme skaleringsfaktor som i 2020.	
Faktor	Elektrisitetsforbruk	GWh
Antagelser	En gitt elbilandel vil tilsvare et gitt elektrisitetsforbruk, som beregnes ved: $\text{Elforbruk elbiler} = \text{Samlet kjørelengde elbiler (km)} / \text{Spesifikt elforbruk (kWh / km)}$	
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall.	
Faktor	Utslipp per GWh	tonn per GWh
Antagelser	Denne faktoren er null i den territorielle tilnærmingen og i scope 1 for GPC-tilnærmingen. I scope 2 og 3 benyttes utslippsfaktorer gitt i kapittel 2.2.	
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall.	

7.1.4.3 Tunge kjøretøy

I 2020 sto denne utslippskilden for 8 prosent av utslippene i Trondheim. Antakelser og usikkerhet for referansebanen er beskrevet i Tabell 77.

Tabell 77: Antagelser per faktor for referansebanen i sektor Veitrafikk, utslippskilde Tunge kjøretøy

Utslippskilde	Veitrafikk	
Bidrag	Tunge kjøretøy	
Faktor	Samlet kjørelengde	km
Antagelser	For tunge kjøretøy har Trondheim kommune, i kommunens egen referansebane, brukt en vekst på ca. 18 % i perioden 2017-2030, basert på forventet trafikkutvikling i rapport TØI 1689/2019. Dette er en del høyere enn historisk utvikling i Trondheim ifølge Miljødirektoratets	

	<p>klimagassregnskap (der utviklingen bygger på passeringer i tellepunktene). Klimagassregnskapet viser ca. 6,3 % samlet vekst for hele 10-årsperioden 2009-2019. Usikkerheten framover er imidlertid betydelig, med kraftig vekst i markedet for hjemlevering av pakker og matleveranser, stor aktivitet i bygge- og anleggsmarkedet og økte krav til kildesortering og gjenvinning av avfall på f.eks. byggeplasser.</p> <p>Selv om trafikkutviklingen brukt av Trondheim kommune er betydelig høyere enn det vi har sett i 10-årsperioden før 2019, velger vi på grunn av usikkerheten også å legge denne til grunn i vår referansebane. Vi vil imidlertid presisere at usikkerheten er stor for denne faktoren, jfr. Usikkerhetsintervallet som anslås senere i denne tabellen.</p> <p>Det forventes for øvrig at det vil komme nye framskrivinger for tunge kjøretøy i forbindelse med arbeidet med kommende NTP, som man eventuelt kan vurdere å legge inn på sikt.</p>	
Usikkerhetsintervall	<p>Det er høy usikkerhet knyttet til utviklingen i utkjørt distanse med tunge kjøretøy. Usikkerheten er knyttet til framtidig organisering av logistikk- og lagervirksomhet, konkurranse mot tog, utvikling i lokal industri, massetransport knyttet til bygg- og anleggsvirksomhet, utvikling i netthandel osv.</p> <p>En annen usikkerhet er hva som skjer med drivstoffprisene framover. Dersom de blir vedvarende høye på grunn av bl.a. krigen i Ukraina, så kan det føre til mer effektivisering i bransjen og bedre utnyttelse av kjøretøyene. Dette vil i så fall gi færre kilometer kjørt. Lavere etterspørsel etter varer fordi de blir dyrere eller fordi husholdningene får dårligere råd vil også redusere omfanget av godstransport.</p> <p>Det må legges til at det også er en betydelig usikkerhet i det kommunefordelte klimagassregnskapets nivå på tungbilkjøring i den enkelte kommune, da det bygger på usikre data (tungbilmatrise fra 2016 i transportmodellene, skalert til senere år ut fra utvikling i tellepunkt). Når NERVE-modellen etter hvert skal oppdateres med nyere transportmodellberegninger så kan det fort endre nivået på hele tidsserien. Vi velger et usikkerhetsintervall med øvre grense på 10 % høyere trafikkarbeid i 2030 enn i middelverdi-banen og nedre grense på 10 % lavere.</p>	
Faktor	Andel kjørelengde tunge elkjøretøy	prosent
Antagelser	<p>Dieselskjøretøy står i dag for tilnærmet all kjøring med tunge kjøretøy. Utslippsregnskapet angir ikke noen fordeling mellom energibærere, men Trondheim kommune har i sin referansebane lagt til grunn 0,64 % nullutslipp i 2020 basert på framskriving fra TØI-rapport 1689/2019 (NB19-banen). Dette er et usikkert tall, så velger å sette denne andelen til 1 % i 2020. I samme rapport angir NTP-banen at andel nullutslipp i 2030 forventes å bli drøyt 14 %. Som for de andre kjøretøytypene har Miljødirektoratet utarbeidet en utviklingsbane basert på Nasjonalbudsjettet 2021 for hvordan kjøringen vil fordele seg på ulike energibærere framover. Det angis her en nasjonal andel kilometer med nullutslipp (el og hydrogen) i 2030 på ca. 12 % og andel diesel på 88 %. Det framgår ikke direkte av Nasjonalbudsjettet 2023 om denne forutsetningen videreføres eller ikke, men tall vi har fått fra Miljødirektoratet tyder på det. Vi velger derfor å legge til grunn en andel nullutslipp i Trondheim i tråd med NB21 sin nasjonale framskriving. Fra informasjon om Trondheim kommunes egen kjøretøypark, ser vi at den etter 2020 har fått 4 biler på biogass. Vi velger derfor å legge til grunn en liten andel biogassbiler i 2030 på 1 % av kjørte kilometer med lastebil. Dette velger vi å «ta» fra andelen el/hydrogen, slik at vi ender opp med 11 % el/hydrogen, 1 % biogass og 88 % diesel for kjørte kilometer med lastebil i Trondheim i 2030.</p> <p>Som en forenkling legges alle nullutslippskjøretøy (el/hydrogen) under elektriske kjøretøy i modellen.</p>	
Usikkerhetsintervall	<p>I en nyere TØI-rapport (Fridstrøm og Østli, 2021) blir det antydnet at Miljødirektoratets anslåtte innfasing av nullutslippskjøretøy kan være i overkant optimistisk (på nasjonalt nivå). Vi velger i øvre bane å legge til grunn knapt halvparten så stor andel el/hydrogen i 2030 som i referansebanen, dvs. 5 %. Som nedre grense øker vi andel el/hydrogen til 20%.</p>	
Faktor	Utslipp per km for tunge elkjøretøy	tonn per km
Antagelser	<p>Direkte utslipp ved bruk av elektrisitet er satt til null. For utslippsfaktorer i henhold til GPC-protokollen, se nederst i tabellen.</p>	
Usikkerhetsintervall	<p>Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall.</p>	
Faktor	Andel kjørelengde tunge dieselskjøretøy	prosent
Antagelser	<p>Dieselskjøretøy står i dag for tilnærmet all kjøring med tunge kjøretøy og for 2020 legges det til grunn en dieselandel på 99 % (se nærmere beskrivelse under andel tunge elkjøretøy).</p>	

	Framskrivning av andel kjørelengde tunge dieselskjøretøy: se metodikk beskrevet under tunge elkjøretøy. Andel med tunge dieselskjøretøy i 2030 blir da 88 %.	
Usikkerhetsintervall	Vi velger i øvre bane å legge til grunn knapt halvparten så stor andel el/hydrogen i 2030 som i referansebanen, dvs. 5 %. Andelen biogass settes til 0, slik at dieselandelen blir 95 %. Som nedre grense øker vi andel el/hydrogen til 20% og andel biogass til 4 %. Dette gir en andel kjøring med dieselbil på 76 %.	
Faktor	Utslipp per km for tunge dieselskjøretøy (gjennomsnittlig)	tonn per km
Antagelser	Vi legger til grunn uendret utslipp per km i perioden, ut fra en forutsetning om at eventuell energieffektivisering oppveies av mer kjøring i kø.	
Usikkerhetsintervall	Vi legger inn et usikkerhetsintervall på +/- 10 % i 2030 i forhold til oppgitte utslippsfaktorer i 2020.	
Faktor	Andel kjørelengde tunge gasskjøretøy	prosent
Antagelser	Tunge gasskjøretøy er ikke en kjøretøykategori som er inkludert i Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap per 2022, men modellen er tilrettelagt for å kunne behandle disse separat. I referansebanen har vi antatt at andel kjørelengde for tunge gasskjøretøy er lik 1 % i 2030, som omtalt under andel kjørelengde dieselskjøretøy.	
Usikkerhetsintervall	Som øvre grense har vi satt andel gasskjøretøy til 0 %, mens den i nedre grense er satt til 4 %.	
Faktor	Utslipp per km for tunge gasskjøretøy (gjennomsnittlig)	tonn per km
Antagelser	Vi har ikke informasjon om utslippsfaktorer for tunge gasskjøretøy. Utslippsfaktorer for tunge dieselskjøretøy benyttes derfor også for tunge gasskjøretøy i modellen.	
Usikkerhetsintervall	Legger inn et intervall der utslippsfaktoren i 2030 er henholdsvis +/- 10 % i forhold til oppgitt 2020-utslippsfaktor, tilsvarende som for tunge dieselskjøretøy.	
Faktor	Skaleringsfaktor	-
	Det er en liten mismatch mellom utslipp i Miljødirektoratets kommunefordelte klimaregnskap og utslipp beregnet bottom-up i modellen. For å skalere resultatene til Miljødirektoratets tall multipliseres utslippene med en skaleringsfaktor, som er gitt ved forholdet mellom utslipp i Miljødirektoratets tall og utslipp i modellen år for år. Framskrivningene skaleres med samme skaleringsfaktor som i 2020.	
Faktor	Elektrisitetsforbruk	GWh
Antagelser	En gitt elbilandel vil tilsvare et gitt elektrisitetsforbruk, som beregnes ved: $\text{Elforbruk elbiler} = \text{Samlet kjørelengde elbiler (km)} / \text{Spesifikt elforbruk (kWh / km)}$	
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall.	
Faktor	Utslipp per GWh	tonn per GWh
Antagelser	Denne faktoren er null i den territorielle tilnærmingen og i scope 1 for GPC-tilnærmingen. I scope 2 og 3 benyttes utslippsfaktorer gitt i kapittel 2.2.	
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall.	

7.1.4.4 Busser

I 2020 sto denne utslippskilden for 5 prosent av utslippene i Trondheim. Antakelser og usikkerhet for referansebanen er beskrevet i Tabell 78.

Tabell 78: Antagelser per faktor for referansebanen i sektor Veitrafikk, utslippskilde Busser

Utslippskilde	Veitrafikk	
Bidrag	AtBs busser Andre busser	
Faktor	Samlet kjørelengde	km
Antagelser	Historisk utvikling i kjørelengde med buss fra det kommunefordelte klimagassregnskapet er usikker, da den der er basert på utviklingen fra år til år for tunge kjøretøy i tellepunktene. Dette innebærer samme utvikling for busser som for godsbiler. Samlet for buss og lastebil beregnes dermed riktig utvikling, mens den blir usikker for enkeltgruppene. For Trondheim angis en	

	<p>vekst på ca. 6,3 % fra 2009 til 2019. Til 2020 angis en nedgang i antall km på i underkant av 3 %, antakeligvis hovedsakelig knyttet til at pandemien førte til stort bortfall av turbusskjøring og kjøring med flybusser store deler av året.</p> <p>Kjøring med buss i Trondheim består av lokale busser (AtB), langdistansebusser, flybusser og turbusser. Basert på informasjon fra Trondheim kommune utgjør AtBs kjøring ca. 2/3 av kjøringen med buss i kommunen. Langdistanseruter, flybuss, turbuss mv. står for ca. 1/3 av kjøringen. Vi kjenner ikke fordelingen på disse, men til sammenlikning er det i Oslo oppgitt at turbuss er den klart største.</p> <p>Utvikling i kjørelengde for rutegående buss avhenger av beslutninger om rutestruktur og frekvens, som bl.a. er påvirket av etterspørselen etter bussreiser. I en normalsituasjon vil økt befolkning innebære økt etterspørsel etter busstrafikk, men det vil vanligvis ikke være behov for like stor økning i utkjørte kilometer som det etterspørselen øker, da det på de fleste tider av døgnet finnes ledig kapasitet på bussene. Vi er i dag i en situasjon der koronapandemien har ført til redusert etterspørsel etter kollektivtrafikk. Det er stor usikkerhet om man kommer tilbake til den etterspørselen man hadde før pandemien, og det snakkes like mye om nedskalering av busstilbudet som økning.</p> <p>I Trondheim kommune sin referansebane er det benyttet utvikling i kjørte kilometer med buss fra TØI-rapport 1689/2019, med en samlet vekst fra 2017 til 2030 på 1,23 %. Dette gir en svært lav årlig vekst, mens faktisk utvikling fra 2017 til 2019 oppgis å være ca. 3 %. Kommunens referansebane ender dermed opp med å ligge nesten 2 % under 2019-nivået i 2030. Vi velger i vår referansebane at 2021 legges på samme nivå som 2020, og at man fra 2022 er tilbake på nivået fra 2019. Dette beholder vi uendret fram til 2030.</p>	
Usikkerhetsintervall	<p>Det er i øyeblikket større usikkerhet om framtidig busstilbud enn vanlig, siden etterspørselen etter kollektivreiser fortsatt er noe lavere enn den var før koronapandemien. Om det er en utvikling som fortsetter, f.eks. på grunn av økt bruk av hjemmekontor, vil det kunne føre til redusert rutetilbud både på kort og lang sikt. Som øvre grense legger vi inn 10 % høyere trafikkarbeid i 2030 enn i middelverdi-banen, mens nedre grense blir satt til 10 % færre kjørte km enn i den banen. Dette gjøres både for AtBs busser og for annen type busstrafikk.</p>	
Faktor	Andel kjørelengde elbusser	prosent
Antagelser	<p>Ifølge Trondheim kommunes klimabudsjett går 12 % av AtBs busser på el, 41 % går på biogass og resten går på diesel (47 %). Dette er som andel av bestand. Vi kjenner ikke fordelingen på rutekilometer og legger til grunn samme kjørelengde for alle busser slik at andel av bestand svarer til andel kjørelengde.</p> <p>Gjeldende kontrakt for den fylkeskommunale kollektivtrafikken i Trondheim løper ut 2028, og det er ikke forventet nye innkjøp av busstjenester før i 2029. Referansebanen omfatter imidlertid ikke elektrifisering av busser som er vedtatt, men ikke gjennomført ennå.</p> <p>For de andre bussene som kjører i Trondheim har vi ikke tilsvarende «nøyaktig» informasjon om innfasingstakt for nullutslippskjøretøy. For disse bussene tar vi utgangspunkt i Miljødirektoratets framskrivning av kjøring med langdistansebuss fra NB23 (se beskrivelse under personbilene). Her angis en andel nullutslippskjøring med langdistansebuss i 2030 på 10 %. Vi velger å legge denne til grunn også for Trondheim, for de bussene som ikke kjøres av AtB. Med denne forutsetningen vil 90 % av kjøringen med «andre busser» i Trondheim skje med diesel og fossil gass i 2030 og 10 % med nullutslipp. Vi har ikke noe godt grunnlag for å fordele mellom diesel og fossil gass, og legger alt under diesel.</p> <p>Som en forenkling legges alle nullutslippskjøretøy (el/hydrogen) under elektriske kjøretøy i modellen.</p>	
Usikkerhetsintervall	<p>I og med at innfasingen av nullutslippsbuss hos AtB er styrt av kravet til offentlige anskaffelser, er usikkerheten liten for denne delen av bussparken.</p> <p>For de andre bussene er usikkerheten større. For disse legger vi i øvre bane skjønnsmessig til grunn at 100 % av kjøringen i 2030 er med dieselbuss/fossil gass, 0 % nullutslipp. I nedre bane legger vi til grunn at 80 % av kjøringen er med dieselbuss/fossil gass, 10 % gass og 20 % nullutslipp.</p>	
Faktor	Utslipp per km for elbusser	tonn per km
Antagelser	<p>Direkte utslipp ved bruk av elektrisitet er satt til null. For utslippsfaktorer i henhold til GPC-protokollen, se nederst i tabellen.</p>	
Usikkerhetsintervall	<p>Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall.</p>	

Faktor	Andel kjørelengde dieselbusser	prosent
Antagelser	<p>Se metodikk beskrevet under elbusser. Andel dieselbusser for AtB holdes konstant på 47 % til og med 2028, deretter 0 % diesel fra 2029.</p> <p>For de andre bussene som kjører i Trondheim antas det at 100 % er diesel i 2020 og at 90 % av kjøringen skjer med diesel og fossil gass i 2030, 10 % nullutslipp.</p>	
Usikkerhetsintervall	<p>I og med at innfasingen av nullutslippsbusser hos AtB er styrt av kravet til offentlige anskaffelser, er usikkerheten liten for denne delen av bussparken.</p> <p>For de andre bussene er usikkerheten større. For disse legger vi i øvre bane skjønnsmessig til grunn at 100 % av kjøringen er med dieselbuss/fossil gass i 2030, mens vi i nedre bane legger til grunn 80 %.</p>	
Faktor	Utslipp per km for dieselbusser (gjennomsnittlig)	tonn per km
Antagelser	<p>For utslipp av CO₂ per kilometer blir spesifikke tall for Trondheim fra Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap benyttet (Miljødirektoratet, 2022g), men vi har ikke hatt grunnlag for å splitte i egne utslippsfaktorer for CO₂ for henholdsvis diesel- og gassbuss. De mottatte utslippsfaktorene for CO₂ er gjennomsnittlige utslippsfaktorer for hele bussparken sett under ett og er nedjustert både for flytende biodrivstoff og for biogass uten at vi kjenner fordelingen. Vi har valgt å ta utgangspunkt i oppgitt utslippsfaktor for CO₂ for 2009, hvor andel bioinnblanding var lav. Utslippsfaktor for CO₂ for 2009 er lagt flatt ut over alle år i modellen.</p> <p>For utslipp av CH₄ og N₂O per kilometer har vi valgt å ta utgangspunkt i oppgitte utslippsfaktorer for 2014, hvor andel biogassbusser fortsatt var lav, samtidig som sammensetningen av dieselbussparken ligger nærmere dagens situasjon enn om vi hadde valgt 2009. Utslippsfaktor for CH₄ og N₂O for 2014 er lagt flatt ut over alle år i modellen.</p> <p>Vi forutsetter uendret utslipp per kilometer fram mot 2030, selv om det trolig vil bli endringer på grunn av endringer/utskifting av bussflåten. Om det blir til mer effektive busser eller om de blir større med økt forbruk per km er vanskelig å si. Historisk har det vært stor variasjon i utslipp per kilometer fra dieselbusser, knyttet til varierende nivå på bioinnblanding (fra minimumsinnblanding til 100 % innblanding). Utslippsfaktoren vår gjelder i utgangspunktet uten innblanding av biodrivstoff.</p>	
Usikkerhetsintervall	<p>Usikkerheten i utslipp per kilometer for dieselbusser i kommunen vil være av en viss betydning jfr. Beskrivelsen knyttet til hovedbanen. Vi legger inn et intervall der utslippsfaktoren i 2030 er henholdsvis +/- 10 % i forhold til oppgitt 2020-utslippsfaktor.</p>	
Faktor	Andel kjørelengde gassbusser	prosent
Antagelser	<p>Ifølge data vi har sett fra AtB så var det et betydelig forbruk av både biogass og LNG i Stor-Trondheim i 2019, mens forbruket av LNG var nesten borte i 2020. Vi kjenner imidlertid ikke til hvor stor andel disse bussene utgjorde av kjøring i Trondheim kommune, og heller ikke planlagt bruk de kommende årene.</p> <p>For «andre busser» legger vi i referansebanen ikke inn spesifikke gassbusser, da Mdirts bearbeiding av NB23-forutsetningene ikke skiller mellom diesel og gass.</p>	
Usikkerhetsintervall	<p>Relativt liten usikkerhet for AtBs andel av kjøringen, mens usikkerheten er stor for de resterende bussene. Men i og med at vi ikke skiller på diesel og fossil gass for disse så legger vi til grunn 0 % gass i både øvre og nedre bane.</p>	
Faktor	Utslipp per km for gassbusser (gjennomsnittlig)	tonn per km
Antagelser	<p>For utslipp av CO₂ per kilometer blir spesifikke tall for Trondheim fra Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap benyttet (Miljødirektoratet, 2022g), men vi har ikke hatt grunnlag for å splitte i egne utslippsfaktorer for CO₂ for henholdsvis diesel- og gassbuss. De mottatte utslippsfaktorene for CO₂ er gjennomsnittlige utslippsfaktorer for hele bussparken sett under ett og er nedjustert både for flytende biodrivstoff og for biogass uten at vi kjenner fordelingen. Vi har valgt å ta utgangspunkt i oppgitt utslippsfaktor for CO₂ for 2009, hvor andel bioinnblanding var lav. Utslippsfaktor for CO₂ for 2009 er lagt flatt ut over alle år i modellen.</p> <p>For utslipp av CH₄ og N₂O per kilometer er utslippsfaktorer spesifikt for gassbusser kjent, og vi benytter de samme faktorene som for gassbusser i Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap (Miljødirektoratet, 2022f).</p>	
Usikkerhetsintervall	<p>Legger inn et intervall der utslippsfaktoren i 2030 er henholdsvis +/- 10 % i forhold til oppgitt 2020-utslippsfaktor, tilsvarende som for dieselbusser.</p>	
Faktor	Skaleringsfaktor	-

	Det er en liten mismatch mellom utslipp i Miljødirektoratets kommunefordelte klimaregnskap og utslipp beregnet bottom-up i modellen. For å skalere resultatene til Miljødirektoratets tall multipliseres utslippene med en skaleringsfaktor, som er gitt ved forholdet mellom utslipp i Miljødirektoratets tall og utslipp i modellen år for år. Framskrivingene skaleres med samme skaleringsfaktor som i 2020. Mismatchen skyldes sannsynligvis en kombinasjon av flere forhold. Dette kan være usikkerhet i fordelingen av kjørelengder mellom AtBs busser og Andre busser, at vi har benyttet lokale data for antall busser med ulike drivstoff for AtBs busser og antatt at Andre busser er dieselbusser mens Miljødirektoratet tar utgangspunkt i SSBs kjørelengderegister for alle busser registrert i Trondheim, og at vi ikke kjenner de faktiske utslippsfaktorene for busser per drivstoff.	
Faktor	Elektrisitetsforbruk	GWh
Antagelser	En gitt elbussandel vil tilsvare et gitt elektrisitetsforbruk, som beregnes ved: $\text{Elforbruk elbusser} = \text{Samlet kjørelengde elbusser (km)} / \text{Spesifikt elforbruk (kWh / km)}$	
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall.	
Faktor	Utslipp per GWh	tonn per GWh
Antagelser	Denne faktoren er null i den territorielle tilnærmingen og i scope 1 for GPC-tilnærmingen. I scope 2 og 3 benyttes utslippsfaktorer gitt i kapittel 2.2.	
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall.	

7.1.5 Lokalt tiltak inkludert i referansebanen

Referansebanen inneholder et tiltak fra Trondheim kommunes klimabudsjett som oppdragsgiver ønsker å synliggjøre. Dette gjelder den delen av tiltaket «Fossilfri kollektivtrafikk (buss)» som omfatter økt bruk av biogass og el fra august 2019. Effekten av dette antas å være fanget opp i det kommunefordelte klimagassregnskapet. Det er derfor beregnet en «Referansebane uten lokale tiltak» for AtBs busser, hvor effekten av tiltak er holdt utenfor slik at det er mulig å se effekten eksplisitt.

Tabell 79: Antagelser for «Referansebane uten lokale tiltak» i sektor Veitrafikk

Tiltak	T0.1	Fossilfri kollektivtrafikk (buss) – økt bruk av biogass og el fra august 2019	Veitrafikk
Tiltakspakke	Referansebane		
Antagelser	I august 2019 var det oppstart av nye buss-kontrakter i Stor-Trondheim (kommunene Trondheim, Klæbu, Malvik og Melhus). I disse kontraktene er det krav om at det kun skal benyttes fossilfritt drivstoff, herunder el, biogass og biodiesel. Det er per i dag ikke er mulig å holde solgte volum av flytende biodrivstoff (eg. HVO100) utenfor det nasjonale omsetningskravet for biodrivstoff til veitrafikk. Dette innebærer at lokal bruk av 100 % biodrivstoff medfører at det ikke er behov for en like høy innblanding i drivstoff levert via pumpestasjoner for å kunne oppfylle omsetningskravet, og at lokal bruk av 100 % biodrivstoff derved ikke har noen reell mereffekt utover omsetningskravet. I tiltaksberegningen har vi derfor kun beregnet effekten av økt bruk av el og biogass fra august 2019, ikke økt bruk av biodiesel.		
Forutsetninger	Det forutsettes at gjennomføring i henhold til beskrivelsen i Klimabudsjett 2023 gir ønsket effekt.		
Faktor	Andel kjørelengde elbusser Andel kjørelengde dieselbusser Andel kjørelengde gassbusser		AtBs busser
Tiltakseffekt	I « Referansebane uten lokale tiltak » er bussparken holdt konstant lik fordelingen i første halvdel av 2019, beregnet på bakgrunn av informasjon om drivstofforbruk fra AtBs klimaregnskap for 2019. Dette gir en fordeling på 80 % gassbusser og 20 % dieselbusser for årene 2019-2030.		
Usikkerhetsintervall	Benyttes ikke. Vi har ikke tilstrekkelig grunnlag til å kvantifisere usikkerheten for dette tiltaket.		

Faktor	Biogassandel (energiandel)	AtBs busser
Tiltakseffekt	I «Referansebane uten lokale tiltak» er biogassandelen holdt konstant på 2018-nivå, lik 40 %, for årene 2019-2030.	
Usikkerhetsintervall	Benyttes ikke. Vi har ikke tilstrekkelig grunnlag til å kvantifisere usikkerheten for dette tiltaket.	

7.1.6 Tiltaksanalyser

Tabell 80: Tiltakseffekt per faktor for tiltak i sektor Veitrafikk

Tiltak	T1.0	Fossilfri kollektivtrafikk (buss) - 100 % nullutslipps bybusser fra 2029	Veitrafikk
Tiltakspakke	1 - Klimabudsjett		
Antagelser	Bystyret satte i 2016 mål om at alle bybusser skulle gå fossilfritt ved oppstart av nye busskontrakter fra august 2019. Den delen av tiltaket «Fossilfri kollektivtrafikk (buss)» i klimabudsjettet som omfatter økt bruk av biogass og el fra august 2019 ligger inne i referansebanen, siden effekten antas å være fanget opp i det kommunefordelte klimagassregnskapet. Fra 2029, når neste kontraktsperiode starter, er det ventet overgang til 100 % nullutslipp, men referansebanen omfatter ikke elektrifisering av AtBs busser som ikke er gjennomført ennå. Effekten av 100 % nullutslipps bybusser fra 2029 inngår derfor her i denne tiltakspakken. Vi kjenner ikke til hvordan den faktiske fordelingen på el og biogass vil være fra 2029 og som en forenkling antar vi at alle AtBs busser fra 2029 er elektriske.		
Forutsetninger	Det forutsettes at gjennomføring i henhold til beskrivelsen i Klimabudsjett 2023 gir ønsket effekt.		
Faktor	Andel kjørelengde elbusser Andel kjørelengde dieselbusser Andel kjørelengde gassbusser		AtBs busser
Tiltakseffekt	Andel kjørelengde for elbusser settes til 100 % fra 2029. Andel kjørelengde for diesel- og gassbusser settes tilsvarende til null fra 2029.		
Usikkerhetsintervall	Benyttes ikke. Vi har ikke tilstrekkelig grunnlag til å kvantifisere usikkerheten for dette tiltaket.		
Faktor	Elektrisitetsforbruk		AtBs busser
Antagelser	Økt elbilandel vil medføre økt elektrisitetsforbruk etter tiltak, som beregnes ved: $\Delta \text{Elforbruk elbiler} = \Delta \text{Samlet kjørelengde elbiler (km)} / \text{Spesifikt elforbruk (kWh / km)}$		
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall.		

Tiltak	T1.1	Raskere utskifting til nullutslipps-personbiler	Veitrafikk
Tiltakspakke	1 - Klimabudsjett		
Antagelser	Ifølge Trondheim kommunes klimabudsjett 2023 viser erfaringen de siste 2-3 årene at overgangen til nullutslippskjøretøy går raskere i Trondheim enn i referansescenarioet, antakelig delvis på grunn av tilretteleggingsarbeid lokalt. Utslippseffekten av dette tiltaket er estimert ved å legge til grunn en fortsatt raskere overgang til nullutslippspersonbiler enn antatt i referansescenarioet. Den raskere overgangen er basert på en lineær ekstrapolering i elbilandelen i nybilsalget i Trondheim framover. En slik ekstrapolering tilsier at alle nye biler er elbil innen 2024.		
Forutsetninger	Det forutsettes at gjennomføring i henhold til beskrivelsen i Klimabudsjett 2023 gir ønsket effekt.		

Faktor	Andel kjørelengde elbiler Andel kjørelengde dieselbiler Andel kjørelengde bensinbiler	Personbiler
Tiltakseffekt	Ved beregning av tiltaket forutsettes en økt elbilandel i henhold til kommunens egne beregninger til klimabudsjett 2023. Andel kjørelengde dieselbiler og bensinbiler reduseres tilsvarende år for år.	
Usikkerhetsintervall	Benyttes ikke. Vi har ikke tilstrekkelig grunnlag til å kvantifisere usikkerheten for dette tiltaket.	
Faktor	Elektrisitetsforbruk	Personbiler
Antagelser	Økt elbilandel vil medføre økt elektrisitetsforbruk etter tiltak, som beregnes ved: $\Delta \text{ Elforbruk elbiler} = \Delta \text{ Samlet kjørelengde elbiler (km) / Spesifikt elforbruk (kWh / km)}$	
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall.	

Tiltak	T1.2	Utfasing av fossile drivstoff i egen virksomhet - tyngre kjøretøy og maskiner	Veitrafikk
Tiltakspakke	1 - Klimabudsjett		
Antagelser	Tiltaket er hentet fra Trondheims klimabudsjett 2023. Beregningen bygger på en bottom-up-beregning av utslipp knyttet til tunge kjøretøy og maskiner i egen virksomhet. Tiltaket er antatt å ha full effekt fra 2026, med en gradvis innfasing fra og med 2021. Den delene av tiltaket som omhandler maskiner (i underkant av halvparten av tiltakseffekten) burde i prinsippet vært skilt ut som et eget tiltak i sektor Annen mobil forbrenning, men som en forenkling er hele tiltakseffekten samlet under veitrafikk. Hele effekten tilskrives nullutslipp tunge kjøretøy, selv om noe av effekten også vil kunne oppnås ved bruk av biogass. Dette påvirker ikke selve effektberegningen, men gir høyere elektrisitetsforbruk.		
Forutsetninger	Det forutsettes at gjennomføring i henhold til beskrivelsen i Klimabudsjett 2023 gir ønsket effekt.		
Faktor	Andel kjørelengde tunge elkjøretøy Andel kjørelengde tunge dieselskjøretøy		Tunge kjøretøy
Tiltakseffekt	Beregnete utslipp er hentet direkte fra underlaget til Trondheims klimabudsjett 2023. Utslippene er omregnet til kjørelengde som overføres fra diesel til nullutslipp ved bruk av utslippsfaktorer som beskrevet over (se avsnitt 7.1.4.3).		
Usikkerhetsintervall	Det forutsettes at gjennomføring i henhold til beskrivelsen i Klimabudsjett 2023 gir ønsket effekt.		
Faktor	Elektrisitetsforbruk		Tunge kjøretøy
Antagelser	Økt elbilandel vil medføre økt elektrisitetsforbruk etter tiltak, som beregnes ved: $\Delta \text{ Elforbruk elbiler} = \Delta \text{ Samlet kjørelengde elbiler (km) / Spesifikt elforbruk (kWh / km)}$		
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall.		

Tiltak	T1.3	Fullstendig innfasing av nullutslipp lette kjøretøy i egen virksomhet innen 2023	Veitrafikk
Tiltakspakke	1 - Klimabudsjett		
Antagelser	Tiltaket er hentet fra Trondheims klimabudsjett 2023. Beregningen bygger på en bottom-up-beregning av utslipp knyttet til lette kjøretøy i egen virksomhet. Tiltaket er antatt å ha full effekt fra 2026, med en gradvis innfasing fra og med 2021. For personbiler er det antatt at tiltaket i stor grad overlapper med tiltak T1.1 og ikke vil ha betydelig effekt ut over dette. Vi har ikke grunnlag for å skille mellom effekt på personbiler og varebiler.		

Forutsetninger	Det forutsettes at gjennomføring i henhold til beskrivelsen i Klimabudsjett 2023 gir ønsket effekt.	
Faktor	Andel kjørelengde elbiler Andel kjørelengde dieselbiler Andel kjørelengde bensinbiler	Personbiler
Tiltakseffekt	Antar full overlapp med tiltak T1.1 og alle verdier uendret	
Usikkerhetsintervall	Ikke relevant.	
Faktor	Elektrisitetsforbruk	Personbiler Varebiler
Antagelser	Økt elbilandel vil medføre økt elektrisitetsforbruk etter tiltak, som beregnes ved: $\Delta \text{ Elforbruk elbiler} = \Delta \text{ Samlet kjørelengde elbiler (km) / Spesifikt elforbruk (kWh / km)}$	
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall.	

Tiltak	T1.4	Tilrettelegging for utslippsfri drosje innen 2025	Veitrafikk
Tiltakspakke	1 - Klimabudsjett		
Antagelser	<p>Miljøkravene som ble vedtatt i fylkestinget i mai 2021, og tilhørende forskrift, setter krav til at drosjer i Trøndelag skal være nullutslippskjøretøy innen 1. juli 2025.</p> <p>I henhold til kommunens egne beregninger til klimabudsjett 2023 er det antatt at utslippene fra kjøring med taxi vil være tilnærmet 0 fra og med 2026, og at reduksjonen skjer lineært fra 2021. Utslippsreduksjonen er beregnet basert på SSBs tall på kjøring med taxi i gamle Sør-Trøndelag. Det er antatt at cirka halvparten av dette skjer innenfor Trondheims kommunegrenser.</p> <p>Som en forenkling antar vi at alle drosjer i utgangspunktet er diesel personbiler.</p> <p>Slik tiltaket er beregnet kommer effekten i tillegg til tidligere tiltak T1.1.</p>		
Forutsetninger	Det forutsettes at gjennomføring i henhold til beskrivelsen i Klimabudsjett 2023 gir ønsket effekt.		
Faktor	Andel kjørelengde elbiler Andel kjørelengde dieselbiler	Personbiler	
Tiltakseffekt	<p>Gjennomsnittlig årlig kjørelengde for drosjer innenfor Trondheims kommunegrenser antas å være på om lag 19 millioner kilometer. SSBs kjøretøysstatistikk (SSB tabell 07849) viser at andel el-kjøretøy i 2020 var på om lag 5 %. Andel fossile kjøretøykm antas derfor å utgjøre 95 % av 19 millioner km. Det er også en betydelig andel hybride kjøretøy, men det er uklart om dette er plug-in hybrid eller ikke. Tiltakseffekten kan derav være noe overestimert.</p> <p>Andel kjørelengde elbiler for personbiler økes med en faktor lik andelen som antall kjøretøykilometer for drosjer utgjør av antall kjøretøykilometer for elbiler totalt, år for år fra og med 2021, med lineær innfasing og full effekt fra 2026. I beregningene benytter vi antall kjøretøykilometer for elbiler som gitt etter at tiltak T1.1 er gjennomført. Andel kjørelengde dieselbiler reduseres tilsvarende år for år.</p>		
Usikkerhetsintervall	Benyttes ikke. Vi har ikke tilstrekkelig grunnlag til å kvantifisere usikkerheten for dette tiltaket.		
Faktor	Elektrisitetsforbruk	Personbiler	
Antagelser	Økt elbilandel vil medføre økt elektrisitetsforbruk etter tiltak, som beregnes ved: $\Delta \text{ Elforbruk elbiler} = \Delta \text{ Samlet kjørelengde elbiler (km) / Spesifikt elforbruk (kWh / km)}$		
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall.		

Tiltak	T1.5	Nullvekst i personbiltrafikk	Veitrafikk
Tiltakspakke	1 - Klimabudsjett		
Antagelser	Tiltakene i Miljøpakken som bidrar til å holde trafikkarbeid konstant – til tross for befolkningsøkning – utgjør i seg selv et tiltak for å redusere klimagassutslipp sammenlignet med referansebanen.		
Forutsetninger	Det forutsettes at gjennomføring i henhold til beskrivelsen i Klimabudsjett 2023 gir ønsket effekt.		
Faktor	Kjørelengde per innbygger		Personbiler
Tiltakseffekt	Referansebanen for klimagassutslipp legger til grunn vekst i personbiltrafikken med ca. 15 % fram til 2030. Effekten av nullvekst i personbiltrafikken er beregnet ved å sette denne veksten til 0. I beregningene holdes samlet kjørelengde for personbiler fast på 2019-nivå. Kjørelengde per innbygger for hvert år i perioden beregnes på nytt ved å ta utgangspunkt i nytt nivå på samlet kjørelengde og dele denne på forventet antall innbyggere år for år.		
Usikkerhetsintervall	Benyttes ikke. Vi har ikke tilstrekkelig grunnlag til å kvantifisere usikkerheten for dette tiltaket.		
Faktor	Elektrisitetsforbruk		Personbiler
Antagelser	Det antas at tiltaket slår proporsjonalt ut for alle drivstofftyper, inkludert el. Redusert samlet kjørelengde vil dermed medføre redusert elektrisitetsforbruk etter tiltak, som beregnes ved: $\Delta \text{ Elforbruk elbiler} = \Delta \text{ Samlet kjørelengde elbiler (km) / Spesifikt elforbruk (kWh / km)}$		
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall.		

Tiltak	T2.1	Forbedret logistikk for varebiltransport	Veitrafikk
Tiltakspakke	2 - Klimakur 2030 og liknende tiltak		
Antagelser	Tiltaket er hentet fra tiltak T03 i Klimakur 2030, og omfatter forbedringer i logistikk i forbindelse med varebilbruk, slik at samlet kjørelengde reduseres. Vi antar samme prosentvise reduksjon i samlet kjørelengde for varebil som i T03 i Klimakur 2030, og samme innfasingstakt fra 2021 til 2030. Dette tilsvarer at 10 prosent av turer med varebil til næringsformål ikke gjennomføres og at samlet kjørelengde for varebiler går tilsvarende ned. Samtidig antas det som i Klimakur 2030 at bare 64 prosent av kjøring med varebil er til næringsformål, mens resten av kjøringen er til private formål og omfattes ikke av tiltaket. Det medfører at kjørelengden netto går ned med 6,4 prosent. Miljødirektoratet oppdatert i 2022 deler av kunnskapsgrunnlag for Klimakur 2023, hvor de blant annet endret innfasingen for en del tiltak (Miljødirektoratet, 2022d). I det oppdaterte kunnskapsgrunnlaget er innfasingstakten for logistikktiltakene uendret.		
Forutsetninger	Se omtale av tiltak T03 i Vedlegg 1 til Klimakur 2030 for diskusjon av forutsetninger for å realisere tiltaket. Det er et potensiale for at kommunen kan utløse deler av dette tiltaket gjennom logistikkoptimalisering ved innkjøp av varer og tjenester.		
Faktor	Samlet kjørelengde		Varebiler
Tiltakseffekt	Vi antar at samlet kjørelengde for varebiler går ned med 6,4 prosent i forhold til referansebanen i 2030, og at prosentvis reduksjon hvert år 2021-2030 er lik den prosentvise reduksjonen i utslipp fra varebil for tiltak T03 i forhold til referansebanen for Klimakur 2030.		
Usikkerhetsintervall	Benyttes ikke. Vi har ikke tilstrekkelig grunnlag til å kvantifisere usikkerheten for dette tiltaket.		
Faktor	Elektrisitetsforbruk		Varebiler
Antagelser	Det antas at tiltaket slår proporsjonalt ut for alle drivstofftyper, inkludert el. Redusert samlet kjørelengde vil dermed medføre redusert elektrisitetsforbruk etter tiltak, som beregnes ved: $\Delta \text{ Elforbruk elbiler} = \Delta \text{ Samlet kjørelengde elbiler (km) / Spesifikt elforbruk (kWh / km)}$		
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall.		

Tiltak	T2.2	Forbedret logistikk og økt effektivisering av lastebiler	Veitrafikk
Tiltakspakke	2 - Klimakur 2030 og liknende tiltak		
Antagelser	Tiltaket tilsvarer T04 i Klimakur 2030, som omfatter både forbedret logistikk og økt tiltak for økt energieffektivitet for lastebiler. Det antas samme reduksjon i utslippene i 2030 fra logistikkoptimalisering (4 prosent) og fra effektivisering av selve transporten (7 prosent) som i Klimakur 2030, og samme innfasingstakt. Miljødirektoratet oppdatert i 2022 deler av kunnskapsgrunnlag for Klimakur 2023, hvor de blant annet endret innfasingen for en del tiltak (Kilde). I det oppdaterte kunnskapsgrunnlaget er innfasingstakten for logistikktiltakene uendret.		
Forutsetninger	Se omtale av tiltak T04 i Vedlegg 1 til Klimakur 2030 for diskusjon av forutsetninger for å realisere tiltaket. Det er et potensiale for at kommunen kan utløse deler av dette tiltaket gjennom logistikkoptimalisering ved innkjøp av varer og tjenester og i kommunale bygge- og anleggsprosjekter.		
Faktor	Samlet kjørelengde		Tunge kjøretøy
Tiltakseffekt	Går ned med 11 prosent i forhold til referansebanen i 2030, og fases inn fra 2021 i samme takt som i Klimakur 2030.		
Usikkerhetsintervall	Benyttes ikke. Vi har ikke tilstrekkelig grunnlag til å kvantifisere usikkerheten for dette tiltaket.		
Faktor	Elektrisitetsforbruk		Tunge kjøretøy
Antagelser	Det antas at tiltaket slår proporsjonalt ut for alle drivstofftyper, inkludert el. Redusert samlet kjørelengde vil dermed medføre redusert elektrisitetsforbruk etter tiltak, som beregnes ved: $\Delta \text{ Elforbruk elbiler} = \Delta \text{ Samlet kjørelengde elbiler (km)} / \text{Spesifikt elforbruk (kWh / km)}$		
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall.		

Tiltak	T2.3 T2.4 T2.5	100 % av nye lette varebiler er nullutslipp innen utgangen av 2025 100 % av nye tunge varebiler er nullutslipp innen utgangen av 2030 50 % av nye lastebiler er nullutslipp i 2030	Veitrafikk
Tiltakspakke	2 - Klimakur 2030 og liknende tiltak		
Antagelser	Disse tre tiltakene tilsvarer tiltakene T06, T07 og T08 i Klimakur 2030, og innebærer alle å stille krav til andel nullutslippsbiler i nysalget av ulike biltyper. Dette innebærer en noe mer ambisiøs innfasing av nullutslippsbiler enn for middelveidien i referansebanen. Men kravene ligger veldig nære den innfasingen som forutsettes i NTP 2018-2029 (Samferdselsdepartementet, 2017). Ved bruk av bilbestandmodellen BIG er tidligere utviklingsbaner for nybilsalg, herunder NTP-banen, framskrevet til baner for bilparkens sammensetning (Fridstrøm, 2019). BIG fordeler utkjørte kilometer mellom elbiler, hybrider, bensin- og dieslbiler. Det er også gjort en beregning for utviklinga i det enkelte fylke, basert på ulik historisk utvikling. Tiltakseffekten for de tre tiltakene er beregnet ved at fordelinga av kjøretøykilometer for de ulike drivstofftypene blir satt til å være lik den som ligger i NTP-banen fra Fridstrøm (2019).		
Forutsetninger	Tiltaket forutsetter at nødvendige krav eller virkemidler tilstrekkelige for å utløse målene vedtas på nasjonalt nivå. Kommunen kan iverksette lokale incentivordninger som oppnår deler av målene, men lokale virkemidler kan ikke ventes å oppnå samme effekt som krav og vedtak på nasjonalt nivå.		
Faktor	Andel kjørelengde elbiler Andel kjørelengde dieslbiler Andel kjørelengde bensinbiler		Varebiler Tunge kjøretøy
Tiltakseffekt	Vi antar at fordeling av andelen kjørelengde for den aktuelle biltypen settes lik fordelingen av kjøretøykilometer for de ulike drivstofftypene gitt i NTP-banene fra Fridstrøm (2019). For varebiler benytter vi nasjonal NTP prosentdel av kjørelengde i 2030 fra Fridstrøm tabell V.19, fordelt på 42 % for el, 1 % for bensin og 58 % for diesel.		

	For tunge kjøretøy benytter vi nasjonal NTP prosentdel av kjørelengde i 2030 fra Fridstrøm tabell V.21, fordelt på 15 % for nullutslipp og 85 % for diesel. Effekten fases inn lineært fra og med 2022 til 2030
Usikkerhetsintervall	Vi har ikke grunnlag for å beregne ytterligere usikkerhetsintervall for fossilbilandelene etter at tiltaket er gjennomført.
Faktor	Elektrisitetsforbruk Varebiler Tunge kjøretøy
Antagelser	Økt elbilandel vil medføre økt elektrisitetsforbruk etter tiltak, som beregnes ved: $\Delta \text{ Elforbruk elbiler} = \Delta \text{ Samlet kjørelengde elbiler (km) / Spesifikt elforbruk (kWh / km)}$
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall.

Tiltak	T2.6	75 % av nye langdistansebusser er nullutslipp i 2030	Veitrafikk
Tiltakspakke	2 - Klimakur 2030 og liknende tiltak		
Antagelser	<p>Tiltaket innebærer å øke salget av nye nullutslippsbusser i tråd med NTP-målet om at 75 prosent av nye langdistansebusser skal være nullutslippskjøretøy innen 2030. Tiltaket er beskrevet i NTP 2018-2029 og i Klimakur 2030 (Tiltak T10).</p> <p>Langdistansebusser er definert som alle busser med flere enn 17 passasjerer og uten ståplasser. Dette inkluderer regionalbusser/pendlerbusser uten ståplass, flybusser, ekspressbusser og turistbusser. Som en forenkling antar vi at dette først og fremst omfatter segmentet Andre busser.</p> <p>Vi antar at den prosentvise sammensetningen for Andre busser i Trondheim etter tiltak er lik som for den samlede nasjonale bussparken som er beskrevet i tiltak T10 og i Vedlegg III i Klimakur 2030 (Miljødirektoratet et al., 2020b). Figur 117 i Vedlegg III i Klimakur 2030 viser at tiltaket er forventet å gi en sammensetning av kjøretøyparken for langdistansebusser med om lag 2100 elbusser og 3700 dieselbusser i 2030 på nasjonalt nivå (basert på manuell avlesing av figur). Dette svarer til en elbussandel på 36 prosent av bestanden. Antallet langdistansebusser totalt i bussparken er forventet å være uendret fra 2020 til 2030</p>		
Forutsetninger	Tiltaket forutsetter at nødvendige krav eller virkemidler tilstrekkelige for å utløse målene vedtas på nasjonalt nivå. For segmentet regionalbusser er fylkeskommunen en sentral aktør og kan bidra til måloppnåing gjennom kravstilling ved kontraktsfornying. Tiltaket forutsetter tilstrekkelig utbygging av ladeinfrastruktur, med tilstrekkelig kapasitet i nettet (effekt og volum) til å dekke opp for at dette er tunge kjøretøy med potensielt store batteripakker.		
Faktor	Andel kjørelengde elbusser Andel kjørelengde dieselbusser	Andre busser	
Tiltakseffekt	Vi antar lik kjørelengde for alle langdistansebusser slik at en viss prosentandel bestand av dieselbusser svarer til samme prosentandel av kjørelengde til dieselbusser. En gradvis økning i andel elbusser av nysalg til 75 % i 2030 er antatt å svare til en prosentdel kjørelengde for elbusser på 36 prosent i 2030. Prosentdel kjørelengde for dieselbusser blir med det på 64 prosent i 2030. Effekten fases inn lineært fra og med 2022 til 2030. Frem til og med 2021 er andel nullutslipps langdistansebusser satt lik som i referansebanen (null).		
Usikkerhetsintervall	Benyttes ikke. Vi har ikke tilstrekkelig grunnlag til å kvantifisere usikkerheten for dette tiltaket.		
Faktor	Elektrisitetsforbruk	Andre busser	
Antagelser	Økt elbilandel vil medføre økt elektrisitetsforbruk etter tiltak, som beregnes ved: $\Delta \text{ Elforbruk elbiler} = \Delta \text{ Samlet kjørelengde elbiler (km) / Spesifikt elforbruk (kWh / km)}$		
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall.		

Tiltak	T2.7	Økt omsetningskrav for biodrivstoff i veitransport	Veitrafikk
Tiltakspakke	2 - Klimakur 2030 og liknende tiltak		
Antagelser	Tiltaket er hentet fra Regjeringas klimastatus og -plan (Klima- og miljødepartementet, 2022), og innebærer at omsetningskravet for biodrivstoff i veitransport økes til 17 volumprosent, med delkrav på 12,5 prosent avansert biodrivstoff fra 1.1.2023.		
Forutsetninger	Forutsetter at det nye omsetningskravet vedtas nasjonalt, noe som anses som sannsynlig.		
Faktor	Andel biodrivstoff		Personbiler Varebiler Busser Tunge kjøretøy
Tiltakseffekt	<p>Andel biodrivstoff for alle kjøretøytyper settes lik 17 volumprosent fra 2023. Vi antar at biodrivstoffet fordeles på bensin og diesel med samme forholdstall som i 2021.</p> <p>For 2022 benyttes volumprosent gitt av omsetningskravet per 2022 og for årene til og med 2021 benyttes faktisk innblanding gitt av tall fra Skatteetaten og SSB (for mer detaljer se delkapittel 7.1.2).</p> <p>Merk at omsetningskravet er angitt som prosent av omsatt volum (liter). For utslippsberegningene er det hvor stor andel av <i>energien</i> i drivstoffet som er relevant. Ettersom biodrivstoff generelt har noe lavere energitetthet enn tilsvarende fossilt drivstoff, må volumandelene derfor regnes om til energiandeler.</p>		
Usikkerhetsintervall	Benyttes ikke, det antas at kravet oppfylles eksakt.		

Tiltak	T3.1	Nullutslippssone for personbiler i hele Trondheim	Veitrafikk
Tiltakspakke	3 - Kraftfulle tiltak		
Antagelser	Tiltaket antar at det innføres forbud, svært sterke insentiver eller andre virkemidler som er tilstrekkelige til å redusere bruk av fossile personbiler i Trondheim til tilnærmet null. Det antas at de nødvendige virkemidlene vedtas på midten av 2020-tallet, men trer i kraft og når full effekt først i 2030, gitt en rimelig utskiftingstakt for personbiler, men at det fases inn lineært fra 2025, ettersom beboere eller folk som ofte kjører i Trondheim sannsynligvis ikke vil velge å kjøpe fossile biler når et slikt tiltak er blitt vedtatt.		
Forutsetninger	<p>Tiltaket forutsetter at Trondheim kommune har nødvendig myndighet og ressurser til å vedta de virkemidlene som er nødvendige, enten alene eller ved å få med seg fylkeskommunale eller statlige myndigheter.</p> <p>Det forutsettes også at det bygges innfartsparkering og et tilstrekkelig kollektivtilbud til å gjøre det mulig å reise til og i Trondheim for dem som ikke har elbil.</p>		
Faktor	Andel kjørelengde elbiler Andel kjørelengde bensinbiler Andel kjørelengde dieslbiler		Personbiler
Tiltakseffekt	Andel kjørelengde for fossile biler reduseres lineært fra opprinnelig verdi i 2025 til null i 2030. Andel kjørelengde for elbiler økes tilsvarende.		
Usikkerhetsintervall	Benyttes ikke. Det antas at tiltaket gjennomføres i sin helhet, og kjørelengder med fossile personbiler dermed blir null eller praktisk talt null.		
Faktor	Elektrisitetsforbruk	Personbiler	
Antagelser	Økt elbilandel vil medføre økt elektrisitetsforbruk etter tiltak, som beregnes ved: $\Delta \text{ Elforbruk elbiler} = \Delta \text{ Samlet kjørelengde elbiler (km) / Spesifikt elforbruk (kWh / km)}$		
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall.		

Tiltak	T3.2	Nullutslippssone for varebiler i hele Trondheim	Veitrafikk
Tiltakspakke	3 - Kraftfulle tiltak		
Antagelser	Samme type antakelser som T3.1, men rettet mot varebiler.		
Forutsetninger	I tillegg til myndighet (se T3.1) forutsettes det at det opprettes egnede støtteordninger eller andre typer kompensasjonsordninger for å sikre at bedrifter som er avhengige av å bruke varebiler ikke får en urimelig stor økonomisk belastning ved å bytte til elektriske varebiler. Denne forutsetningen kan være nødvendig hvis teknologisk utvikling og prisutvikling gjør at det ikke er store praktiske eller økonomiske forskjeller mellom å anskaffe og drifte en elektrisk varebil i 2030 i forhold til en fossil varebil i dag.		
Faktor	Andel kjørelengde elvarebiler Andel kjørelengde bensinvarebiler Andel kjørelengde dieselvarebiler	Varebiler	
Tiltakseffekt	Andel kjørelengde for fossile biler antas å gå mot null fra 2025 til 2030, på samme måte som for T3.1. Andel kjørelengde for elbiler økes tilsvarende.		
Usikkerhetsintervall	Benyttes ikke, av samme grunn som T3.1.		
Faktor	Elektrisitetsforbruk	Varebiler	
Antagelser	Økt elbilandel vil medføre økt elektrisitetsforbruk etter tiltak, som beregnes ved: $\Delta \text{ Elforbruk elbiler} = \Delta \text{ Samlet kjørelengde elbiler (km) / Spesifikt elforbruk (kWh / km)}$		
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall.		

Tiltak	T3.3	Nullutslippssone for tungtransport i hele Trondheim	Veitrafikk
Tiltakspakke	3 - Kraftfulle tiltak		
Antagelser	<p>Dette tiltaket innebærer at kun el-, hydrogen- og andre fossilfrie lastebiler kjører innenfor kommunegrensa, og at eventuelle fossile lastebiler som transporterer varer til Trondheim, laster om til utslippsfrie lastebiler eller varebiler ved kommunegrensa.</p> <p>Det forutsettes at all videretransport i Trondheim dekkes av utslippsfrie lastebiler eller varebiler. Vi antar at tiltaket møtes både av at en økt andel fossilfrie lastebiler, men at begrensninger i form av pris og tilgjengelighet på utslippsfrie teknologier for tunge kjøretøy over lange distanser gjør at noe av transportbehovet også dekkes ved omlasting.</p> <p>Dette fører både til en reduksjon i andel kjørelengde for tunge dieselmotorer, og en reduksjon i samlet kjørelengde for tunge kjøretøy. I prinsippet fører det også til en økning i samlet kjørelengde for varebiler og tilsvarende reduksjon i andelen kjørelengde for dieselvarebiler. Men ettersom endringene for varebiler gir netto null endring i utslipp, ser vi bort fra effektene for varebiler for å forenkle modelleringen. Dette påvirker ikke andre varebilrelaterte tiltak.</p>		
Forutsetninger	Tiltaket forutsetter myndighet til å innføre tilstrekkelige virkemidler (se T3.1), at det opprettes infrastruktur og rutiner for omlasting i nærheten av kommunegrensa langs de store innfartsårene, og eventuelle støtteordninger for å unngå urimelig store og potensielt konkurransevridende økonomiske byrder for relevante bedrifter.		
Faktor	Andel kjørelengde tunge elkjøretøy Andel kjørelengde tunge dieselmotorer	Tunge kjøretøy	
Tiltakseffekt	Andel kjørelengde for fossile biler antas å gå mot null fra 2027 til 2030. Andel kjørelengde for elkjøretøy økes tilsvarende.		
Usikkerhetsintervall	Benyttes ikke.		
Faktor	Elektrisitetsforbruk	Tunge kjøretøy	
Antagelser	Økt elbilandel vil medføre økt elektrisitetsforbruk etter tiltak, som beregnes ved: $\Delta \text{ Elforbruk elbiler} = \Delta \text{ Samlet kjørelengde elbiler (km) / Spesifikt elforbruk (kWh / km)}$		
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall.		

Tiltak	T3.4	Nullutslippssone for busser i hele Trondheim	Veitrafikk
Tiltakspakke	3 - Kraftfulle tiltak		
Antagelser	<p>Tiltaket innebærer at kun el-, hydrogen- og andre fossilfrie busser kjører innenfor kommunegrensa. Det antas at dette gjelder langdistansebusser, turbusser og alle andre busser som ikke er bybusser, slik at alle busser som kjører i Trondheim blir utslippsfrie etter at dette tiltaket er gjennomført.</p> <p>Hele effekten tilskrives nullutslipps busser, selv om noe av effekten også vil kunne oppnås ved bruk av biogass. Dette påvirker ikke selve effektberegningen, men gir høyere elektrisitetsforbruk.</p>		
Forutsetninger	Foruten myndighet (se tiltak T3.1) forutsetter tiltaket at det opprettes infrastruktur for omstigning til lokale utslippsfrie transportalternativer for passasjerer som kommer med eventuelle bussoperatører som ikke går over til utslippsfri drift. Denne forutsetningen kan være overflødig hvis det kommer tilsvarende nasjonale krav om fossilfri bussdrift.		
Faktor	Andel kjørelengde elbusser Andel kjørelengde dieselbusser	Andre busser	
Tiltakseffekt	Andel kjørelengde for fossile busser antas å gå mot null fra 2028 til 2030. Andel kjørelengde for elbusser økes tilsvarende.		
Usikkerhetsintervall	Benyttes ikke.		
Faktor	Elektrisitetsforbruk	Andre busser	
Antagelser	<p>Økt elbilandel vil medføre økt elektrisitetsforbruk etter tiltak, som beregnes ved:</p> $\Delta \text{ Elforbruk elbiler} = \Delta \text{ Samlet kjørelengde elbiler (km) / Spesifikt elforbruk (kWh / km)}$		
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall.		

7.2 Energiforsyning

Energiforsyning er den nest største utslippssektoren i Trondheim etter Veitrafikk med 93 tusen tonn CO₂-ekvivalenter i 2020, og sto for 24 prosent av utslippene i 2020. Sektoren er delt inn i utslippskildene Avfallsforbrenning, og Fjernvarme unntatt avfallsforbrenning, som vist i Tabell 81. En tredje utslippskilde fra Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap, Elektrisitetsproduksjon og annen energiforsyning, er ikke tatt med her, da det ikke er noen utslipp fra denne utslippskilden i Trondheim.

I 2020 kom 90 prosent av utslippene fra avfallsforbrenning. (Dette er en vesentlig høyere andel enn tidligere år, da utslippene fra fjernvarme unntatt avfallsforbrenning var lavere enn normalt i 2020.)

Avfallsforbrenning omfatter forbrenning av både husholdningsavfall (fra Trondheim og andre kommuner) og næringsavfall. Utslipp av CO₂ fra avfallsforbrenning omfatter kun utslipp fra den andelen av karbonet i avfallet som ansås å komme fra fossile kilder (hovedsakelig i plast, kunststoffer, og mindre mengder petrokjemiske forbindelser som inngår i andre produkter). Biogent karbon, fra for eksempel trevirke, papir og matrester, regnes ikke med. I tillegg benyttes en liten andel andre brennstoffer (normalt olje) under oppstart og hvis nødvendig for å opprettholde riktig temperatur, deriblant en liten mengde fossile brennstoffer. Se detaljer under «Antagelser for Fjernvarme unntatt avfallsforbrenning» nedenfor.

Utslippskilden Avfallsforbrenning deles videre opp i fire bidrag: Husholdningsavfall fra Trondheim, Næringsavfall og husholdningsavfall fra utenfor Trondheim, Støttebrensel og bio-CCS. Denne oppdelingen gjøres både av hensyn til tilgjengelige data, og for å reflektere dynamikken i utslippskilden. Ved å skille ut husholdningsavfall fra Trondheim som et eget bidrag, er det mulig å analysere utviklingen i den delen av utslippene som påvirkes av atferd blant Trondheims innbyggere, og som Trondheim kommune har mulighet til å påvirke gjennom egne tiltak.

Bio-CCS er et spesielt bidrag. CO₂-utslipp fra forbrenning av biomasse (inkludert den biogene delen av avfall) inngår ikke i utslippsregnskapet. For å kunne regne på bio-CCS som et tiltak, er det imidlertid opprettet et eget bidrag for de negative utslippene fra CCS på den biogene delen av utslippene fra avfallsforbrenning. Bidraget bio-CCS har ingen utslipp i referansebanen, men får negative utslipp når CCS innføres som et tiltak i modellen. Bidraget bio-CCS er kun beregnet i den territoriale tilnærmingen, ikke i GPC-tilnærmingen.

Tabell 81: Struktur for sektor Energiforsyning. Hvor er faktorene brukt: M=oppsett etter Miljødirektoratets sektorinndeling, GPC-S(x) = GPC-oppsett, hvor S angir scope (1,2,3).

Utslippskilde / GPC sub-sektor	Bidrag / GPC bidrag	Faktor	Benevning	Hvor er faktoren brukt
Avfallsforbrenning I.4 Energy industries	Husholdningsavfall fra Trondheim / I.4A	Innbyggertall i Trondheim	antall personer	M, GPC-S1, GPC-S2- uf_fjernvarme_bruk
		Gjennomsnittlig mengde husholdningsavfall per innbygger	tonn per person	
		Andel forbrent husholdningsavfall fra Trondheim	prosent	

		Utslipp per tonn forbrent husholdningsavfall fra Trondheim	tonn per tonn	
		Andel av utslippet fanget gjennom karbonfangst	prosent	
	Næringsavfall og avfall fra utenfor Trondheim / I.4B	Mengde forbrent næringsavfall og avfall fra utenfor Trondheim	tonn	M, GPC-S1, GPC-S2-uf_fjernvarme_bruk
		Utslipp per tonn forbrent næringsavfall og avfall fra utenfor Trondheim	tonn per tonn	
		Andel av utslippet fanget gjennom karbonfangst	prosent	
	Støttebrensel / I.4C	Energi fra støttebrensel	GWh	M, GPC-S1, GPC-S2-uf_fjernvarme_bruk
		Gjennomsnittlig utslippsfaktor for støttebrensel	tonn per GWh	
		Andel av utslippet fanget gjennom karbonfangst	prosent	
	Bio-CCS	Utslipp fra bio-CCS	tonn	Del 3 (kap. 6)
		Andel biogent karbon i avfallet	prosent	
		Andel av utslippet fanget gjennom karbonfangst	prosent	
Fjernvarme unntatt avfallsforbrenning I.4 Energy industries	Utslipp fra fjernvarme unntatt avfallsforbrenning / I.4D	Energi brukt til fjernvarme unntatt avfallsforbrenning	GWh	M, GPC-S1, GPC-S2-uf_fjernvarme_bruk
		Andel fjernvarme (unntatt fra avfallsforbrenning) produsert fra elektrisitet	prosent	GPC-S2-uf_fjernvarme_bruk
		Utslippsfaktor for elektrisitet	tonn per GWh	
		Gjennomsnittlig utslippsfaktor for energi til fjernvarmeproduksjon unntatt avfall og unntatt elektrisitet	tonn per GWh	M, GPC-S1, GPC-S2-uf_fjernvarme_bruk
		Andel fjernvarme produsert fra andre energibærere enn avfall og elektrisitet	prosent	

Bidraget «Støttebrensel» reflekterer at det forbrennes en liten mengde andre brenslere enn avfall i forbindelse med avfallsforbrenning. Denne mengden er ikke nødvendigvis proporsjonal med mengde forbrent avfall, og er ikke forbundet spesifikt med husholdningsavfall eller annet avfall. Derfor skilles den ut som et eget bidrag. Utslippene bestemmes av hvor mye energi som leveres fra støttebrensel og hvilke energikilder som benyttes. I beregningene blir de derfor dekomponert i mengde energi fra støttebrensel (i GWh), og gjennomsnittlig utslipp per enhet energi.

I GPC-perspektivet har sektoren I.4 Energy Industries samme utslipp som energiforsyning i det territoriale perspektivet i scope 1. Merk at i GPC-oppsettet inngår det ingen utslipp fra energiforsyning i scope 2 og scope 3 av GPC-sektoren I.4 Energy Industries. Utslippene fra energiforsyning (både de direkte utslippene og indirekte utslipp fra bruk av elektrisitet i fjernvarmeproduksjon) benyttes til å regne ut utslippsfaktoren for bruk av fjernvarme (uf_fjernvarme_bruk), se kapittel 2.2.3.2.

Hver utslippskilde og hvert bidrag deles opp i faktorer som vist i Tabell 81, og utslippene beregnes med følgende formler (gjelder for den territorielle tilnærmingen og for GPC-perspektivet i scope 1):

Tabell 82: Formler for beregning av utslipp for sektor Energiforsyning

Utslippskilde	Bidrag	Formel
Avfallsforbrenning	Husholdningsavfall fra Trondheim	Utslipp = Innbyggertall i Trondheim · Gj.snittlig mengde husholdningsavfall per innbygger · Andel forbrent husholdningsavfall · Utslipp per tonn forbrent husholdningsavfall fra Trondheim * (1 – andel av utslippet fanget gjennom karbonfangst)
	Næringsavfall og avfall fra utenfor Trondheim	Utslipp = Mengde forbrent næringsavfall og avfall fra utenfor Trondheim · Utslipp per tonn forbrent næringsavfall og avfall fra utenfor Trondheim* (1 – andel av utslippet fanget gjennom karbonfangst)
	Støttebrensel	Utslipp = Energi fra støttebrensel · utslippsfaktor for støttebrensel * (1 – andel av utslippet fanget gjennom karbonfangst)
	Bio-CCS	Utslipp = - (Husholdningsavfall fra Trondheim + Næringsavfall fra utenfor Trondheim + Støttebrensel) * andel biogent karbon i avfallet * andel av utslippet fanget gjennom karbonfangst
Fjernvarme unntatt avfallsforbrenning	Fjernvarme unntatt avfallsforbrenning	Utslipp = Energi brukt til fjernvarme unntatt avfallsforbrenning * (andel fjernvarme produsert fra elektrisitet * utslippsfaktor elektrisitet) + (andel fjernvarme produsert fra andre energibærere enn elektrisitet * gjennomsnittlig utslippsfaktor for energi til fjernvarmeproduksjon fra andre energibærere enn avfall og elektrisitet)

7.2.1 Antagelser for referansebanen

7.2.1.1 Avfallsforbrenning

I 2020 sto denne utslippskilden for 21 prosent av utslippene i Trondheim, eller 83,7 tusen tonn CO₂-ekvivalenter.

Antakelser og usikkerhet for hver av faktorene i referansebanen er beskrevet i Tabell 83.

Tabell 83: Antagelser per faktor for referansebanen i sektor Energiforsyning, utslippskilde Avfallsforbrenning

Utslippskilde	Avfallsforbrenning	
Bidrag	Husholdningsavfall fra Trondheim	
Faktor	Innbyggertall i Trondheim	antall personer
Antagelser	Benytter befolkningsframskrivninger fra SSB og Trondheim kommune, se kapittel 2.1.3.1.	
Usikkerhetsintervall	Samme som for befolkningsframskrivninger fra Trondheim kommune, se kapittel 2.1.3.1.	
Faktor	Gjennomsnittlig mengde husholdningsavfall per innbygger	tonn per person
Antagelser	Historiske verdier for årene 2015-2021 bruker tall for samlet mengde husholdningsavfall og mengde forbrent husholdningsavfall fra SSB, kombinert med SSBs folketallsstatistikk for å regne ut mengde avfall per innbygger (SSB, 2022f).	

	I perioden 2015-2021 har mengden husholdningsavfall per innbygger gått noe ned. Basert på den historiske trenden, framskrives mengden husholdningsavfall per innbygger med en årlig reduksjon på 2,0 prosent fra det foregående året.	
Usikkerhetsintervall	Det beregnes ikke noe usikkerhetsintervall.	
Faktor	Andel forbrent husholdningsavfall fra Trondheim	prosent
Antagelser	Historiske verdier for 2015-2021 beregnes som forbrent mengde husholdningsavfall fra SSBs statistikk for husholdningsavfall per kommune (SSB, 2022f), dividert med total mengde husholdningsavfall (se Gjennomsnittlig mengde husholdningsavfall per innbygger» ovenfor). I perioden 2015-2021 har andelen husholdningsavfall til forbrenning variert mellom 64 prosent og 68 prosent, uten å følge noen klar trend. Andel framskrives som konstant, lik gjennomsnittet i perioden 2015-2021, som er på 66,4 prosent.	
Usikkerhetsintervall	Det beregnes ikke noe usikkerhetsintervall	
Faktor	Utslipp per tonn forbrent husholdningsavfall fra Trondheim	tonn per tonn
Antagelser	Utslipp per tonn forbrent avfall regnes ut fra tall fra Miljødirektoratet for historiske år, og framskrives som konstant lik gjennomsnittet for årene 2015-2020 Utslippene fra avfallsforbrenning består av utslipp både fra selve avfallet og fra støttebrensel eller andre brensler som brennes i tillegg til avfallet. Faktoren Utslipp per tonn forbrent husholdningsavfall fra Trondheim» skal gjenspeile kun utslipp fra selve avfallet. For årene 2015-2020 regnes det utslippet ut ved først å regne ut utslipp fra annet brensel enn avfallet. Det regnes ut ved å bruke tall som Miljødirektoratet har levert for mengder brensel, og multiplisere med utslippsfaktorer for hver brenselstype fra det nasjonale utslippsregnskapet, for Trondheim er det kun brukt fyringsolje (Miljødirektoratet, 2021). Deretter trekkes disse utslippene fra de totale utslippene for avfallsforbrenning i Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap. Resultatet er utslipp fra forbrenning av avfallet alene, som så divideres på total mengde forbrent avfall for å finne utslipp per tonn forbrent avfall. Vi har ikke grunnlag for å regne ut utslippsfaktoren for husholdningsavfall alene, og antar derfor samme utslippsfaktor for bidragene Husholdningsavfall fra Trondheim og Næringsavfall og avfall fra utenfor Trondheim. Utslippsfaktoren framskrives som 0,36 tonn CO ₂ -ekv. per tonn avfall.	
Usikkerhetsintervall	Det beregnes ikke noe usikkerhetsintervall.	
Faktor	Andel av utslippet fanget gjennom karbonfangst	prosent
Antagelser	I referansebanen er det ingen karbonfangst, og denne faktoren er derfor null. Merk at denne faktoren kun inngår i utslippsformelen for CO ₂ , ikke for CH ₄ og N ₂ O da det antas at karbonfangst kun er relevant for CO ₂ .	
Usikkerhetsintervall	Det beregnes ikke noe usikkerhetsintervall.	

Utslippskilde	Avfallsforbrenning	
Bidrag	Næringsavfall og avfall fra utenfor Trondheim	
Faktor	Mengde næringsavfall og avfall fra utenfor Trondheim	tonn
Antagelser	Bidraget omfatter husholdningsavfall fra utenfor Trondheim og næringsavfall (fra Trondheim og fra utenfor Trondheim). Statkraft Varme har oppgitt at de forventer avfallsmengder på samme nivå som i dag, og at ved en eventuell nedgang i visse avfallstyper, vil anlegget fylle opp den ledige kapasiteten med andre typer avfall (informasjon formidlet i e-post fra Trondheim kommune). Total mengde forbrent avfall i 2015-2020 hentes fra de dataene Miljødirektoratet benytter som underlag for utslippsregnskapet (data mottatt fra Miljødirektoratet). Den totale mengden avfall forbrent (inkludert husholdningsavfall fra Trondheim) framskrives som konstant lik nivået i 2021.	

	Mengden næringsavfall og avfall fra utenfor Trondheim beregnes ved å trekke fra mengden forbrent husholdningsavfall fra Trondheim (basert på SSBs avfallsstatistikk). Samme metode benyttes for å finne mengden næringsavfall og avfall fra utenfor Trondheim i historiske og framtidige år.	
Usikkerhetsintervall	Det beregnes ikke noe usikkerhetsintervall.	
Faktor	Utslipp per tonn forbrent næringsavfall og avfall fra utenfor Trondheim	tonn per tonn
Antagelser	Settes lik utslipp per tonn forbrent husholdningsavfall fra Trondheim, se tabellen ovenfor.	
Usikkerhetsintervall	Det beregnes ikke noe usikkerhetsintervall.	
Faktor	Andel av utslippet fanget gjennom karbonfangst	prosent
Antagelser	I referansebanen er det ingen karbonfangst, og denne faktoren er derfor null. Merk at denne faktoren kun inngår i utslippsformelen for CO ₂ , ikke for CH ₄ og N ₂ O da det antas at karbonfangst kun er relevant for CO ₂ .	
Usikkerhetsintervall	Det beregnes ikke noe usikkerhetsintervall.	

Utslippskilde	Avfallsforbrenning	
Bidrag	Støttebrensel	
Faktor	Energi fra støttebrensel	GWh
Antagelser	Forbrent mengde støttebrensel (olje) er mottatt fra Miljødirektoratet. Disse tallene multipliseres med energiinnhold (GWh per tonn) hentet fra det nasjonale klimagassregnskapet for å finne energimengden for år til og med 2020. Mengden støttebrensel har variert en del fra år til år. For årene 2021-2030 framskrives energimengden som konstant lik medianen for årene 2015-2020. Vi har valgt å bruke medianen framfor gjennomsnittet for å unngå at ekstremverdier blir tillagt for stor vekt.	
Usikkerhetsintervall	Det beregnes ikke noe usikkerhetsintervall.	
Faktor	Gjennomsnittlig utslippsfaktor for støttebrensel	tonn per GWh
Antagelser	Per i dag er det kun utslipp fra bruk av olje. Utslippsfaktoren settes derfor lik utslippsfaktoren for lett fyringsolje som brukes i det nasjonale utslippsregnskapet.	
Usikkerhetsintervall	Det beregnes ikke noe usikkerhetsintervall.	
Faktor	Andel av utslippet fanget gjennom karbonfangst	prosent
Antagelser	I referansebanen er det ingen karbonfangst, og denne faktoren er derfor null. Merk at denne faktoren kun inngår i utslippsformelen for CO ₂ , ikke for CH ₄ og N ₂ O da det antas at karbonfangst kun er relevant for CO ₂ .	
Usikkerhetsintervall	Det beregnes ikke noe usikkerhetsintervall.	

Utslippskilde	Avfallsforbrenning	
Bidrag	Bio-CCS	
Generelle antakelser	Biogene utslipp inngår ikke i utslippsregnskapet. Bidraget bio-CCS er innført i modellen for å kunne regne på effekten av bio-CCS som tiltak. I referansebanen er det ikke karbonfangst, og utslippet fra bidraget er derfor null. Når karbonfangst gjennomføres som et tiltak (jf. tiltak E2.2) vil bidraget få en negativ tallverdi, dvs. at bidraget får negative utslipp.	
Faktor	Utslipp fra bio-CCS	tonn
Antagelser	Utslipp fra bio-CCS er en variabel som beregnes i modellen. Utslippet beregnes som et produkt av de totale fossile CO ₂ -utslippene fra avfallsforbrenning, andelen biogent karbon i avfallet og andelen av utslippet fanget gjennom karbonfangst.	
Usikkerhetsintervall	Det beregnes ikke noe usikkerhetsintervall.	
Faktor	Andel biogent karbon i avfallet	prosent
Antagelser	Statkraft Varme har rapportert biogene CO ₂ -utslipp for 2021, jf. norskeutslipp.no. I 2021 utgjorde biogene utslipp 67 prosent av de totale utslippene. I framskrivningen har vi antatt at andelen biogent karbon er konstant. Merk at andelen biogent karbon i avfallet i prinsippet påvirkes av tiltak E.2.1 økt utsortering av plastavfall. Dette har vi imidlertid ikke tatt hensyn til i modellen. Det skyldes for det første at anslaget anslaget for biogent karbon i referansebanen er svært grovt (kun basert på data fra ett år), og for det andre at tiltak E.2.1 er basert på nasjonale tall, slik at man ikke vil få et godt anslag på endringen i biogent karbon. Effekten av tiltaket på andelen biogent karbon vil trolig være liten sammenliknet med usikkerheten i verdien på variabelen.	
Usikkerhetsintervall	Det beregnes ikke noe usikkerhetsintervall.	
Faktor	Andel av utslippet fanget gjennom karbonfangst	prosent
Antagelser	I referansebanen er det ingen karbonfangst, og denne faktoren er derfor null. Merk at denne faktoren kun inngår i utslippsformelen for CO ₂ , ikke for CH ₄ og N ₂ O da det antas at karbonfangst kun er relevant for CO ₂ .	
Usikkerhetsintervall	Det beregnes ikke noe usikkerhetsintervall.	

7.2.1.2 Fjernvarme unntatt avfallsforbrenning

I 2020 sto denne utslippskilden for 2 prosent av utslippene i Trondheim. Fjernvarmen i Trondheim produseres fra flere ulike energikilder og energibærere: avfallsforbrenning, elektrisitet, fossil gass (LPG og LNG), fossil olje, bioenergi og omgivelsesvarme. Fordelingen mellom elektrisitet, gass, olje og bioenergi varierer noe fra år til år.

Bidraget inkluderer Statkraft Varmes anlegg og Klæbu bioenergi (Hallset Varmesentral og Sørborgen Varmesentral).

Statkraft Varme har prognoser for framtidig produksjon av fjernvarme. Vi har tatt utgangspunkt i at volumet fjernvarme i Statkrafts prognose skal produseres. I referansebanen er imidlertid bruken av ulike energibærere basert på videreføring av historiske trender. (Dette gir rom for å regne på tiltak som leverer samme energimengde, men med andre energibærere, jf. tiltak for utfasing av fossil olje og gass i klimabudsjettet.)

Utslipp fra bruk av fossil energi inngår i Mdir-oppsettet og i scope 1 av GPC-oppsettet. Utslipp fra bruk av elektrisitet inngår i utslippsfaktoren for bruk av fjernvarme i GPC-oppsettet. Bruk av elektrisitet er derfor skilt ut som en egen faktor.

Detaljerte antakelser for hver faktor og usikkerhet for referansebanen er beskrevet i Tabell 84.

Tabell 84: Antagelser per faktor for referansebanen i sektor Energiforsyning, utslippskilde Fjernvarme unntatt avfallsforbrenning

Utslippskilde	Fjernvarme unntatt avfallsforbrenning	
Bidrag	Fjernvarme unntatt avfallsforbrenning	
Faktor	Energi brukt til fjernvarme unntatt (energi fra) avfallsforbrenning	GWh
Antagelser	<p>For 2015-2021 er energimengden fra brensler basert på de dataene Miljødirektoratet bruker som grunnlag for utslippsregnskapet. Energimengden fra elektrisitet og omgivelsesvarme er basert på data fra fjernkontrollen for henholdsvis Statkraft Varme og Klæbu Bioenergi.</p> <p>For Statkraft Varme framskrives produsert fjernvarme (i GWh) ut fra totalproduksjonen oppgitt i Statkraft Varmes prognoser. Energiproduksjon fra avfallsforbrenning, som oppgitt i Statkraft Varmes prognose, trekkes fra for å få totalmengden energi fra andre kilder.</p> <p>Produsert fjernvarme ved Klæbu Bioenergi framskrives som konstant lik gjennomsnittet i perioden 2017-2021.</p>	
Usikkerhetsintervall	Det beregnes ikke noe usikkerhetsintervall.	
Faktor	Andel fjernvarme (unntatt avfallsforbrenning) produsert fra elektrisitet	prosent
Antagelser	<p>Produsert fjernvarme fra elektrisitet (data fra fjernkontrollen) deles på total fjernvarmeproduksjon (unntatt fjernvarmeproduksjon fra avfallsforbrenning) for årene 2015-2020 (se omtale av energi brukt til fjernvarme ovenfor). Andelen varierte mellom 31% og 41% i 2015-2019, og var på 58 % i 2020. Elektrisitet brukt i varmepumper er inkludert. Vi har antatt at 20 % av energien generert i varmepumper kommer fra elektrisitet.</p> <p>For å unngå at den høye verdien i 2020 tillegges for stor vekt, framskrives andelen som konstant lik medianen i 2015-2020. Andelen framskrives som 34 prosent.</p>	
Usikkerhetsintervall	Det beregnes ikke noe usikkerhetsintervall.	
Faktor	Utslippsfaktor for elektrisitet	tonn per GWh
	Se beskrivelse i kapittel 2.	
Faktor	Andel energi fra andre kilder enn elektrisitet	prosent
Antakelser	<p>Andelen energi fra andre kilder enn elektrisitet omfatter energi fra brensler (fossile brensler og bioenergi).</p> <p>Andelen av fjernvarmen (unntatt energi fra avfallsforbrenning) som kommer fra andre energikilder/ -bærere enn elektrisitet framskrives som 1 minus andel fra elektrisitet og minus andelen fra omgivelsesvarme. Denne kategorien omfatter olje, LPG, LNG og bioenergi.</p> <p>Andelen fjernvarme fra omgivelsesvarme i 2015-2020 baseres på data fra fjernkontrollen. Andelen fra omgivelsesvarme framskrives som konstant lik medianen i 2015-2020, dvs. 2 prosent.</p>	
Usikkerhetsintervall	Det beregnes ikke noe usikkerhetsintervall.	

Faktor	Gjennomsnittlig utslippsfaktor for produsert fjernvarme (unntatt avfallsforbrenning) fra andre kilder enn elektrisitet	tonn per GWh
Antagelser	<p>Denne utslippsfaktoren omfatter utslipp fra olje, LPG, LNG, biodiesel/ bioolje, biogass og faste biobrensl.</p> <p>Vi regner ut gjennomsnittlig utslippsfaktor i 2015-2020 ved å ta utslipp dividert med mengde energi fra brensl, dvs. energi til fjernvarme unntatt avfallsforbrenning multiplisert med andel energi fra andre kilder enn elektrisitet (se omtale av disse faktorene i tabellene ovenfor). Gjennomsnittlig utslippsfaktor for CO₂ har variert mellom 170 og 215 g CO₂ per GWh. På tross av en del årlige variasjoner, ser det ut til at utslippsfaktoren følger en nedadgående trend.</p> <p>I framskrivingen antar vi som middelverdi en konstant utslippsfaktor lik gjennomsnittet for årene 2017-2020. Som nedre grense antar vi at den historiske trenden fortsetter. Ut fra en eksponentiell regresjon av utslippsfaktoren i 2015-2020, kommer vi fram til at utslippsfaktoren reduserer med 4,4 prosent per år. Som øvre grense antar vi en konstant utslippsfaktor lik gjennomsnittet i perioden 2015-2020. Utslippsfaktoren i 2015 og 2016 var betydelig høyere enn i årene etterpå, slik at utslippsfaktoren blir vesentlig høyere når disse årene tas med i beregningen enn det som ligger i middelverdien.</p> <p>For å unngå noe av den årlige variasjonen, beregner vi utslippsfaktoren for 2021 som gjennomsnittet i 2019-2020 multiplisert med endringsfaktoren (1-0,044). For årene fra og med 2022 beregner vi utslippsfaktoren som utslippsfaktoren det foregående året multiplisert med endringsfaktoren.</p>	
Usikkerhetsintervall	Det beregnes ikke noe usikkerhetsintervall.	

7.2.2 Tiltaksanalyser

Tiltak	E1.1	Utfasing av fossil olje og gass fra fjernvarmeforsyning	Energiforsyning
Tiltakspakke	1 - Klimabudsjett		
Antagelser	<p>Tiltaket består i å fase ut bruk av fossil olje og gass i fjernvarmeproduksjonen utenom avfallsforbrenning (dvs. omfatter ikke bruk av olje som støttebrensel i avfallsforbrenning). I Klimabudsjettet vises det til Statkraft Varmes ambisjon om å ha 98 prosent fornybar varmeproduksjon innen 2030. Prognosene fra Statkraft Varme viser bruken av ulike energibærere som er planlagt for å oppnå dette. I tiltaket endres sammensetningen av energibærere i tråd med prognosen fra Statkraft Varme.</p> <p>Bruken av energibærere ved Klæbu Bioenergi antas videreført som i gjennomsnittet i perioden 2017-2020.</p>		
Forutsetninger	Effekten av tiltaket forutsetter at Statkraft Varme følger den planlagte utfasingsgraden for fossil energi i fjernvarmeproduksjonen. Vi er ikke kjent med om dette krever virkemiddelbruk utover dagens nivå (f.eks. økt CO ₂ -avgift eller andre insentiver).		
Faktor	Andel fjernvarme produsert fra elektrisitet		Fjernvarme unntatt avfallsforbrenning
Tiltakseffekt	<p>Andelen energi fra elektrisitet regnes ut på bakgrunn av Statkraft Varmes prognose.</p> <p>Andelen direktevirkende elektrisitet er oppgitt i prognosen. I tillegg er det oppgitt en andel energi produsert fra varmepumper. Vi har antatt at 20 prosent av varmen produsert fra varmepumper kommer fra elektrisitet, og det øvrige fra omgivelsesvarme.</p> <p>Bruken elektrisitet ved Klæbu Bioenergi antas videreført lik gjennomsnittet i perioden 2017-2020.</p> <p>Summen av direktevirkende elektrisitet og elektrisitet brukt i varmepumper er delt på totalmengden produsert fjernvarme, unntatt fjernvarme produsert fra avfallsforbrenning.</p>		
Usikkerhetsintervall	Benyttes ikke		

Faktor	Andel fjernvarme produsert fra andre energibærere enn avfall og elektrisitet	Fjernvarme unntatt avfallsforbrenning
Tiltakseffekt	Regnes ut som 1 minus andelen energi fra elektrisitet og minus andelen energi fra omgivelsesvarme. Merk at summen av andel energi fra elektrisitet og andel fra andre energibærere enn avfall og elektrisitet er mindre enn 1. Dette skyldes at omgivelsesvarme ikke er inkludert i noen av andelene.	
Usikkerhetsintervall	Benyttes ikke	
Faktor	Gjennomsnittlig utslippsfaktor for produsert fjernvarme (unntatt avfallsforbrenning) fra andre kilder enn elektrisitet	Fjernvarme unntatt avfallsforbrenning
Tiltakseffekt	Beregnes ut fra andelene av ulike energibærere i Statkraft Varmes prognose og videreføring av energibruken til Klæbu Bioenergi, multiplisert med utslippsfaktorer fra det nasjonale klimagassregnskapet, og dividert med total mengde varme fra andre kilder enn avfallsforbrenning og elektrisitet.	
Usikkerhetsintervall	Benyttes ikke	

Tiltak	E2.1	Økt utsortering av plastavfall	Energiforsyning
Tiltakspakke	2 - Klimakur 2030 og liknende tiltak		
Antagelser	<p>Tiltaket består i å øke utsorteringsgraden for plast i avfallet, tilsvarende tiltak E07 i Klimakur 2030, men med justert innfasingstakt. Endring i Avfallsforskriften av juni 2022 innebærer at minst 50 prosent av gjenvinnbar plast i husholdningsavfallet må sorteres ut og gjenvinnes innen 2028, og minst 60 prosent innen 2030 (og 70 prosent innen 2035) (FOR-2022-06-07-971, 2022). I Klimakur (som bygger på konsekvensutredningen av forskriftsendringen) ble det lagt til grunn at forskriftskravet innføres i 2025 og gradvis får effekt fra 2021. Siden kravet først vil gjelde fra 2028, har vi lagt til grunn at det får gradvis effekt fra 2024. Effekten i 2030 tilsvarer effekten i Klimakur nedskalert til Trondheim.</p> <p>Virksomheter som genererer husholdningsliknende avfall skal også sørge for utsortering av plast, men det er ikke spesifikke krav til utsorteringsgrad. Datagrunnlaget fra Klimakur skiller ikke mellom husholdningsavfall og næringsavfall, og vi har derfor antatt at tiltaket får lik effekt for husholdnings- og næringsavfall. Det kan tenkes at dette medfører en overvurdering av effekten på næringsavfall og en undervurdering av effekten på husholdningsavfall, men for summen av de to bidragene bør antakelsen holde.</p> <p>Tiltaket påvirker bidragene Husholdningsavfall fra Trondheim og Næringsavfall og husholdningsavfall fra utenfor Trondheim.</p> <p>Det antas at Statkraft Varme erstatter det reduserte volumet husholdningsavfall til forbrenning ved å ta inn mer næringsavfall for å opprettholde varmeproduksjon til fjernvarmenettet og kapasitetsutnyttelsen på forbrenningsanlegget.</p> <p>Effekten beregnes ved at utslippsreduksjonen nasjonalt fra tiltak E07 i Klimakur 2030 skaleres ned til Trondheim proporsjonalt med Trondheims andel av det totale utslippet fra avfallsforbrenning i alle kommuner til sammen. Denne utslippsreduksjonen regnes så om til redusert mengde forbrent plastavfall ved å dividere utslippsreduksjonen med utslippsfaktoren 2,708 tonn fossilt CO₂ per tonn plastavfall, som er den faktoren som benyttes i det nasjonale klimagassregnskapet og i tiltak E07 i Klimakur 2030.</p> <p>Økt utsortering av plast vil isolert sett redusere brennverdien i avfallet. Vi har imidlertid antatt at tiltaket ikke påvirker mengden produsert energi fra avfallsforbrenning da det er flere faktorer som vil påvirke energiproduksjonen. For det første stiller forskriften, i tillegg til krav om utsortering av plast, også krav om utsortering av matavfall, og dette vil trekke brennverdien i avfallet i motsatt retning. For det andre kan det godt tenkes at det næringsavfallet som anlegget tar inn for å erstatte husholdningsavfall i utgangspunktet har høyere brennverdi.</p>		

	Vi har ikke inkludert effekten av krav om utsortering av matavfall i tiltaket. Økt utsortering av matavfall vil i utgangspunktet ha svært liten effekt på utslippene fra forbrenning (kun utslipp av CH4 og N2O fra biogent materiale teller med i utslippsregnskapet). Hvis anlegget erstatter redusert mengde matavfall med andre avfallstyper, kan utslippene ved anlegget potensielt sett øke (hvis det nye avfallet inneholder fossilt materiale).	
Forutsetninger	Tiltaket forutsetter at Trondheim kommune og andre kommuner finner tilstrekkelige virkemidler eller underordnede tiltak til å faktisk øke utsorteringsgraden for plastavfall så mye som tiltaket og forskriften krever. I tillegg forutsettes det at Statkraft Varme er i stand til å ta inn nok næringsavfall til å kunne kompensere for den reduserte mengden husholdningsavfall.	
Faktor	Andel forbrent husholdningsavfall fra Trondheim	Avfallsforbrenning / Husholdningsavfall fra Trondheim
Tiltakseffekt	Ut fra nasjonale tall på total mengde avfall til forbrenning og total økning i mengde plast til gjenvinning, beregner vi prosentvis reduksjon i mengde avfall til forbrenning. Vi antar at den prosentvise reduksjonen i mengde husholdningsavfall til forbrenning i Trondheim er lik det nasjonale snittet. Vi antar at total mengde husholdningsavfall fra Trondheim ikke endrer seg, bare hvor mye at husholdningsavfallet som forbrennes.	
Usikkerhetsintervall	Benyttes ikke. Det antas at utsorteringskravet oppfylles.	
Faktor	Mengde forbrent næringsavfall og husholdningsavfall fra utenfor Trondheim	Avfallsforbrenning / Næringsavfall og husholdningsavfall fra utenfor Trondheim
Tiltakseffekt	Vi antar at mengde forbrent husholdningsavfall fra utenfor Trondheim går ned som beregnet over. Men samtidig erstattes dette av nytt næringsavfall, og i tillegg går mengden næringsavfall opp med samme mengde som mengde forbrent husholdningsavfall fra Trondheim gikk ned. Nettoresultatet er at faktoren Mengde forbrent næringsavfall og husholdningsavfall fra utenfor Trondheim går opp med en mengde lik den som mengde forbrent husholdningsavfall fra Trondheim går ned.	
Usikkerhetsintervall	Benyttes ikke. Det antas at utsorteringskravet oppfylles.	
Faktor	Utslipp per tonn forbrent husholdningsavfall fra Trondheim Utslipp per tonn næringsavfall og husholdningsavfall fra utenfor Trondheim	Avfallsforbrenning / Husholdningsavfall fra Trondheim Næringsavfall og husholdningsavfall fra utenfor Trondheim
Tiltakseffekt	Det antas samme endring i utslippsfaktorene for husholdningsavfall fra Trondheim og næringsavfall og husholdningsavfall fra utenfor Trondheim. For å finne ny utslippsfaktor tar man reduksjonen i utslipp fra forbrent plastavfall i Trondheim og dividerer dette med utslippsfaktoren for plast (2,708 tonn CO2 per tonn plast) for å finne tonn reduksjon i plastavfall til forbrenning. Relativ endring i mengden avfall til forbrenning beregnes som reduksjonen i mengde plastavfall delt på total mengde avfall til forbrenning. Ny utslippsfaktor beregnes deretter ved å ta totale utslipp etter tiltaket delt på mengden avfall til forbrenning etter tiltaket. Dette gir en lavere utslippsfaktor, ettersom plastavfallet har en utslippsfaktor på 2,708 tonn CO2 per tonn plast, som er høyere enn de fleste andre avfallstyper.	
Usikkerhetsintervall	Benyttes ikke. Effekten er gitt av mengde utsortert plastavfall.	

Tiltak	E2.2	CCS på avfallsforbrenningsanlegget på Heimdal	Energiforsyning
Tiltakspakke	2 - Klimakur 2030 og liknende tiltak		
Antagelser	Tiltaket innebærer karbonfangst på avfallsforbrenningsanlegget på Heimdal. Det antas at omtrent 87 prosent av karbondioksidet fra avfallsforbrenningen fanges og lagres, i tråd med tiltak E03 fra Klimakur 2030. Det antas full effekt fra og med 2029. Tiltaket antas å kun påvirke CO2, mens CH4 og N2O ikke påvirkes.		

Forutsetninger	Tiltaket forutsetter finansiering til å bygge CCS-anlegget, og at det etableres transportinfrastruktur som kan transportere den fangede gassen til et egnet lagringssted.	
Faktor	Andel karbonfangst	Avfallsforbrenning
Tiltakseffekt	<p>Faktoren «andel karbonfangst» endres fra null til 0,87 for årene 2029-2030.</p> <p>Tiltaket påvirker CO₂-utslippene fra bidragene husholdningsavfall fra Trondheim, næringsavfall og husholdningsavfall fra utenfor Trondheim, støttebrensel og bio-CCS.</p> <p>Effekten på de biogene utslippene (bidraget bio-CCS) er holdt atskilt fra effekten på de fossile utslippene, og resultatene for bio-CCS er presentert i kapittel 6.2.</p>	
Usikkerhetsintervall	Vi har ikke grunnlag for å anta noen usikkerhet for denne effekten.	

7.3 Annen mobil forbrenning

I 2020 sto denne sektoren for 14 prosent av utslippene i Trondheim. Sektoren Annen mobil forbrenning omfatter utslipp fra anleggsmaskiner, traktorer og andre ikke-veigående maskiner og kjøretøy som bruker avgiftsfri diesel, i tillegg til snøscootere og mindre motorredskaper som bruker bensin. Sektoren er svært sammensatt, både fordi den dekker mange maskin- og kjøretøytyper, men også fordi den dekker mange næringer og formål. Sektoren er delt inn i sju ulike utslippskilder som vist i Tabell 85. De fleste utslippskildene deles videre opp i faktorer, som vist i tabellen, mens snøscootere ikke dekomponeres i bakenforliggende faktorer.

Tabell 85: Struktur for sektor Annen mobil forbrenning. Hvor er faktorene brukt: M=oppsett etter Miljødirektoratets sektorinndeling, GPC-S(x) = GPC-oppsett, hvor S angir scope (1,2,3).

Utslippskilde / GPC sub-sektor	Bidrag / GPC bidrag	Faktor	Benevning	Hvor er faktoren brukt		
Bygg og anlegg / I.3 Manufacturing industries and construction	Bygg og anlegg / I.3B Construction Machines	Innbyggertall i Trondheim	antall pers	M, GPC-S1		
		Forbruk av avgiftsfri diesel til bygg-/anleggsmaskiner per innbygger	liter per person			
		Utslipp per liter fossil diesel	tonn per liter			
				Korreksjonsfaktor for biodieselandel*	prosent	GPC-S2 GPC-S3
				Elektrisitetsforbruk til maskiner per innbygger	GWh per person	
		Utslipp per GWh	tonn per GWh			
Tjenester tilknyttet transport / II.5 Off-road	Tjenester tilknyttet transport / II.5A	Forbruk av avgiftsfri diesel til tjenester tilknyttet transport	liter	M, GPC-S1		
		Utslipp per liter fossil diesel	tonn per liter			
				Korreksjonsfaktor for biodieselandel*	prosent	GPC-S2 GPC-S3
				Elektrisitetsforbruk til maskiner	GWh	
		Utslipp per GWh	tonn per GWh			
Behandling av avfall / I.3 Manufacturing industries and construction	Behandling av avfall / I.3D Non-specific industries	Forbruk av avgiftsfri diesel til behandling av avfall	liter	M, GPC-S1		
		Utslipp per liter fossil diesel	tonn per liter			
				Korreksjonsfaktor for biodieselandel*	prosent	GPC-S2 GPC-S3
				Elektrisitetsforbruk til maskiner	GWh	
		Utslipp per GWh	tonn per GWh			
Skogbruk / I.5 Agriculture, forestry, and fishing activities	Skogbruk / I.5B. Forestry Machines	Forbruk av avgiftsfri diesel til skogbruksmaskiner	liter	M, GPC-S1		
		Utslipp per liter fossil diesel	tonn per liter			
				Korreksjonsfaktor for biodieselandel*	prosent	GPC-S2 GPC-S3
				Elektrisitetsforbruk til maskiner	GWh	
		Utslipp per GWh	tonn per GWh			
Jordbruk / I.5 Agriculture, forestry, and fishing activities	Jordbruk / I.5A Agriculture Machines	Forbruk av avgiftsfri diesel til jordbruksmaskiner	liter	M, GPC-S1		
		Utslipp per liter fossil diesel	tonn per liter			
				Korreksjonsfaktor for biodieselandel*	prosent	GPC-S2 GPC-S3
				Elektrisitetsforbruk til maskiner	GWh	
		Utslipp per GWh	tonn per GWh			
Andre næringer / I.3 Manufacturing industries and construction	Andre næringer / I.3D Non-specific industries	Verdiskapingsindeks (kumulativ BNP-vekst relativt til 2020, lik 1,0 for 2020)	-	M, GPC-S1		
		Indeks for forbruk av avgiftsfri diesel til andre næringer per enhet BNP (relativt til 2020, lik 1,0 for 2020)	-			
		Forbruk av avgiftsfri diesel til andre næringer i 2020	liter	GPC-S2 GPC-S3		
		Utslipp per liter fossil diesel	tonn per liter			
					Korreksjonsfaktor for biodieselandel*	prosent
					Elektrisitetsforbruk til maskiner	GWh
		Utslipp per GWh	tonn per GWh			
Snøscootere / II.5 Off-road	Snøscootere / II.5B Snøscootere	Utslipp fra snøscootere	tonn	M, GPC-S1		
				GPC-S2		
				GPC-S3		

* Korreksjonsfaktor for biodieselandel = 1 - andel biodiesel i avgiftsfri diesel (kun for CO₂, ikke for CH₄- og N₂O-utslipp)

Til utregning av hver utslippskilde benyttes følgende formler:

Tabell 86: Formler for beregning av utslipp for sektor Annen mobil forbrenning

Utslippskilde / GPC sub-sektor	Bidrag / GPC bidrag	Formel
Bygg og anlegg	Bygg og anlegg	M: Utslipp = Innbyggertall · Forbruk av avgiftsfri diesel per innbygger · Utslipp per liter fossil diesel · Korreksjonsfaktor for biodieselandel (kun for CO2)
Tjenester tilknyttet transport	Tjenester tilknyttet transport	M: Utslipp = Forbruk av avgiftsfri diesel · Utslipp per liter fossil diesel · Korreksjonsfaktor for biodieselandel (kun for CO2)
Behandling av avfall	Behandling av avfall	M: Utslipp = Forbruk av avgiftsfri diesel · Utslipp per liter fossil diesel · Korreksjonsfaktor for biodieselandel (kun for CO2)
Skogbruk	Skogbruk	M: Utslipp = Forbruk av avgiftsfri diesel · Utslipp per liter fossil diesel · Korreksjonsfaktor for biodieselandel (kun for CO2)
Jordbruk	Jordbruk	M: Utslipp = Forbruk av avgiftsfri diesel · Utslipp per liter fossil diesel · Korreksjonsfaktor for biodieselandel (kun for CO2)
Andre næringer	Andre næringer	M: Utslipp = verdiskapningsindeks · Indeks for forbruk av avgiftsfri diesel per enhet BNP · Forbruk av avgiftsfri diesel i 2020 · Utslipp per liter fossil diesel · Korreksjonsfaktor for biodieselandel (kun for CO2)
Snøscootere	Snøscootere	M: Utslipp (ingen dekomponering)
I.3 Manufacturing industries and construction	Bygg og anlegg / I.3B Construction Machines	S1: Utslipp = Utslipp Bygg og anlegg S2: Utslipp = \sum Elektrisitetsforbruk Bygg og anlegg · Utslipp per GWh S3: Utslipp = \sum Elektrisitetsforbruk Bygg og anlegg · Andel tap/(1 – Andel tap) · Utslipp per GWh
I.3 Manufacturing industries and construction	Behandling av avfall Andre næringer / I.3D Non-specific industries	S1: Utslipp = \sum Utslipp (Alle bidrag) S2: Utslipp = \sum Elektrisitetsforbruk (Alle bidrag) · Utslipp per GWh S3: Utslipp = \sum Elektrisitetsforbruk (Alle bidrag) · Andel tap/(1 – Andel tap) · Utslipp per GWh
I.5 Agriculture, forestry, and fishing activities	Skogbruk/ I.5B. Forestry Machines Jordbruk/ I.5A Agriculture Machines	S1: Utslipp = \sum Utslipp (Alle bidrag) S2: Utslipp = \sum Elektrisitetsforbruk (Alle bidrag) · Utslipp per GWh S3: Utslipp = \sum Elektrisitetsforbruk (Alle bidrag) · Andel tap/(1 – Andel tap) · Utslipp per GWh
II.5 Off-road	Snøscootere / II.5B Snøscootere	S1: Utslipp = Utslipp Snøscootere S2: Utslipp = Elektrisitetsforbruk Snøscootere · Utslipp per GWh S3: Utslipp = \sum Elektrisitetsforbruk Snøscootere · Andel tap/(1 – Andel tap) · Utslipp per GWh

Det foreligger et forbud mot bruk av mineralolje til oppvarming av bygninger fra og med 2020 (FOR-2018-06-28-1060) og et forbud mot bruk av mineralolje til midlertidig byggvarme fra og med 2022 (FOR-2021-01-07-49). All fossil mineralolje som kan brukes

i en oljekjel, parafinkamin eller bygningstørke til å varme opp en bygning permanent eller midlertidig er omfattet av disse to forbudene. Det vil si både tung og lett fyringsolje, fyringsparafin, anleggsdiesel og andre fossile brensler som er flytende ved standard trykk og temperatur. Begge forbudene er vedtatt før 1. januar 2022 og vil derfor inngå i referansebanen for Trondheim.

Det første forbudet, mot bruk av mineralolje til permanent oppvarming av bygninger, vil være en del av referansebanen for utslippskildene Fossil olje og Fyringsparafin i sektor Oppvarming. Det andre forbudet, mot bruk av mineralolje til midlertidig byggvarme, vil derimot være en del av referansebanen for utslippskilden Bygg og anlegg i sektor Annen mobil forbrenning, fordi det hovedsakelig er anleggsdiesel som bli brukt til midlertidig byggvarme og byggtørk på byggeplasser. I tillegg blir gass (LPG) brukt til midlertidig byggvarme og byggtørk, men gass er ikke omfattet av forbudet.

Hvor mye anleggsdiesel som blir brukt til midlertidig byggvarme er svært usikkert, både nasjonalt og lokalt. Klimakur 2030 (Miljødirektoratet et al., 2020) antar at forbruket nasjonalt tilsvarer et utslipp på om lag 80 000 tonn CO₂-ekvivalenter i 2018, basert på en kombinasjon av tall fra DNV GL og SSB. Dette utgjør ca. 8 prosent av samlet forbruk av anleggsdiesel til bygg og anlegg nasjonalt. Men Klimakur 2030 oppgir også andre kilder som gir et spenn på 50 000-140 000 tonn CO₂-ekvivalenter.

Videre blir det ifølge (Støre-) Regjeringas klimastatus og -plan (Klima- og miljødepartementet, 2022) innført et nytt omsetningskrav for avansert biodrivstoff til ikke-veigående maskiner på 7 volumprosent fra 1.1.2023, og som økes til 10 volumprosent fra 1.1.2024, men siden dette ikke var vedtatt per 1.1.2022 er dette holdt utenfor referansebanen, og inngår i stedet i tiltakspakke 2. Modellen er tilrettelagt for at man enkelt skal kunne flytte» omsetningskravet til referansebanen ved senere oppdatering.

7.3.1 Antagelser for referansebanen

7.3.1.1 Bygg og anlegg

Utslippskilden Bygg og anlegg er utslipp fra bruk av avgiftsfri diesel til anleggsmaskiner og midlertidig byggvarme på bygge- og anleggsplasser.

I 2020 sto denne utslippskilden for 9 prosent av utslippene i Trondheim. Utslippene har variert mye i perioden 2009-2015 og deretter lite i perioden 2015-2020, men det er stor usikkerhet om hvor store utslippene egentlig er for denne utslippskilden. De totale utslippene fra bygg og anlegg i det kommunefordelte klimagassregnskapet bestemmes ut fra energibalansen til SSB, og kommunefordeles etter resultater fra bottom-up modellen EmSite utviklet av NILU. Foreløpig er det kun byggeaktivitet og ikke anleggsaktivitet som inngår i fordelingsnøkkelen for utslipp, noe som kan gi en skjevfordeling av utslipp til kommuner med overvekt av byggeaktivitet, mens kommuner med overvekt av anleggsaktivitet vil få lavere utslipp. Antakelser og usikkerhet for referansebanen er beskrevet i Tabell 87.

Tabell 87: Antagelser per faktor for referansebanen i sektor Annen mobil forbrenning, utslippskilde Bygg og anlegg.

Utslippskilde	Bygg og anlegg									
Bidrag	Bygg og anlegg									
Faktor	Innbyggertall i Trondheim	antall personer								
Antagelser	I sentralestimatet benyttes Trondheim kommunes egne befolkningsprognoser for middels vekst utarbeidet av Byplankontoret (Trondheimsregionen, 2022), se kapittel 2.1.3.1.									
Usikkerhetsintervall	SSBs nyeste framskrivning for <i>regional</i> befolkningsvekst fra juli 2022 (SSB, 2022h) blir benyttet for henholdsvis nedre (Lav nasjonal vekst (LLML)) og øvre (Høy nasjonal vekst (HHMH)) grense for usikkerhetsintervallene, se kapittel 2.1.3.1.									
Faktor	Forbruk av avgiftsfri diesel til bygg-/anleggsmaskiner per innbygger	liter per person								
Antagelser	<p>Utslipp av CO₂ fra forbrenning av drivstoff er entydig bestemt av drivstofforbruket, uavhengig av motorteknologi. Historisk drivstofforbruk beregnes med utgangspunkt i CO₂-utslippene i Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap ved følgende uttrykk:</p> $\text{Drivstofforbruk [liter]} = \text{CO}_2\text{-utslipp [t CO}_2\text{]} / \text{Utslippsfaktor [t CO}_2\text{/liter]}$ <p>Forbruk av avgiftsfri diesel til bygg-/anleggsmaskiner per innbygger beregnes på bakgrunn av historisk drivstofforbruk og innbyggertall i Trondheim som beskrevet over.</p> <p>Drivstofforbruk per innbygger framskrives i utgangspunktet som konstant lik gjennomsnittet for perioden 2015-2020. For å ta høyde for vedtatt forbud mot bruk av mineralolje til midlertidig byggvarme blir drivstofforbruk per innbygger fra 2022 nedjustert med 8 prosent. Denne prosentandelen er beregnet ut fra et nasjonalt anslag for utslipp fra avgiftsfri diesel brukt til byggvarme (anslaget på 80 000 tonn CO₂-ekvivalenter tilsvarer om lag 8 prosent av samlet forbruk av anleggsdiesel til bygg og anlegg). Som for tiltak O01 i Klimakur 2030 blir det antatt at det vil være ei viss tilpassing i markedet i forkant. I analysen er drivstofforbruk per innbygger derfor nedjustert med 4 prosent allerede i 2021.</p>									
Usikkerhetsintervall	<p>Usikkerhetsintervallet defineres ut fra et 67-prosents konfidensintervall for gjennomsnittet for perioden 2015-2020.</p> <p>Videre er det tatt inn et usikkerhetsintervall for den antatte mengden avgiftsfri diesel brukt til midlertidig byggvarme. Nedre grense bruker anslaget 140 000 tonn CO₂-ekvivalenter (som gir en større utslippsreduksjon), mens øvre grense bruker anslaget 50 000 tonn CO₂-ekvivalenter (se beskrivelse i brødteksten i kapittel 158).</p>									
Faktor	Utslipp per liter fossil diesel	tonn per liter								
Antagelser	<p>Vi bruker samme utslippsfaktorer som i det nasjonale utslippsregnskapet, henholdsvis fra tabell 3.4 (CO₂) og tabell 3.21 (CH₄ og N₂O) (Miljødirektoratet, 2022b).</p> <table border="1" data-bbox="566 1406 1460 1529"> <thead> <tr> <th>Energivare</th> <th>CO₂ (t CO₂/liter)</th> <th>CH₄ (t CH₄/liter)</th> <th>N₂O (t N₂O/liter)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Avgiftsfri diesel</td> <td>2,66*10⁻³</td> <td>1,43*10⁻⁷</td> <td>1,17*10⁻⁷</td> </tr> </tbody> </table>		Energivare	CO ₂ (t CO ₂ /liter)	CH ₄ (t CH ₄ /liter)	N ₂ O (t N ₂ O/liter)	Avgiftsfri diesel	2,66*10 ⁻³	1,43*10 ⁻⁷	1,17*10 ⁻⁷
Energivare	CO ₂ (t CO ₂ /liter)	CH ₄ (t CH ₄ /liter)	N ₂ O (t N ₂ O/liter)							
Avgiftsfri diesel	2,66*10 ⁻³	1,43*10 ⁻⁷	1,17*10 ⁻⁷							
Usikkerhetsintervall	Benyttes ikke.									
Faktor	Korreksjonsfaktor for biodieselandel (1 minus andel biodiesel i avgiftsfri diesel, kun for CO ₂ , ikke for CH ₄ - og N ₂ O-utslipp)	prosent								
Antagelser	Antar null andel biodiesel i referansebanen, ettersom det per 1.1.2022 ikke var vedtatt noe krav til omsetning av biodrivstoff i avgiftsfri diesel, og ettersom Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap kun inkluderer salg av fossil anleggsdiesel. Eventuell bruk av biodiesel før eller i 2020 må derfor antas å allerede være fanget opp i klimagassregnskapet gjennom lavere salg av fossil anleggsdiesel.									
Usikkerhetsintervall	Per definisjon null i referansebanen.									
Faktor	Elektrisitetsforbruk per innbygger	GWh per person								
Antagelser	Antas uendret lik gjennomsnittet av 2019 og 2020 i referansebanen. For 2019 og 2020 antas elektrisitetsforbruket til elektriske anleggsmaskiner å være knyttet til kommunale bygge- og									

	anleggsprosjekter hvor det har vært stilt krav om nullutslippsløsninger. I tillegg kommer forbruk av el på bygge- og anleggsplass til tårnkraner o.l. og til midlertidig byggvarme og byggtørk.	
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall.	
Faktor	Utslipp per GWh	tonn per GWh
Antagelser	Denne faktoren er null i den territoriale tilnærmingen og i scope 1 for GPC-tilnærmingen. I scope 2 og 3 benyttes utslippsfaktorer gitt i kapittel 2.2.	
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall.	

7.3.1.2 Tjenester tilknyttet transport

Utslippskilden Tjenester tilknyttet transport omfatter drift av deler av transportinfrastrukturen og aktiviteter i forbindelse med godsbehandling. Det inkluderer blant annet drift av jernbanestasjoner, busstasjoner og godsterminaler, veier, bruer, tunneler og drift av havner og kaianlegg (SSB, 2008).

I 2020 sto denne utslippskilden for 1,4 prosent av utslippene i Trondheim. Utslippene har variert mye i perioden 2009-2015 og deretter ser vi en nedadgående trend i perioden 2015-2020, men det er stor usikkerhet om hvor store utslippene egentlig er for denne utslippskilden. De totale utslippene fra Tjenester tilknyttet transport i det kommunefordelte klimagassregnskapet bestemmes ut fra energibalansen til SSB, og kommunefordelen etter antall sysselsatte i næringen gitt ved SSB tabell 12539. Antakelser og usikkerhet for referansebanen er beskrevet i Tabell 88.

Tabell 88: Antagelser per faktor for referansebanen i sektor Annen mobil forbrenning, utslippskilde Tjenester tilknyttet transport.

Utslippskilde	Tjenester tilknyttet transport										
Bidrag	Tjenester tilknyttet transport										
Faktor	Forbruk av avgiftsfri diesel til tjenester tilknyttet transport	liter									
Antagelser	<p>Utslipp av CO₂ fra forbrenning av drivstoff er entydig bestemt av drivstofforbruket, uavhengig av motorteknologi. Historisk drivstofforbruk beregnes med utgangspunkt i CO₂-utslippene i Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap ved følgende uttrykk:</p> $\text{Drivstofforbruk [liter]} = \text{CO}_2\text{-utslipp [t CO}_2\text{]} / \text{Utslippsfaktor [t CO}_2\text{/liter]}$ <p>Drivstofforbruket har vist en nedadgående trend fra 2015 til 2020. I framskrivingene i referansebanen settes middelerdien lik gjennomsnittet av øvre og nedre grense, dvs. mellom konstant framskriving av middelerdien og eksponentiell regresjon for nedadgående trend for 2015-2020.</p>										
Usikkerhetsintervall	For øvre grense framskrives utslippene som konstant lik gjennomsnittet for perioden 2015-2020 (som er et brudd med nedadgående trend). For nedre grense bruker eksponentiell regresjon av den nedadgående trenden for 2015-2020 til å framskrives utslippene.										
Faktor	Utslipp per liter fossil diesel	tonn per liter									
Antagelser	Vi bruker samme utslippsfaktorer som i det nasjonale utslippsregnskapet, henholdsvis fra tabell 3.4 (CO ₂) og tabell 3.21 (CH ₄ og N ₂ O) (Miljødirektoratet, 2022b).										
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Energivare</th> <th>CO₂ (t CO₂/liter)</th> <th>CH₄ (t CH₄/liter)</th> <th>N₂O (t N₂O/liter)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Avgiftsfri diesel</td> <td>2,66*10⁻³</td> <td>1,43*10⁻⁷</td> <td>1,17*10⁻⁷</td> </tr> </tbody> </table>			Energivare	CO ₂ (t CO ₂ /liter)	CH ₄ (t CH ₄ /liter)	N ₂ O (t N ₂ O/liter)	Avgiftsfri diesel	2,66*10 ⁻³	1,43*10 ⁻⁷	1,17*10 ⁻⁷
Energivare	CO ₂ (t CO ₂ /liter)	CH ₄ (t CH ₄ /liter)	N ₂ O (t N ₂ O/liter)								
Avgiftsfri diesel	2,66*10 ⁻³	1,43*10 ⁻⁷	1,17*10 ⁻⁷								
Usikkerhetsintervall	Benyttes ikke.										

Faktor	Korreksjonsfaktor for biodieselandel (1 minus andel biodiesel i avgiftsfri diesel, kun for CO ₂ , ikke for CH ₄ - og N ₂ O-utslipp)	prosent
Antagelser	Antar null andel biodiesel i referansebanen, ettersom det per 1.1.2022 ikke var vedtatt noe krav til omsetning av biodrivstoff i avgiftsfri diesel, og ettersom Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap kun inkluderer salg av fossil anleggsdiesel. Eventuell bruk av biodiesel før eller i 2020 må derfor antas å allerede være fanget opp i klimagassregnskapet gjennom lavere salg av fossil anleggsdiesel.	
Usikkerhetsintervall	Per definisjon null i referansebanen.	
Faktor	Elektrisitetsforbruk til maskiner	GWh
Antagelser	Antas lik null i referansebanen	
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall.	
Faktor	Utslipp per GWh	tonn per GWh
Antagelser	Denne faktoren er null i den territorielle tilnærmingen og i scope 1 for GPC-tilnærmingen. I scope 2 og 3 benyttes utslippsfaktorer gitt i kapittel 2.2.	
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall.	

7.3.1.3 Behandling av avfall

I 2020 sto denne utslippskilden for 0,4 prosent av utslippene i Trondheim. Utslippene økte jevnt fra 2009 til 2015, for så å bli redusert igjen fram mot 2020, men det er stor usikkerhet om hvor store utslippene egentlig er for denne utslippskilden. De De totale utslippene fra Behandling av avfall i det kommunefordelte klimagassregnskapet bestemmes ut fra energibalansen til SSB, og kommunefordeles etter mengde husholdningsavfall gitt ved SSB tabell 13035. Antakelser og usikkerhet for referansebanen er beskrevet i Tabell 89.

Tabell 89: Antagelser per faktor for referansebanen i sektor Annen mobil forbrenning, utslippskilde Behandling av avfall.

Utslippskilde	Behandling av avfall									
Bidrag	Behandling av avfall									
Faktor	Forbruk av avgiftsfri diesel til behandling av avfall	liter								
Antagelser	<p>Utslipp av CO₂ fra forbrenning av drivstoff er entydig bestemt av drivstofforbruket, uavhengig av motorteknologi. Historisk drivstofforbruk beregnes med utgangspunkt i CO₂-utslippene i Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap ved følgende uttrykk:</p> $\text{Drivstofforbruk [liter]} = \text{CO}_2\text{-utslipp [t CO}_2\text{]} / \text{Utslippsfaktor [t CO}_2\text{/liter]}$ <p>Drivstofforbruket har vist en nedadgående trend fra 2015 til 2020. I framskrivingene i referansebanen settes middelverdien lik gjennomsnittet av øvre og nedre grense, dvs. mellom konstant framskriving av middelverdien og eksponentiell regresjon for nedadgående trend for 2015-2020.</p>									
Usikkerhetsintervall	For øvre grense framskrives utslippene som konstant lik gjennomsnittet for perioden 2015-2020 (som er et brudd med nedadgående trend). For nedre grense bruker eksponentiell regresjon av den nedadgående trenden for 2015-2020 til å framskrives utslippene.									
Faktor	Utslipp per liter fossil diesel	tonn per liter								
Antagelser	Vi bruker samme utslippsfaktorer som i det nasjonale utslippsregnskapet, henholdsvis fra tabell 3.4 (CO ₂) og tabell 3.21 (CH ₄ og N ₂ O) (Miljødirektoratet, 2022b).									
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Energivare</th> <th>CO₂ (t CO₂/liter)</th> <th>CH₄ (t CH₄/liter)</th> <th>N₂O (t N₂O/liter)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Avgiftsfri diesel</td> <td>2,66*10⁻³</td> <td>1,43*10⁻⁷</td> <td>1,17*10⁻⁷</td> </tr> </tbody> </table>		Energivare	CO ₂ (t CO ₂ /liter)	CH ₄ (t CH ₄ /liter)	N ₂ O (t N ₂ O/liter)	Avgiftsfri diesel	2,66*10 ⁻³	1,43*10 ⁻⁷	1,17*10 ⁻⁷
Energivare	CO ₂ (t CO ₂ /liter)	CH ₄ (t CH ₄ /liter)	N ₂ O (t N ₂ O/liter)							
Avgiftsfri diesel	2,66*10 ⁻³	1,43*10 ⁻⁷	1,17*10 ⁻⁷							
Usikkerhetsintervall	Benyttes ikke.									
Faktor	Korreksjonsfaktor for biodieselandel (1 minus andel biodiesel i avgiftsfri diesel, kun for CO ₂ , ikke for CH ₄ - og N ₂ O-utslipp)	prosent								
Antagelser	Antar null andel biodiesel i referansebanen, ettersom det per 1.1.2022 ikke var vedtatt noe krav til omsetning av biodrivstoff i avgiftsfri diesel, og ettersom Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap kun inkluderer salg av fossil anleggsdiesel. Eventuell bruk av biodiesel før eller i 2020 må derfor antas å allerede være fanget opp i klimagassregnskapet gjennom lavere salg av fossil anleggsdiesel.									
Usikkerhetsintervall	Per definisjon null i referansebanen.									
Faktor	Elektrisitetsforbruk til maskiner	GWh								
Antagelser	Antas lik null i referansebanen									
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall.									
Faktor	Utslipp per GWh	tonn per GWh								
Antagelser	Denne faktoren er null i den territorielle tilnærmingen og i scope 1 for GPC-tilnærmingen. I scope 2 og 3 benyttes utslippsfaktorer gitt i kapittel 2.2.									
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall.									

7.3.1.4 Skogbruk

I 2020 sto denne utslippskilden for kun 0,02 prosent av utslippene i Trondheim, med årlig utslipp på om lag 100-200 tonn CO₂-ekvivalenter for årene 2009-2020. Utslippene har variert lite i perioden 2009-2020, men det er stor usikkerhet om hvor store utslippene egentlig er for denne utslippskilden. De totale utslippene fra Skogbruk i det kommunefordelte klimagassregnskapet bestemmes ut fra energibalansen til SSB, og kommunefordelen etter avvirket kvantum gitt ved SSB tabell 03795. Utslippskilden tas med i modellen for å gjøre den fullstendig og for å sikre overensstemmelse med Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap. Antakelser og usikkerhet for referansebanen er beskrevet i Tabell 90.

Tabell 90: Antagelser per faktor for referansebanen i sektor Annen mobil forbrenning, utslippskilde Skogbruk.

Utslippskilde	Skogbruk										
Bidrag	Skogbruk										
Faktor	Forbruk av avgiftsfri diesel til skogbruk	liter									
Antagelser	<p>Utslipp av CO₂ fra forbrenning av drivstoff er entydig bestemt av drivstofforbruket, uavhengig av motorteknologi. Historisk drivstofforbruk beregnes med utgangspunkt i CO₂-utslippene i Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap ved følgende uttrykk:</p> $\text{Drivstofforbruk [liter]} = \text{CO}_2\text{-utslipp [t CO}_2\text{]} / \text{Utslippsfaktor [t CO}_2\text{/liter]}$ <p>Drivstofforbruket har variert lite historisk sett og framskrives som konstant lik gjennomsnittet for perioden 2015-2020.</p>										
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall										
Faktor	Utslipp per liter fossil diesel	tonn per liter									
Antagelser	<p>Vi bruker samme utslippsfaktorer som i det nasjonale utslippsregnskapet, henholdsvis fra tabell 3.4 (CO₂), tabell 3.21 (CH₄) og tabell 3.22 (N₂O) (Miljødirektoratet, 2022b).</p> <table border="1" data-bbox="555 1182 1449 1308"> <thead> <tr> <th>Energivare</th> <th>CO₂ (t CO₂/liter)</th> <th>CH₄ (t CH₄/liter)</th> <th>N₂O (t N₂O/liter)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Avgiftsfri diesel</td> <td>2,66*10⁻³</td> <td>1,43*10⁻⁷</td> <td>1,10*10⁻⁷</td> </tr> </tbody> </table>			Energivare	CO ₂ (t CO ₂ /liter)	CH ₄ (t CH ₄ /liter)	N ₂ O (t N ₂ O/liter)	Avgiftsfri diesel	2,66*10 ⁻³	1,43*10 ⁻⁷	1,10*10 ⁻⁷
Energivare	CO ₂ (t CO ₂ /liter)	CH ₄ (t CH ₄ /liter)	N ₂ O (t N ₂ O/liter)								
Avgiftsfri diesel	2,66*10 ⁻³	1,43*10 ⁻⁷	1,10*10 ⁻⁷								
Usikkerhetsintervall	Benyttes ikke.										
Faktor	Korreksjonsfaktor for biodieselandel (1 minus andel biodiesel i avgiftsfri diesel, kun for CO ₂ , ikke for CH ₄ - og N ₂ O-utslipp)	prosent									
Antagelser	Antar null andel biodiesel i referansebanen, ettersom det per 1.1.2022 ikke var vedtatt noe krav til omsetning av biodrivstoff i avgiftsfri diesel, og ettersom Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap kun inkluderer salg av fossil anleggsgas. Eventuell bruk av biodiesel før eller i 2020 må derfor antas å allerede være fanget opp i klimagassregnskapet gjennom lavere salg av fossil anleggsgas.										
Usikkerhetsintervall	Per definisjon null i referansebanen.										
Faktor	Elektrisitetsforbruk til maskiner	GWh									
Antagelser	Antas lik null i referansebanen										
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall.										
Faktor	Utslipp per GWh	tonn per GWh									
Antagelser	Denne faktoren er null i den territorielle tilnærmingen og i scope 1 for GPC-tilnærmingen. I scope 2 og 3 benyttes utslippsfaktorer gitt i kapittel 2.2.										
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall.										

7.3.1.5 Jordbruk

I 2020 sto denne utslippskilden for 0,6 prosent av utslippene i Trondheim, med årlig utslipp på om lag 2300-2400 tonn CO₂-ekvivalenter for årene 2009-2020. Utslippene har variert lite i perioden 2009-2020, men det er stor usikkerhet om hvor store utslippene egentlig er for denne utslippskilden. De totale utslippene fra Jordbruk i det kommunefordelte klimagassregnskapet bestemmes ut fra energibalansen til SSB, og kommunefordeles etter fulldyrket areal i hver kommune gitt ved SSB tabell 06462. Antakelser og usikkerhet for referansebanen er beskrevet i Tabell 91.

Tabell 91: Antagelser per faktor for referansebanen i sektor Annen mobil forbrenning, utslippskilde Jordbruk.

Utslippskilde	Jordbruk									
Bidrag	Jordbruk									
Faktor	Forbruk av avgiftsfri diesel til jordbruk	liter								
Antagelser	<p>Utslipp av CO₂ fra forbrenning av drivstoff er entydig bestemt av drivstoffbruket, uavhengig av motorteknologi. Historisk drivstofforbruk beregnes med utgangspunkt i CO₂-utslippene i Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap ved følgende uttrykk:</p> $\text{Drivstofforbruk [liter]} = \text{CO}_2\text{-utslipp [t CO}_2\text{]} / \text{Utslippsfaktor [t CO}_2\text{/liter]}$ <p>Drivstoffbruket har variert lite historisk sett og framskrives som konstant lik gjennomsnittet for perioden 2015-2020.</p>									
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall									
Faktor	Utslipp per liter fossil diesel	tonn per liter								
Antagelser	<p>Vi bruker samme utslippsfaktorer som i det nasjonale utslippsregnskapet, henholdsvis fra tabell 3.4 (CO₂), tabell 3.21 (CH₄) og tabell 3.22 (N₂O) (Miljødirektoratet, 2022b).</p> <table border="1" data-bbox="566 1079 1458 1205"> <thead> <tr> <th>Energivare</th> <th>CO₂ (t CO₂/liter)</th> <th>CH₄ (t CH₄/liter)</th> <th>N₂O (t N₂O/liter)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Avgiftsfri diesel</td> <td>2,66*10⁻³</td> <td>1,43*10⁻⁷</td> <td>1,10*10⁻⁷</td> </tr> </tbody> </table>		Energivare	CO ₂ (t CO ₂ /liter)	CH ₄ (t CH ₄ /liter)	N ₂ O (t N ₂ O/liter)	Avgiftsfri diesel	2,66*10 ⁻³	1,43*10 ⁻⁷	1,10*10 ⁻⁷
Energivare	CO ₂ (t CO ₂ /liter)	CH ₄ (t CH ₄ /liter)	N ₂ O (t N ₂ O/liter)							
Avgiftsfri diesel	2,66*10 ⁻³	1,43*10 ⁻⁷	1,10*10 ⁻⁷							
Usikkerhetsintervall	Benyttes ikke.									
Faktor	Korreksjonsfaktor for biodieselandel (1 minus andel biodiesel i avgiftsfri diesel, kun for CO ₂ , ikke for CH ₄ - og N ₂ O-utslipp)	prosent								
Antagelser	<p>Antar null andel biodiesel i referansebanen, ettersom det per 1.1.2022 ikke var vedtatt noe krav til omsetning av biodrivstoff i avgiftsfri diesel, og ettersom Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap kun inkluderer salg av fossil anleggsgasdiesel. Eventuell bruk av biodiesel før eller i 2020 må derfor antas å allerede være fanget opp i klimagassregnskapet gjennom lavere salg av fossil anleggsgasdiesel.</p>									
Usikkerhetsintervall	Per definisjon null i referansebanen.									
Faktor	Elektrisitetsforbruk til maskiner	GWh								
Antagelser	Antas lik null i referansebanen									
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall.									
Faktor	Utslipp per GWh	tonn per GWh								
Antagelser	Denne faktoren er null i den territorielle tilnærmingen og i scope 1 for GPC-tilnærmingen. I scope 2 og 3 benyttes utslippsfaktorer gitt i kapittel 2.2.									
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall.									

7.3.1.6 Andre næringer

Andre næringer inkluderer alle næringer som bruker avgiftsfri diesel som ikke er dekket av de øvrige utslippskildene, i tillegg til bensin brukt i husholdninger (plenklippere, snøfreser, motorsager etc.). Næringene industri, detaljhandel og agentur og engros står for hovedandelen av utslippene.

I 2020 sto denne utslippskilden for 3 prosent av utslippene i Trondheim. Utslippene har variert mye i perioden 2009-2020, uten noen klar trend, men det er stor usikkerhet om hvor store utslippene egentlig er for denne utslippskilden. De totale utslippene fra Andre næringer i det kommunefordelte klimagassregnskapet bestemmes ut fra energibalansen til SSB, og kommunefordelles etter mange ulike fordelingsnøkler som ikke nødvendigvis reflekterer det faktiske forbruket i hver kommune. Antakelser og usikkerhet for referansebanen er beskrevet i Tabell 92.

Tabell 92: Antagelser per faktor for referansebanen i sektor Annen mobil forbrenning, utslippskilde Andre næringer.

Utslippskilde	Andre næringer									
Bidrag	Andre næringer									
Faktor	Verdiskapingsindeks (kumulativ BNP-vekst relativt til 2020, 1,0 for 2020)	-								
Antagelser	Er lik forholdet mellom BNP i hvert år og BNP i 2020, beregnet ved hjelp av antakelsene for BNP-vekst for fastlands-Norge i referansebanen, se kapittel 2.1.3.2.									
Usikkerhetsintervall	Gitt ved usikkerhetsintervallet for BNP-vekst for fastlands-Norge, se kapittel 2.1.3.2.									
Faktor	Indeks for forbruk av avgiftsfri diesel til andre næringer per enhet BNP (relativt til 2020, 1,0 for 2020)	-								
Antagelser	Er lik forholdet mellom forbruk av avgiftsfri diesel til andre næringer per enhet BNP i hvert år og forbruk av avgiftsfri diesel til andre næringer per enhet BNP i 2020.									
Usikkerhetsintervall	Usikkerhetsintervallet defineres ut fra et 67-prosents konfidensintervall for gjennomsnittet for perioden 2015-2020.									
Faktor	Forbruk av avgiftsfri diesel til andre næringer i 2020	liter								
Antagelser	Utslipp av CO ₂ fra forbrenning av drivstoff er entydig bestemt av drivstofforbruket, uavhengig av motorteknologi. Historisk drivstofforbruk beregnes med utgangspunkt i CO ₂ -utslippene i Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap ved følgende uttrykk: $\text{Drivstofforbruk [liter]} = \text{CO}_2\text{-utslipp [t CO}_2\text{]} / \text{Utslippsfaktor [t CO}_2\text{/liter]}$ Forbruk av avgiftsfri diesel til andre næringer i 2020 er ved denne framgangsmåten beregnet til å være på om lag 4,5 millioner liter.									
Usikkerhetsintervall	Benyttes ikke.									
Faktor	Utslipp per liter fossil diesel	tonn per liter								
Antagelser	Utslippsfaktoren for CO ₂ settes lik utslippsfaktoren i det nasjonale utslippsregnskapet (Miljødirektoratet, 2022b), mens utslippsfaktorene for CH ₄ og N ₂ O beregnes ut fra forholdet mellom utslipp av CO ₂ og utslipp av CH ₄ og N ₂ O for denne utslippskilden i Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap. CH ₄ -faktoren har variert fra år til år, mens N ₂ O-faktoren har vært tilnærmet konstant. Vi benytter gjennomsnittet for årene 2015-2020.									
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Energivare</th> <th>CO₂ (t CO₂/liter)</th> <th>CH₄ (t CH₄/liter)</th> <th>N₂O (t N₂O/liter)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Avgiftsfri diesel</td> <td>2,66*10⁻³</td> <td>3,89*10⁻⁷</td> <td>1,14*10⁻⁷</td> </tr> </tbody> </table>		Energivare	CO ₂ (t CO ₂ /liter)	CH ₄ (t CH ₄ /liter)	N ₂ O (t N ₂ O/liter)	Avgiftsfri diesel	2,66*10 ⁻³	3,89*10 ⁻⁷	1,14*10 ⁻⁷
Energivare	CO ₂ (t CO ₂ /liter)	CH ₄ (t CH ₄ /liter)	N ₂ O (t N ₂ O/liter)							
Avgiftsfri diesel	2,66*10 ⁻³	3,89*10 ⁻⁷	1,14*10 ⁻⁷							
Usikkerhetsintervall	Benyttes ikke.									

Faktor	Korreksjonsfaktor for biodieselandel (1 minus andel biodiesel i avgiftsfri diesel, kun for CO ₂ , ikke for CH ₄ - og N ₂ O-utslipp)	prosent
Antagelser	Antar null andel biodiesel i referansebanen, ettersom det per 1.1.2022 ikke var vedtatt noe krav til omsetning av biodrivstoff i avgiftsfri diesel, og ettersom Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap kun inkluderer salg av fossil anleggsdiesel. Eventuell bruk av biodiesel før eller i 2020 må derfor antas å allerede være fanget opp i klimagassregnskapet gjennom lavere salg av fossil anleggsdiesel.	
Usikkerhetsintervall	Per definisjon null i referansebanen.	
Faktor	Elektrisitetsforbruk til maskiner	GWh
Antagelser	Antas lik null i referansebanen	
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall.	
Faktor	Utslipp per GWh	tonn per GWh
Antagelser	Denne faktoren er null i den territorielle tilnærmingen og i scope 1 for GPC-tilnærmingen. I scope 2 og 3 benyttes utslippsfaktorer gitt i kapittel 2.2.	
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall.	

7.3.1.7 Snøscooter

Utslippene varierer med antall snøscootere registrert i kommunen og fordelingen mellom totakters og firetakters snøscootere. Overgangen til firetakters snøscootere trekker utslipp per liter drivstoff ned. Mens antall snøscootere har hatt en gjennomsnittlig årlig vekst på nær 5 prosent, har utslippene hatt en gjennomsnittlig årlig vekst på under 2 prosent. Men utslipp fra snøscootere er i alle tilfeller en liten kilde, med årlig utslipp på om lag 600-700 tonn CO₂-ekvivalenter for årene 2009-2020. I 2020 sto denne utslippskilden for 0,2 prosent av utslippene i Trondheim. Utslippskilden tas med i modellen for å gjøre den fullstendig og for å sikre overensstemmelse med Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap, men for enkelhets skyld dekomponerer vi ikke utslippene. Antakelser og usikkerhet for referansebanen er beskrevet i Tabell 93.

Tabell 93: Antagelser per faktor for referansebanen i sektor Annen mobil forbrenning, utslippskilde Snøscootere

Utslippskilde	Snøscootere	
Bidrag	Snøscootere	
Faktor	Utslipp fra snøscootere	tonn
Antagelser	Ettersom utslippene er små og kun øker svakt fram mot 2020, framskrives utslippene som konstante lik utslippene i 2020.	
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall	
Faktor	Elektrisitetsforbruk til snøscootere	GWh
Antagelser	Antas lik null i referansebanen (tas med i modellen for konsistens)	
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall.	
Faktor	Utslipp per GWh	tonn per GWh
Antagelser	Denne faktoren er null i den territorielle tilnærmingen og i scope 1 for GPC-tilnærmingen. I scope 2 og 3 benyttes utslippsfaktorer gitt i kapittel 2.2.	
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall.	

7.3.2 Tiltaksanalyser

Tiltak	AT1.1	Fossil- og utslippsfrie bygge- og anleggsplass i Trondheim kommunes egne investeringsprosjekter	Annen mobil forbrenning
Tiltakspakke	1 - Klimabudsjett		
Antagelser	<p>Tiltaket er hentet fra Trondheims klimabudsjett 2023. Beregningen bygger på en antagelse om at investeringsprosjekter i Trondheim kommune står for ca. 15 % av den årlige aktiviteten innenfor bygg- og anleggsbransjen i Trondheim. Tiltaket er antatt å ha full effekt fra 2022.</p> <p>Fordelingen på 15%/85% mellom kommunale investeringsprosjekter og andre investeringsprosjekter holdes konstant for alle år. En framtidig vekst i bygge- og anleggsvirksomhet med tilhørende økning i dieselforbruk på grunn av befolkningsvekst, antas dermed å gi proporsjonal økning for kommunale prosjekt og andre prosjekt.</p>		
Forutsetninger	Det forutsettes at gjennomføring i henhold til beskrivelsen i Klimabudsjett 2023 gir ønsket effekt.		
Faktor	Forbruk av avgiftsfri diesel til bygg-/anleggsmaskiner per innbygger		Bygg og anlegg
Tiltakseffekt	Forbruk av avgiftsfri diesel til bygg-/anleggsmaskiner per innbygger reduseres med 15 % fra 2022.		
Usikkerhetsintervall	Benyttes ikke. Vi har ikke grunnlag for å kvantifisere usikkerheten i dette tiltaket. Det er ikke-kvantisert usikkerhet knyttet til hvor store utslippene egentlig er for utslippskilden Bygg og anlegg og til hvor stor årlig andel av utslippene investeringsprosjekter i Trondheim kommune står for. Det er også noe usikkerhet knyttet til hvorvidt tiltaket vil gjennomføres med fossilfrie eller utslippsfrie alternativer. Slik tiltaket er satt opp nå er det antatt 100 % utslippsfritt (i.e. 15 % reduksjon også i metan- og lystgassutslipp), men dette antas å utgjøre lite sammenliknet med øvrig usikkerhet.		
Faktor	Elektrisitetsforbruk til maskiner		Bygg og anlegg
Antagelser	Overgang til nullutslippsløsninger vil medføre økt elektrisitetsforbruk etter tiltak, som beregnes ved:		
	$\Delta \text{Elforbruk maskiner (kWh)} = \Delta \text{Dieselforbruk (kWh)} \cdot \frac{\text{virkningsgrad dieselmotor}}{\text{virkningsgrad elmotor}}$		
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall.		

Tiltak	AT1.2	Fossil- og utslippsfrie anleggsplasser i Miljøpakkens prosjekter	Annen mobil forbrenning
Tiltakspakke	1 - Klimabudsjett		
Antagelser	<p>Tiltaket er hentet fra Trondheims klimabudsjett 2023. Beregningen bygger på en bottom-up-beregning av utslipp knyttet til Miljøpakkens prosjekter, med utgangspunkt i årlig investeringsramme for Miljøpakken. Investeringer som allerede er inkludert i kommunens budsjett er trukket ut (for å unngå dobbelttelling med tiltak AT1.1). Investeringer i andre kommuner enn Trondheim er også trukket ut. Videre er utslippene beregnet ved bruk av utslippsfaktorer for større og mindre samferdselsprosjekter hentet fra DNV-GL, hvor det er antatt at en sammensetning på 75 % større prosjekter, 25 % mindre prosjekter. Tiltaket er antatt å ha full effekt fra 2025, med en gradvis innfasing fra og med 2022.</p>		
Forutsetninger	Det forutsettes at gjennomføring i henhold til beskrivelsen i Klimabudsjett 2023 gir ønsket effekt.		
Faktor	Forbruk av avgiftsfri diesel til bygg-/anleggsmaskiner per innbygger		Bygg og anlegg
Tiltakseffekt	Beregnete utslipp er hentet direkte fra underlaget til Trondheims klimabudsjett 2023. Utslippene er omregnet til forbruk av avgiftsfri diesel ved bruk av utslippsfaktorer som beskrevet over (se avsnitt 7.3.1.1). Videre er forbruk av avgiftsfri diesel per innbygger		

	<p>beregnet på bakgrunn av innbyggertall i Trondheim som beskrevet over (se også her avsnitt 7.3.1.1).</p> <p>Forbruk av avgiftsfri diesel til bygg-/anleggsmaskiner per innbygger reduseres med en faktor lik andelen som utslippsreduksjonen for tiltaket utgjør av utslipp for bygg og anlegg totalt i Trondheim, år for år fra og med 2022, med lineær innfasing og full effekt fra 2025. I beregningene benyttes vi utslipp for bygg og anlegg totalt i Trondheim som gitt <u>etter</u> at tiltak AT1.1 er gjennomført.</p>	
Usikkerhetsintervall	Benyttes ikke. Vi har ikke grunnlag for å kvantifisere usikkerheten i dette tiltaket.	
Faktor	Elektrisitetsforbruk til maskiner	Bygg og anlegg
Antagelser	<p>Overgang til nullutslippsløsninger vil medføre økt elektrisitetsforbruk etter tiltak, som beregnes ved:</p> $\Delta \text{ Elforbruk maskiner (kWh)} = \Delta \text{ Dieselforbruk (kWh)} \cdot \frac{\text{virkningsgrad dieselmotor}}{\text{virkningsgrad elmotor}}$	
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall.	

Tiltak	AT2.1	Omsetningskrav for biodiesel i ikke-veigående maskiner fra 2023	Annen mobil forbrenning
Tiltakspakke	2 - Klimakur 2030 og liknende tiltak		
Antagelser	Tiltaket er hentet fra Regjeringas klimastatus og -plan (Klima- og miljødepartementet, 2022), og innebærer at det innføres et omsetningskrav for avansert biodrivstoff til ikke-veigående maskiner på 7 volumprosent fra 1.1.2023. Omsetningskravet øker til 10 volumprosent fra 1.1.2024.		
Forutsetninger	Tiltaket forutsetter at et nasjonalt omsetningskrav for biodiesel i anleggsdiesel vedtas. Dette regnes som meget sannsynlig.		
Faktor	Andel biodiesel	Bygg og anlegg Tjenester tilknyttet transport Behandling av avfall Skogbruk Jordbruk Andre næringer	
Tiltakseffekt	<p>Andel biodrivstoff for alle bidrag settes lik 7 volumprosent i 2023 og lik 10 volumprosent fra 2024.</p> <p>Merk at omsetningskravet er angitt som prosent av omsatt volum (liter). For utslippsberegningene er det hvor stor andel av <i>energien</i> i drivstoffet som er relevant. Ettersom biodrivstoff generelt har noe lavere energitetthet enn tilsvarende fossilt drivstoff, må volumandelene derfor regnes om til energiandeler.</p>		
Usikkerhetsintervall	Benyttes ikke. Det antas at kravet oppfylles eksakt.		

Tiltak	AT2.2	70 % av nye ikke-veigående maskiner er utslippsfrie innen 2030	Annen mobil forbrenning
Tiltakspakke	2 - Klimakur 2030 og liknende tiltak		
Antagelser	<p>Tiltaket innebærer at 70 prosent av nysalget av alle ikke-veigående maskiner (svarende til den typen maskiner som vanligvis bruker anleggsdiesel) er elektriske eller utslippsfrie maskiner innen 2030. Tiltaket er omtalt i Klimakur 2030 som tiltak AT02. Effekten av tiltaket antas å trappes opp gradvis fra 2020, og når full effekt først i 2030.</p> <p>Vi antar at den prosentvise nedgangen i utslipp fra hver av utslippkildene i Trondheim blir like stor som den nasjonale effekten i Klimakur 2030.</p>		
Forutsetninger	Tiltaket forutsetter at det vedtas virkemidler som gir nok insentiver til å øke andelen nullutslippsmaskiner i nysalget, eller at det vedtas et eksplisitt påbud.		

Faktor	Forbruk av avgiftsfri diesel til bygg-/anleggsmaskiner per innbygger Forbruk av avgiftsfri diesel til tjenester tilknyttet transport Forbruk av avgiftsfri diesel til behandling av avfall Forbruk av avgiftsfri diesel til skogbruksmaskiner Forbruk av avgiftsfri diesel til jordbruksmaskiner Indeks for forbruk av avgiftsfri diesel til andre næringer per enhet BNP	Bygg og anlegg Tjenester tilknyttet transport Behandling av avfall Skogbruk Jordbruk Andre næringer
Tiltakseffekt	Alle faktorene reduseres med en andel lik forholdet mellom den nasjonale utslippsreduksjonen fra tiltaket hvert år og samlet utslipp fra ikke-veigående maskiner nasjonalt.	
Usikkerhetsintervall	Benyttes ikke. Vi har ikke tilstrekkelig grunnlag til å kvantifisere usikkerheten for dette tiltaket.	
Faktor	Elektrisitetsforbruk til maskiner	Alle bidrag
Antagelser	Overgang til nullutslippsløsninger vil medføre økt elektrisitetsforbruk etter tiltak, som beregnes ved: $\Delta \text{ Elforbruk maskiner (kWh)} = \Delta \text{ Dieselforbruk (kWh)} \cdot \frac{\text{virkningsgrad dieselmotor}}{\text{virkningsgrad elmotor}}$	
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall.	

Tiltak	AT3.1	100 % av alle ikke-veigående maskiner er fossilfrie innen 2030	Annen mobil forbrenning
Tiltakspakke	3 - Kraftfulle tiltak		
Antagelser	Tiltaket innebærer å forby eller på annen måte fase ut all bruk av fossil drivstoff til alle typer dieseldrevne motorredskaper i Trondheim innen 2030. Alle dieseldrevne motorredskaper må enten byttes ut med elektriske eller hydrogendrevne maskiner, eller må benytte ren biodiesel. Legger hele effekten på nullutslippsmaskiner, selv om noe av effekten også vil kunne oppnås ved bruk av biodrivstoff. Dette påvirker ikke effektberegningen i betydelig grad, men gir høyere elektrisitetsforbruk.		
Forutsetninger	Tiltaket forutsetter at det vedtas virkemidler som gir nok insentiver til å øke andelen nullutslippsmaskiner i nysalget, eller at det vedtas et eksplisitt påbud.		
Faktor	Forbruk av avgiftsfri diesel til bygg-/anleggsmaskiner per innbygger Forbruk av avgiftsfri diesel til tjenester tilknyttet transport Forbruk av avgiftsfri diesel til behandling av avfall Forbruk av avgiftsfri diesel til skogbruksmaskiner Forbruk av avgiftsfri diesel til jordbruksmaskiner Indeks for forbruk av avgiftsfri diesel til andre næringer per enhet BNP	Bygg og anlegg Tjenester tilknyttet transport Behandling av avfall Skogbruk Jordbruk Andre næringer	
Tiltakseffekt	Alle faktorene multipliseres med en faktor lik 1,0 i 2020, 0,5 i 2030, og lineær utvikling mellom de to årene.		
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall.		
Faktor	Elektrisitetsforbruk til maskiner	Alle bidrag	
Antagelser	Overgang til nullutslippsløsninger vil medføre økt elektrisitetsforbruk etter tiltak, som beregnes ved: $\Delta \text{ Elforbruk maskiner (kWh)} = \Delta \text{ Dieselforbruk (kWh)} \cdot \frac{\text{virkningsgrad dieselmotor}}{\text{virkningsgrad elmotor}}$		
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall.		

7.4 Avfall og avløp

I 2020 sto denne sektoren for 8 prosent av utslippene i Trondheim. Sektoren avfall og avløp er delt inn i tre utslippskilder som vist i Tabell 94. Utslippskildene deles videre opp i faktorer, som vist i tabellen. Utslippene i sektoren omfatter kun metan og lystgass, ettersom eventuelle CO₂-utslipp ansees som ikke-fossile.

Tabell 94: Struktur for sektor Avfall og avløp. Hvor er faktorene brukt: M=oppsett etter Miljødirektoratets sektorinndeling, GPC-S(x) = GPC-oppsett, hvor S angir scope (1,2,3).

Utslippskilde / GPC sub-sektor	Bidrag / GPC bidrag	Faktor	Benevning	Hvor er faktoren brukt
Avfallsdeponigass / III.1 Solid waste disposal	Avfallsdeponigass / III.1A	Metanproduksjon	tonn	M, GPC-S1
		Prosent utslipp av metan (1 - metanuttaksandel)	prosent	
Avløp / III.4 Wastewater treatment and discharge	Avløp / III.4A	Innbyggertall i Trondheim	antall personer	M, GPC-S1
		Utslipp fra avløp per innbygger (gjennomsnittlig)	tonn per person	
Biologisk behandling av avfall / III.2 Biological treatment of waste	Biogassanlegg / III.2A	Biogassproduksjon	tonn	M, GPC-S1
		Metanutslipp relativt til biogassproduksjon	prosent	
	Kompostering / III.2B	Kompostert mengde	tonn	
		Utslipp per kompostert mengde	tonn per tonn	

Til utregning av hvert bidrag benyttes formler som vist i tabellen under.

Tabell 95: Formler for beregning av utslipp for sektor Avfall og avløp

Utslippskilde / GPC sub-sektor	Bidrag / GPC bidrag	Formel
Avfallsdeponigass	Avfallsdeponigass	M: Utslipp = Metanproduksjon · (1 – metanuttaksandel)
Avløp	Avløp	M: Utslipp = Innbyggertall · Utslipp per innbygger
Biologisk behandling av avfall	Biogassanlegg	M: Utslipp = Biogassproduksjon · Metanutslipp relativt til biogassproduksjon
	Kompostering	M: Utslipp = Kompostert mengde · Utslipp per kompostert mengde
III.1 Solid waste disposal	Avfallsdeponigass / III.1A	S1: Utslipp = Utslipp Avfallsdeponigass
III.2 Biological treatment of waste	Biogassanlegg / III.2A Kompostering / III.2B	S1: Utslipp = \sum Utslipp (Alle bidrag)
III.4 Wastewater treatment and discharge	Avløp / III.4A	S1: Utslipp = Utslipp Avløp

7.4.1 Antagelser for referansebanen

7.4.1.1 Avfallsdeponigass

Avfallsdeponigass omfatter metanutslipp (CH_4) fra nedbrytning i eksisterende kommunale avfallsdeponier. For Trondheim omfatter dette det avsluttede deponianlegget på Heggstadmoen. Det er uenigheter om hvor store utslippene fra dette deponiet egentlig er, og Trondheim er i dialog med Miljødirektoratet for å finne en løsning.

I 2020 sto denne utslippskilden for 4 prosent av utslippene i Trondheim. I det kommunefordelte klimagassregnskapet beregnes mengden avgitt avfallsdeponigass ved hjelp av en metanmodell fra IPCC, på bakgrunn av deponert mengde hentet fra SSBs deponiundersøkelser. Den samme modellen benyttes i det nasjonale utslippsregnskapet. Inndata i modellen er deponerte mengder fordelt på fraksjoner og årlig metanuttak. I tillegg kan metanmodellen tilpasses lokale forhold ved å justere parametere for oksidasjon, behandlingstype m.m.

Et notat fra COWI (2016) vurderer at de beregnede utslippene ved bruk av standard innstillinger i IPCC-modellen gir for høye utslipp sammenliknet med målinger.

Deponerte avfallsmengder i Trondheim, fordelt på organiske fraksjoner, er hentet fra notatet fra COWI. Det ble rapportert metanuttak fra anlegget i perioden 1992-2012 og disse tallene er oversendt fra Miljødirektoratet. I påvente av bedre informasjon er deponerte mengder fordelt på fraksjoner og årlig metanuttak lagt inn i IPCC-modellen for beregning av metanproduksjon. Dette gjensker Miljødirektoratets tall per i dag. Dersom det på et senere tidspunkt foreligger grunnlag for å justere deponerte avfallsmengder, parametere for oksidasjon eller andre parametre kan dette gjøres i modellen.

Antakelser og usikkerhet for referansebanen er beskrevet i Tabell 96.

Tabell 96: Antagelser per faktor for referansebanen i sektor Avfall og avløp, utslippskilde Avfallsdeponigass

Utslippskilde	Avfallsdeponigass	
Bidrag	Avfallsdeponigass	
Faktor	Metanproduksjon	tonn
Antagelser	For beregning av framtidig metanproduksjon fra nedbrytning i eksisterende deponier benyttes den samme metanmodellen fra IPCC som inngår i det kommunefordelte klimagassregnskapet. For Trondheim blir tall for årlig deponerte avfallsmengder fordelt på avfallstype lagt inn i metanmodellen. Videre velges parametere for oksidasjon og behandlingstype som best reproducerer de historiske tallene i det kommunefordelte klimagassregnskapet per i dag. Dette kan endres på et senere tidspunkt dersom ny informasjon foreligger.	
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall.	
Faktor	Prosent utslipp av metan (1 - uttaksandel)	prosent
Antagelser	I referansebanen antar vi et metanuttak lik null for alle år framover.	
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall	

7.4.1.2 Avløp

Utslipp fra avløp består av N₂O- og CH₄-utslipp fra renseanlegg, utslipp fra industriavløpsvann og utslipp fra septiktanker. Vi har ikke detaljerte data for sammensetningen av denne sektoren, men det er sannsynlig at renseanlegg utgjør en god del av utslippene i det kommunefordelte klimagassregnskapet.

I 2020 sto denne utslippskilden for 3 prosent av utslippene i Trondheim. Lystgassutslippene har variert lite historisk sett. Metanutslippene økte mye i årene 2009-2013, før de deretter falt igjen og stabiliserte seg på rundt 2009-nivå. Antakelser og usikkerhet for referansebanen er beskrevet i Tabell 97.

Tabell 97: Antagelser per faktor for referansebanen i sektor Avfall og avløp, utslippskilde Avløp

Utslippskilde	Avløp	
Bidrag	Avløp	
Faktor	Innbyggertall i Trondheim	antall personer
Antagelser	I sentralestimatet benyttes Trondheim kommunes egne befolkningsprognoser for middels vekst utarbeidet av Byplankontoret (Trondheimsregionen, 2022), se kapittel 2.1.3.1.	
Usikkerhetsintervall	SSBs nyeste framskriving for <i>regional</i> befolkningsvekst fra juli 2022 (SSB, 2022h) blir benyttet for henholdsvis nedre (Lav nasjonal vekst (LLML)) og øvre (Høy nasjonal vekst (HHMH)) grense for usikkerhetsintervallene, se kapittel 2.1.3.1.	
Faktor	Utslipp per innbygger (gjennomsnittlig)	tonn per person
Antagelser	Utslipp per innbygger har vært forholdsvis stabile de siste årene og framskrives som konstant lik gjennomsnittet for perioden 2015-2020.	
Usikkerhetsintervall	Usikkerhetsintervallet defineres ut fra et 67-prosents konfidensintervall for gjennomsnittet for perioden 2015-2020.	

7.4.1.3 Biologisk behandling av avfall

Biologisk behandling av avfall omfatter utslipp av CH₄ og N₂O fra biogassproduksjon og kompostering. Estimert/ rapportert biogassproduksjon på biogassanlegg (tonn metan) er oppgitt som tilleggsinformasjon i det kommunefordelte klimagassregnskapet. Kompostert mengde (tonn avfall) som ligger inne i klimagassregnskapet er mottatt fra Miljødirektoratet.

I 2020 sto denne utslippskilden for mindre enn 1 prosent av utslippene i Trondheim.

Utslippene fra biogassproduksjon har økt forholdsvis jevnt fra 2009-2018, men i perioden 2018-2020 har utslippene vært forholdsvis konstante rundt 1300-1400 tonn CO₂-ekvivalenter. Utslippene fra biogassproduksjon i det kommunefordelte klimagassregnskapet, beregnes ved produsert mengde biogass ganger en lekkasjefaktor på 5 prosent. Produsert mengde biogass er innhentet av Miljødirektoratet direkte fra anleggene.

Ifølge opplysninger fra Trondheim kommune forventes det ikke betydelig økning i biogassproduksjonen framover.

Utslipp fra kompostering omfatter både utslipp fra komposteringsanlegg og fra hjemmekompostering. Utslipp fra kompostering har variert en god del fra år til år og har variert mellom 1300-2700 tonn CO₂-ekvivalenter for årene 2015-2020. De totale utslippene fra kompostering i det kommunefordelte klimagassregnskapet beregnes ut fra mengden organisk avfall kompostert i Norge, som kommunefordelles til kommuner

med komposteringsanlegg basert på lokale data om komposterte mengder og til kommuner med tilbud om hjemmekompostering basert på befolkning. For at hjemmekompostering skal være fanget opp i det kommunefordelte klimagassregnskapet må kommunen ha hatt et hjemmekomposteringstilbud i årene 2009-2015 som er rapportert inn i KOSTRA.

Komposterte mengder ganges deretter med standard utslippsfaktorer fra det nasjonale utslippsregnskapet. Antakelser og usikkerhet for referansebanen er beskrevet i Tabell 98.

Tabell 98: Antagelser per faktor for referansebanen i sektor Avfall og avløp, utslippskilde Biologisk behandling av avfall

Utslippskilde	Biologisk behandling av avfall	
Bidrag	Biogassanlegg	
Faktor	Biogassproduksjon	tonn
Antagelser	Biogassproduksjon har vært forholdsvis konstant i perioden 2018-2020 og det forventes ikke betydelig økning i kommende år. Utslippene framskrives som konstant lik gjennomsnittet for perioden 2018-2020.	
Usikkerhetsintervall	Usikkerhetsintervallet defineres ut fra et 67-prosents konfidensintervall for gjennomsnittet for perioden 2018-2020.	
Faktor	Metanutslipp relativt til biogassproduksjon	prosent
Antagelser	Vi har brukt Miljødirektoratets standardfaktor for metanutslipp tilsvarende fem prosent av produsert mengde biogass. Dette er i henhold til IPCCs retningslinjer for utslippsrapportering (IPCC, 2006b). Det foreligger planer om å benytte lokalt tilpassede faktorer for metanutslipp i kommende publiseringer av det kommunefordelte klimagassregnskapet.	
Usikkerhetsintervall	Det er vesentlig ikke-kvantifisert usikkerhet knyttet til utslippene fra biogassproduksjon. Det foreligger ingen lokalt tilpassede faktorer og det benyttes standardfaktor. I realiteten kan faktiske metanutslipp fra biogassanlegg være lavere enn 5 prosent (Miljødirektoratet, 2022c).	

Utslippskilde	Biologisk behandling av avfall									
Bidrag	Kompostering									
Faktor	Kompostert mengde	tonn								
Antagelser	Historiske data for kompostert mengde er mottatt fra Miljødirektoratet per e-post. Kompostert mengde har variert en del fra år til år uten å vise noen klar trend i de historiske tallene. Kompostert mengde framskrives som konstant lik gjennomsnittet for perioden 2015-2020.									
Usikkerhetsintervall	Usikkerhetsintervallet defineres ut fra et 67-prosents konfidensintervall for gjennomsnittet for perioden 2015-2020.									
Faktor	Utslipp per kompostert mengde	tonn per tonn								
Antagelser	Vi bruker samme utslippsfaktorer som i det nasjonale utslippsregnskapet (Miljødirektoratet, 2022b) for utslipp per tonn avfall kompostert.									
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Energivare</th> <th>CO₂ (t CO₂/t avfall)</th> <th>CH₄ (t CH₄/ t avfall)</th> <th>N₂O (t N₂O/ t avfall)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Komposteringsanlegg</td> <td>0</td> <td>0,004</td> <td>0,00024</td> </tr> </tbody> </table>		Energivare	CO ₂ (t CO ₂ /t avfall)	CH ₄ (t CH ₄ / t avfall)	N ₂ O (t N ₂ O/ t avfall)	Komposteringsanlegg	0	0,004	0,00024
Energivare	CO ₂ (t CO ₂ /t avfall)	CH ₄ (t CH ₄ / t avfall)	N ₂ O (t N ₂ O/ t avfall)							
Komposteringsanlegg	0	0,004	0,00024							
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall									

7.4.2 Tiltaksanalyser

Tiltakspakkene inneholder ingen tiltak for avfall og avløp.

7.5 Industri, olje og gass

Sektoren Industri, olje og gass sto for 7 prosent av utslippene i Trondheim i 2020 med utslipp på 27 000 tonn CO₂-ekv, jf. det kommunefordelte utslippsregnskapet. Utslippene i sektoren gikk betydelig ned fra 2009 til 2015, deretter har det vært en svak økning i utslippene. Nedgangen i perioden 2009 til 2015 skyldes først og fremst en betydelig utslippsreduksjon fra Ranheim Paper & Board. I tillegg har flere virksomheter med mindre utslipp redusert utslippene sine. Samtidig har Rockwool Trondheim, som er den virksomheten i industrien som har klart størst utslipp, hatt en økning i utslippene gjennom perioden.

I Miljødirektoratets kommunefordelte utslippsregnskap inngår kun utslipp fra virksomheter som rapporterer til Miljødirektoratet eller Statsforvalteren. I tillegg oppgis supplerende utslipp» basert på SSBs beregninger av utslipp fra energibruk i industrien som tilleggsinformasjon. For Trondheim var de supplerende utslippene beregnet til ca. 11 000 CO₂-ekv. i 2020. Generelt omfatter denne referansebanen kun utslipp som inngår i det kommunefordelte utslippsregnskapet, men her er det gjort et unntak, slik at også de supplerende industriutslippene inngår. Dette er gjort i samråd med Trondheim kommune for å sikre konsistens med kommunens tidligere utslippsberegninger.

De to industrivirksomhetene som har størst utslipp, Rockwool Trondheim og Ranheim Paper & Board, er skilt ut som egne bidrag. Øvrige industrivirksomheter som inngår i det kommunefordelte klimagassregnskapet, er samlet i bidraget Annen industri.

Bidraget Supplerende industriutslipp» omfatter utslipp fra SSBs beregning av utslipp fra energibruk i industrien.

I GPC-oppsettet er utslippene fra industri, olje og gass fordelt på to sektorer: utslipp fra energibruk i industrien inngår i sektor I.3. Manufacturing industries and construction, mens prosessutslipp inngår i sektor IV.1. Industrial processes.

Tabell 99: Struktur for sektor Industri, olje og gass. Hvor er faktorene brukt: M=oppsett etter Miljødirektoratets sektorinndeling, GPC-S(x) = GPC-oppsett, hvor S angir scope (1,2,3).

Utslippskilde / GPC sub-sektor	Bidrag / GPC bidrag	Faktor	Benevning	Hvor er faktoren brukt
Industri, olje og gass / I.3 Manufacturing industries and construction IV.1 Industrial process	Rockwool Trondheim / I.3A Manufacturing - Rockwool	Produsert volum	tonn	M, GPC-S1 GPC-S2
		Elektrisitet per produsert enhet	GWh per tonn	GPC-S2
		Fjernvarme per produsert enhet	GWh per tonn	GPC-S2
		LPG per produsert enhet	tonn per tonn	M, GPC-S1
		Kullkoks per produsert enhet	tonn per tonn	M, GPC-S1
		Olje per produserte enhet	Tonn per tonn	M, GPC-S1
		Utslipp per enhet elektrisitet	tonn per GWh	GPC-S2
		Utslipp per enhet fjernvarme	tonn per GWh	GPC-S2
		Utslipp per enhet LPG	tonn per tonn	M, GPC-S1
		Utslipp per enhet kullkoks	tonn per tonn	M, GPC-S1
		Utslipp per enhet olje	Tonn per tonn	M, GPC-S1
		LNG	tonn	M, GPC-S1

	Ranheim Paper & Board / I.3A Manufacturing - Ranheim	Tung fyringsolje	tonn	M, GPC-S1
		Forbruk av elektrisitet	GWh	GPC-S2
	Annen industri / I.3A Manufacturing - Annen industri	Utslipp fra annen industri	tonn	M, GPC-S1
		Forbruk av fjernvarme	GWh	GPC-S2
		Forbruk av elektrisitet	GWh	GPC-S2
	Supplerende industriutslipp / I.3A Manufacturing - Supplerende industriutslipp	Supplerende industriutslipp	tonn	M, GPC-S1
		Forbruk av fjernvarme	GWh	GPC-S2
		Forbruk av elektrisitet	GWh	GPC-S2
	Prosessutslipp Rockwool / I.4.1A Prosessutslipp	Prosessutslipp per produserte enhet	Tonn per tonn	M, GPC-S1
		Produsert volum	Tonn	M, GPC-S1

7.5.1 Formler for beregning av utslipp

Tabell 100: Formler for beregning av utslipp for sektor Industri, olje og gass (territoriell tilnærming og scope 1 i GPC-oppsettet)

Utslippskilde	Bidrag/ GPC-bidrag	Formel
Industri, olje og gass I.3 Manufacturing industries and construction IV.1 Industrial process	Rockwool Trondheim / I.3A Manufacturing - Rockwool	Utslipp = produsert volum * ((kullkoks per produserte enhet * utslipp per enhet kullkoks * skaleringsfaktor) + (LPG per produserte enhet * utslipp per enhet LPG) + (fyringsolje per produserte enhet * utslipp per enhet fyringsolje))
	Ranheim Paper & Board / I.3A Manufacturing - Ranheim	Utslipp = (mengde LNG*utslippsfaktor*skaleringsfaktor) + (mengde tung fyringsolje*utslippsfaktor*skaleringsfaktor)
	Annen industri / I.3A Manufacturing - Annen industri	Ingen dekomponering
	Supplerende industriutslipp / I.3A Manufacturing - Supplerende industriutslipp	Ingen dekomponering
	Prosessutslipp Rockwool / I.4.1A Prosessutslipp	Utslipp = produsert volum * prosessutslipp per produserte enhet

Tabell 101: Formler for beregning av utslipp fra industri i scope 2 i GPC-oppsettet

Utslippskilde	Bidrag / GPC-bidrag	Formel
Industri, olje og gass / I.3 Manufacturing industries and construction	Rockwool Trondheim / I.3A Manufacturing - Rockwool	Utslipp = produsert volum * ((forbruk av elektrisitet per produserte enhet * utslipp per enhet elektrisitet) + (forbruk av fjernvarme per produserte enhet * utslipp per enhet fjernvarme))
	Ranheim Paper & Board / I.3A Manufacturing - Ranheim	Utslipp = (forbruk av elektrisitet * utslipp per enhet elektrisitet)
	Annen industri / I.3A Manufacturing - Annen industri	Utslipp = (forbruk av elektrisitet * utslipp per enhet elektrisitet) + (forbruk av fjernvarme * utslipp per enhet fjernvarme)
	Supplerende industriutslipp / I.3A Manufacturing - Supplerende industriutslipp	Utslipp = (forbruk av elektrisitet * utslipp per enhet elektrisitet) + (forbruk av fjernvarme * utslipp per enhet fjernvarme)
Industri, olje og gass / IV.1 Industrial process	Prosessutslipp Rockwool / I.4.1A Prosessutslipp	Ingen utslipp

I scope 3 beregnes indirekte utslipp i fra tap i elektrisitetsnettet. Dette gjelder de bidragene som har utslipp fra forbruk av elektrisitet i scope 2. For alle bidragene beregnes utslippene i scope 3 som totalt forbruk av elektrisitet * (andel tap i nettet/ (1 - andel tap i nettet)), se omtale i kapittel 2.2.3.1.

7.5.2 Antagelser for referansebane

Antakelser og usikkerhet for referansebanen er beskrevet i Tabell 102.

Tabell 102: Antagelser per faktor for referansebanen i sektor Industri, olje og gass.

Utslippskilde	Industri, olje og gass	
Bidrag	Rockwool Trondheim	
Faktor	Generelle antakelser	
Antagelser	<p>Dette bidraget omfatter utslipp fra energibruk ved Rockwool Trondheim. Prosessutslippene fra virksomheten er skilt ut i et eget bidrag.</p> <p>Historiske verdier for CO2 for 2015-2021 tas fra kvoterapporten til virksomheten (mottatt fra Miljødirektoratet). Kvoterapporten brukes fordi det er denne som ligger til grunn for utslippene i det kommunefordelte utslippsregnskapet, og det er enkelte avvik mellom kvoterapporten og utslippene som framgår på norskeutslipp.no.</p> <p>Den største delen av utslippene kommer fra bruk av kullkoks. I tillegg er det utslipp fra bruk av LPG/ propan og mindre utslipp fra bruk av fyringsolje. Utslippene har vært økende siden 2015, og økningen faller sammen med økning i produksjonen.</p> <p>Merk at de rapporterte utslippene i 2009 og 2011 på norskeutslipp.no er vesentlig lavere enn hva den rapporterte energibruken skulle tilsi (vi har ikke undersøkt nærmere hva dette skyldes, og vi vet ikke om tallene på norskeutslipp.no for 2009 og 2011 samsvarer med det som er brukt i det kommunefordelte utslippsregnskapet).</p> <p>Historiske verdier for CH4 og N2O beregnes ut fra det kommunefordelte utslippsregnskapet. Utslippene av CH4 og N2O fra utslippsregnskapet er fordelt på de ulike bidragene proporsjonalt med CO2-utslippene, og er beregnet til og med 2020. Dette gjøres fordi noen virksomheter som rapporterer CO2-utslipp, ikke rapporterer CH4- og/eller N2O-utslipp, samt at de rapporterte utslippene ikke nødvendigvis stemmer overens med utslippene i Miljødirektoratets kommunefordelte klimagasstatistikk. Utslippene av CH4 og N2O utgjør 0,5 prosent av totalutslippene i sektoren, og denne forenklingen vurderes derfor å ha liten betydning for resultatene.</p> <p>Utslippene av CO2 framskrives ut fra produsert volum og bruk av ulike energibærere. Historiske tall for produsert volum og bruk av ulike energivarer er hentet fra norskeutslipp.no.</p> <p>Utslippene av CH4 og N2O framskrevet som proporsjonale med CO2-utslippene, med samme forholdstall som i 2020.</p>	
Faktor	Produsert volum	tonn
Antagelser	Historiske verdier (til og med 2021) hentes fra norskeutslipp.no. Produsert volum framskrives som konstant, lik gjennomsnittet i perioden 2017-2021.	
Usikkerhetsintervall	Det er ikke beregnet noe usikkerhetsintervall. Det er imidlertid knyttet usikkerhet til framtidig produksjonsvolum. Produksjonsvolumet i 2020 og 2021 har vært høyere enn i tidligere år, og dersom dette representerer en ny normal», eventuelt hvis det planlegges ytterligere produksjonsøkning, kan utslippene være framskrevet for lavt.	
Faktor	Forbruk av energi (kullkoks, LPG, elektrisitet, fjernvarme og olje) per produsert enhet	GWh/ tonn produsert Tonn/ tonn produsert
Antagelser	<p>For elektrisitet og fjernvarme hentes historiske verdier for totalt energiforbruk til og med 2021 fra norskeutslipp.no. For fossile brenslere hentes totalt energiforbruk fra kvoterapporten til virksomheten. Forbruk per produserte enhet beregnes ved å dele totalforbruket av hver energivarer på produsert volum.</p> <p>For elektrisitet, LPG og kullkoks framskrives verdiene som konstante, lik gjennomsnittet i perioden 2017-2021. Olje ble ikke brukt i 2020 og 2021, og det er oppgitt i kvoterapporten at dette er faset ut. Forbruket av olje framskrives derfor som null. Forbruket av fjernvarme startet i 2020, og vi antar at dette er noe som er faset inn og vil fortsette. Forbruket av fjernvarme per produserte enhet framskrives lik nivået i 2021.</p>	
Usikkerhetsintervall	Det er ikke beregnet noe usikkerhetsintervall.	
Faktor	Utslipp per enhet energi (kullkoks, LPG, elektrisitet, fjernvarme og olje)	Tonn gass / GWh Tonn gass/ tonn

Antagelser	<p>For CO2 fra kullkoks brukes utslippsfaktoren oppgitt i kvoterapporten, dvs. en utslippsfaktor på 3,39 tonn CO2 per tonn kullkoks. Dette er en høyere utslippsfaktor enn utslippsfaktoren for koks i National Inventory Report 2022.</p> <p>For LPG og fyringsolje, samt for CH4 og N2O fra kullkoks brukes utslippsfaktorer fra National Inventory Report 2022.</p> <p>For elektrisitet og fjernvarme brukes standard utslippsfaktorer for prosjektet, se omtale i kapittel 2.2.3.</p>	
Usikkerhetsintervall	Det er ikke beregnet noe usikkerhetsintervall.	
Faktor	Skaleringsfaktor	prosent
Antagelser	<p>De historiske utslippene, jf. norskeutslipp.no avviker i enkelte år litt fra om man beregner utslipp som energibruk*utslippsfaktor. For at historiske utslipp skal stemme overens med rapporterte utslipp, legger vi inn en faktor som justerer for dette avviket. Avviket er lite, og går ikke systematisk i noen retning. I framskrivingen settes derfor skaleringsfaktoren til 1.</p>	
Usikkerhetsintervall	Det er ikke beregnet noe usikkerhetsintervall.	

Utslippskilde	Industri, olje og gass	
Bidrag	Ranheim Paper & Board	
Faktor	Mengde LNG, tung fyringsolje og elektrisitet	Tonn GWh
Antagelser	<p>Historiske verdier for CO2 tas fra norskeutslipp.no til og med 2021. Historiske verdier for CH4 og N2O beregnes ut fra det kommunefordelte utslippsregnskapet. Utslippene av CH4 og N2O fra utslippsregnskapet er fordelt på de ulike bidragene proporsjonalt med CO2-utslippene, og er beregnet til og med 2020.</p> <p>Utslippene fra virksomheten har blitt redusert kraftig, fra over 30 000 tonn i 2009 til 3 300 tonn i 2015. Dette henger sammen med en tilnærmet full utfasing av tung fyringsolje. I dag kommer det meste av utslippene fra bruk av LNG. Siden 2015 har utslippene variert mellom 1 700 og 3 300 tonn uten å følge noen klar trend.</p> <p>Forbruket av hver energibærer framskrives basert på historiske verdier. Tung fyringsolje har ikke blitt brukt etter 2017. Vi antar at dette er faset ut, og framskriver bruken av tung fyringsolje som null. Forbruket av LNG og elektrisitet framskrives som konstant, lik gjennomsnittet i perioden 2018-2021. 2018 er valgt som startpunkt for å få et riktig bilde av totalt energiforbruk (dvs. uten bruk av tung fyringsolje).</p>	
Usikkerhetsintervall	Det er ikke beregnet noe usikkerhetsintervall.	
Faktor	Utslippsfaktorer for LPG, tung fyringsolje og elektrisitet	Tonn gass / tonn Tonn gass/ GWh
Antagelser	<p>For LPG og tung fyringsolje brukes utslippsfaktorer som brukes i det nasjonale utslippsregnskapet, jf. National Inventory Report 2022.</p> <p>For elektrisitet brukes standard utslippsfaktor for elektrisitet, se kapittel 2.</p>	
Usikkerhetsintervall	Det er ikke beregnet noe usikkerhetsintervall.	
Faktor	Skaleringsfaktor	prosent
Antagelser	<p>Utslippene i utslippsregnskapet er noe høyere enn de historiske utslippene beregnet ut fra bruken av energivarer. I framskrivingen legges det derfor inn en faktor som kompenserer for denne differansen. Tilleggsfaktoren beregnes som gjennomsnittlig differanse mellom utslippene i utslippsregnskapet og utslipp beregnet ut fra energibruken i perioden 2016-2021 i prosent av totale utslipp. Skaleringsfaktoren i framskrivingen er på 1,03, dvs. at utslippene blir 3 prosent høyere enn hva utslippsfaktorene i utgangspunktet tilsier.</p>	
Usikkerhetsintervall	Det er ikke beregnet noe usikkerhetsintervall.	

Utslippskilde	Industri, olje og gass	
Bidrag	Annen industri	
Faktor	Utslipp fra annen industri	tonn
Antagelser	<p>Historiske utslipp av CO₂ (til og med 2020) regnes ut ved å ta samlede utslipp fra Industri, olje og gass i Miljødirektoratets kommunefordelte klimagasstatistikk, og trekke fra summen av fossile CO₂-utslipp rapportert på norskeutslipp.no for de virksomhetene som skilles ut som egne bidrag.</p> <p>Utslippene gikk betydelig ned i perioden 2009-2015, blant annet som følge av at flere bedrifter ikke lenger har fossile CO₂-utslipp. I 2015-2016 lå utslippene på drøyt 3000 tonn/år, og fra 2017 og utover har utslippene variert mellom 1100 tonn/år og 1700 tonn/år uten å følge noen klar trend. Nedgangen fra 2016 til 2017 faller sammen med at en bedrift (EC Dahls bryggeri) ikke lenger rapporterer CO₂-utslipp fra 2017 og utover.</p> <p>Antallet bedrifter som er inkludert i utslippskilden annen industri har variert gjennom perioden. I 2017-2020 inkluderer utslippskilden de samme åtte virksomhetene. Utslippene av alle klimagasser framskrives fra 2022 som konstante, lik gjennomsnittet i perioden 2017-2021.</p> <p>CH₄- og N₂O-utslipp fordeles på de utskilte virksomhetene og Utslipp fra annen industri» proporsjonalt med utslippene av CO₂. Utslippene av CH₄ og N₂O framskrives som proporsjonale med CO₂-utslippene med samme forholdstall som i 2020.</p>	
Usikkerhetsintervall	Det er ikke beregnet noe usikkerhetsintervall.	
Faktor	Forbruk av elektrisitet	GWh
Antagelser	<p>Historisk forbruk av elektrisitet er beregnet ut fra TENSIO-data for forbrukere i industrien. Totalt elektrisitetsforbruk i industrien som framkommer fra disse dataene er imidlertid lavt, og Trondheim kommune har i tidligere rapportering lagt til differansen mellom totalt forbruk fra SSB-statistikken og TENSIO-dataene. Dette gir et tillegg på 259 GWh. Vi har derfor lagt til 259 GWh/år.</p> <p>Fra totalforbruket i industrien, har vi trukket fra elektrisitetsforbruket ved Rockwool Trondheim og Ranheim Paper & Board. Deretter er det gjenværende forbruket fordelt mellom bidragene Annen industri og Supplerende industriutslipp slik at forbruket er proporsjonalt med utslippene.</p> <p>Forbruket er framskrevet som konstant lik gjennomsnittet av forbruket i 2019 og 2020.</p>	
Usikkerhetsintervall	Det er ikke beregnet noe usikkerhetsintervall.	
Faktor	Forbruk av fjernvarme	GWh
Antakelser	<p>Forbruk av fjernvarme for industrien totalt sett er beregnet ut fra total produksjon av fjernvarme fordelt på ulike forbrukergrupper gjennom en fordelingsnøkkel tilsvarende fordelingen i Trondheim kommunes tidligere rapportering.</p> <p>Fra totalforbruket av fjernvarme i industrien har vi trukket fra forbruk ved Rockwool Trondheim (og i prinsippet ved Ranheim Paper & Board). Deretter er det gjenværende forbruket fordelt mellom bidragene Annen industri og Supplerende industriutslipp slik at forbruket er proporsjonalt med utslippene. Forbruket er framskrevet som konstant lik gjennomsnittet av forbruket i 2019 og 2020.</p> <p>Samme framgangsmåte er benyttet for historiske utslipp og i framskrivningen.</p>	
Usikkerhetsintervall	Det er ikke beregnet noe usikkerhetsintervall.	
Faktor	Utslipp per GWh elektrisitet, utslipp per GWh fjernvarme	Tonn per GWh
Antakelser	Standard utslippsfaktorer for elektrisitet og fjernvarme, se kapittel 2.2.3.	

Utslippskilde	Industri, olje og gass	
Bidrag	Supplerende industriutslipp	
Faktor	Supplerende industriutslipp	tonn
Antagelser	<p>Historiske utslipp er tatt direkte fra kategorien supplerende utslipp beregnet av SSB» fra tilleggsinformasjonen til det kommunefordelte utslippsregnskapet. Utslippet er oppgitt i CO₂-ekvivalenter. Vi har fordelt utslippene på CO₂, CH₄ og N₂O proporsjonalt med fordelingen mellom gassene for de utslippene fra industri, olje og gass som inngår i det kommunefordelte utslippsregnskapet.</p> <p>SSBs beregninger er basert på opplysninger om energibruk fra et utvalg av virksomheter. Utvalget endres hvert 2. år for å dekke flere virksomheter. For de virksomhetene som ikke er inkludert i undersøkelsen, beregnes energibruk på bakgrunn av rapportert forbruk fra lignende virksomheter i utvalget. Gjennom perioden 2009-2020 kan det se ut til at utslippene er svakt nedadgående, men enkelte år skiller seg ut med svært høye (2011) og lave (2016) utslipp. På grunn av at utvalget av bedrifter i beregningen skiftes ut jevnlig, er det vanskelig å vite om den observerte nedgangen utgjør en reell trend.</p> <p>Vi anser det som sannsynlig at de svært høye utslippene i 2011 kan skyldes metodiske svakheter, og at det uansett har skjedd visse reelle endringer i energibruken i industrien siden 2009/ 2011. Utslippene framskrives som konstante lik gjennomsnittet i perioden 2013-2020.</p>	
Usikkerhetsintervall	Det er ikke beregnet noe usikkerhetsintervall.	
Faktor	Forbruk av elektrisitet, forbruk av fjernvarme	GWh
Antakelser	Samme metodikk som for Annen industri, se tabell ovenfor.	
Faktor	Utslipp per GWh elektrisitet, utslipp per GWh fjernvarme	Tonn per GWh
Antakelser	Standard utslippsfaktorer for elektrisitet og fjernvarme, se kapittel 2.2.3.	

7.5.3 Tiltaksanalyser

Klimabudsjettet inneholder ingen tiltak innenfor industrien. Det inngår derfor ingen industriltak i tiltakspakke 1.

Tiltak	I2.1	Rockwool – elektrifisering/ utfasing av kullkoks	Industri
Tiltakspakke	2 - Klimakur 2030 og liknende tiltak		
Antagelser	Tiltaket består i å legge om prosessen fra bruk av kullkoks til bruk av elektrisitet. Omleggingen gjennomføres med effekt fra 2027.		
Forutsetninger	<p>Det er lagt til grunn at det er mulig å gjøre en tilsvarende omlegging som ved Rockwool Moss. Vi har imidlertid ikke kjennskap til om det er forhold ved produksjonen ved Rockwool Trondheim som er vesentlig annerledes.</p> <p>Det kan være behov for virkemidler for å utløse tiltaket. Rockwool Moss mottok støtte fra Enova.</p>		
Faktor	Forbruk av kullkoks per produsert enhet	tonn/ tonn	
Tiltakseffekt	Det antas en fullstendig utfasing av kullkoks, med virkning fra 2027.		
Usikkerhetsintervall	Det er ikke beregnet noe usikkerhetsintervall.		

Faktor	Forbruk av elektrisitet	GWh/ tonn
Tiltakseffekt	<p>Det antas at energimengden fra kullkoks erstattes med elektrisitet. Mengden elektrisitet som trengs for å erstatte kullkoks er beregnet på bakgrunn av endringer i energibruken ved Rockwool Moss, jf. norske utslipp. For Rockwool Moss beregner vi bruk av kull og koks, elektrisitet og LNG per produserte enhet, og endring i disse verdiene etter tiltak (dvs. 2021 sammenliknet med 2015-2019). Økningen i elektrisitet og LNG (samlet) deles på energimengden fra kull og koks før tiltaket for å finne hvor mye elektrisk kraft som trengs for å erstatte kull og koks. Beregningen viser at det trengs 0,86 GWh kraft/ LNG for å erstatte 1 GWh fra kullkoks.</p> <p>Effekten av tiltaket på forbruket av elektrisitet ved Rockwool Trondheim beregnes som energimengden fra kullkoks som må erstattes multiplisert med 0,86 GWh.</p> <p>Ved Rockwool Moss var det i 2021 rapportert betydelig større forbruk av LNG enn i årene 2015-2019. Vi har ikke grunnlag for å vite om dette er knyttet til gjennomføring av tiltaket eller andre forhold. Vi har ikke antatt økning i forbruk av LPG som følge av gjennomføring av tiltaket i Trondheim.</p>	
Usikkerhetsintervall	Det er ikke beregnet noe usikkerhetsintervall.	

Tiltak	13.1	Energi - industri	Industri
Tiltakspakke	3 - Kraftfulle tiltak		
Antagelser	<p>Tiltaket bygger på følgende formulering fra Meld. St 13: «Regjeringa vil (...) leggje til grunn ei gradvis utfasing av bruken av fossile brensel til energiformål i industrien utanfor kvotesystemet fram mot 2030 (...). Eit viktig verkemiddel for å oppnå dette er den gradvise opptrappinga av CO₂-avgifta. Viss det blir behov for det, vil regjeringa fortløpande vurdere ytterlegare verkemiddel, irekna eit eventuelt forbod». Miljødirektoratet har fått i oppdrag å konsekvensutrede et mulig forbud mot fossil fyring i industrien fra 2030 (Klima- og miljødepartementet, 2022). Tiltaket henger kan også ses i sammenheng med Stortingets anmodningsvedtak nr. 112 (2022-2023): «Stortinget ber regjeringa i løpet av 2023 varsle et forbud mot bruk av fossile brenslar til energiformål i industrien innan 2030, og utrede innretingen av forbudet. Samtidig varsles det at det utredes hva som kan være hensiktsmessige avgrensinger» (Stortinget, 2022).</p> <p>Det antas at alle utslippene fra Annen industri og Supplerende industriutslipp er utslipp fra fossil fyring. Dette kan være en overestimering, men vi har ikke grunnlag for å tallfeste hvor stor andel av utslippene som eventuelt kommer fra annen aktivitet.</p> <p>Det antas at tiltaket har effekt fra og med 2022, i lys av at regjeringen varslet om utfasingen i 2021 og at CO₂-avgiften ble trappet opp i 2022.</p>		
Forutsetninger	<p>Tiltaket forutsetter at opptrapping av CO₂-avgiften har betydelig effekt på utslippene, og at videre opptrapping av avgiften gjennomføres, eventuelt at det innføres andre virkemidler.</p> <p>Det er i praksis stor usikkerhet om effekten av CO₂-avgiften. For at utslippene skal fases helt ut, er det sannsynligvis behov for sterke virkemidler (som forbud).</p>		
Faktor	Utslipp fra Annen industri		
	Supplerende industriutslipp		
Tiltakseffekt	Det antas at utslippene fases ut lineært fra 2022 til 2030.		
Usikkerhetsintervall	<p>Det er ikke grunnlag for å beregne noe usikkerhetsintervall. Det er imidlertid stor usikkerhet om flere forhold:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Det er usikkert om alle utslippene i utslippskildene faller i kategorien «fossil fyring». - Det er noe usikkert om utfasing av fossil fyring er teknisk gjennomførbart ved alle utslippspunktene. Sannsynligvis vil utfasing være teknisk mulig i de fleste tilfeller, men for enkelte virksomheter kan det være behov for en betydelig omlegging av produksjonen. Større omlegginger vil være mest naturlig å gjennomføre i sammenheng med annet nødvendig vedlikehold/ oppgraderinger, noe som gjør tidsperspektivet for utfasing usikkert. 		

	- Det er stor usikkerhet om framtidig nasjonal virkemiddelbruk og effekten av eksisterende virkemiddelbruk (CO2-avgiften).	
Faktor	Forbruk av elektrisitet i Annen industri Forbruk av elektrisitet i Supplerende industriutslipp	GWh
Tiltakseffekt	Det antas at strømforbruket øker med 0,85 GWh per GWh fossil energi som fases ut.	
Usikkerhetsintervall	Det er ikke beregnet noe usikkerhetsintervall. Det er imidlertid usikkerhet om hvor mye av den fossile energibruken som vil erstattes med strøm, gitt at tiltaket gjennomføres. Deler av strømforbruket kan erstattes av andre energibærere, som biobrensler, biogass eller fjernvarme. I tillegg kan omlegging fra fossil energi til strøm i mange tilfeller medføre energieffektivisering, men det er usikkert hvor stor denne effekten vil være.	

7.6 Sjøfart

Utslipp fra Sjøfart omfatter alle utslipp i havn og til sjøs innenfor kommunegrensa¹¹. Sektoren er sammensatt av hele 15 ulike utslippskilder (skipskategorier) i Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap, som vist i tabell 103. De fleste utslippskildene svarer til ulike kategorier skipstyper. Fritidsbåter og båter som er for små til å være med i skipsregistrene som benyttes i grunnlagsdataene for Miljødirektoratets klimagassregnskap, er ikke med i statistikken eller i referansebanen.

På grunn av det store antallet utslippskilder i denne sektoren, vil mange av dem framstilles samlet i tabeller og omtaler i dette kapittelet. I beregningene i denne rapporten deler vi opp utslippskilden «Passasjer» i «AtBs ferger» og «AtBs passasjerbåter» og «Andre passasjerskip» for bedre å kunne skille mellom ulike båter som brukes i den lokale kollektivtrafikken (AtB) på den ene siden, og Kystruten sine skip og andre passasjerskip (utenom cruiseskip) på den andre. Se nærmere beskrivelse under 7.6.1 nedenfor.

Tabell 103: Utslippskilder i sektoren sjøfart, tilsvarende ulike skipskategorier. Gjengitt fra tabell 5 i metodebeskrivelsen for Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap (Miljødirektoratet, 2022c).

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-/ fryserskip	Skip med isolerte lasterommet forsynt med kjøle- eller frysemaskineri.
Kontainerskip	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
Stykkogodsskip	Skip spesielt tilpasset transport av stykkogods, hovedsakelig pallettransport
Andre offshore serviceskip	For eksempel boreskip, stand-by fartøy, rørleggingsfartøy eller FPSO (Floating Production, Storage and Offloading)
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.

¹¹ Klimagassregnskapet omfatter generelt utslipp ut til Norges territorialgrense, eller 12 nautiske mil ut fra grunnlinja for kystkommuner. Hele Trondheimsfjorden ligger imidlertid innenfor grunnlinja, slik at det kun er delelinja i fjorden mellom Trondheim kommune og andre kommuner som spiller inn.

Det kommunefordelte klimagassregnskapet fra Miljødirektoratet bruker utslippsberegninger fra Kystverket, som benytter en modell og tekniske parametere levert av DNV GL. De blir regnet ut ved å bruke data fra AIS-sendere om bord på hvert skip, som viser hvor skipet befinner seg til enhver tid. Disse dataene sammenstilles med tekniske parametere for hvert skip for å anslå utslipp knyttet til framdrift. I tillegg antas det at skipet ligger i havn hver gang det ligger stille og er nære nok en registrert havn i tilstrekkelig lang tid. DNV GL sin modell bruker da et eget sett med parametere og antakelser for å regne ut energiforbruk i havn og tilhørende utslipp.

DNV GL sin modell fanger ikke opp bruk av landstrøm, biodrivstoff eller hybrid batteridrift. Kommuner kan rapportere dette selv til Miljødirektoratet, som da beregner hvor store utslipp disse faktorene svarer til, og trekker det fra i klimagassregnskapet. Trondheim kommune har imidlertid ikke rapportert bruk av landstrøm til Miljødirektoratet for aktuelle år, så det er ikke justert for dette i klimagasstatistikken (gjelder for versjonen av januar 2022, som er benyttet i denne rapporten). Modellen fanger heller ikke opp innenriks skip med bruttotonnasje under 300 bruttotonn, eller 150 for passasjerfartøy som oppnår over 20 knop. Denne begrensningen bør imidlertid ikke har vesentlig betydning for sjøfartstrafikken i Trondheim utenom fritidsbåter. Modellen fanger ikke opp fritidsbåter og skip som ikke er registrert i de internasjonale databasene den benytter (hovedsakelig IHS-Fairplay).

I beregningene i denne rapporten deler vi hver utslippskilde opp i to bidrag: Havneligge og Seiling. Disse deles igjen opp i faktorer, som vist i Tabell 104.

Bidraget Havneligge omfatter utslipp fra energibruk for å produsere strøm og varme og for å drive andre aktiviteter i havn. På grunn av dataene som er tilgjengelig (som er basert på posisjonsdata) vil bidraget i praksis også kunne omfatte utslipp fra manøvrering ved kai og i havnebassenget nær kai. Utslipp i havn er et betydelig bidrag for skip som tilbringer mye tid og/eller bedriver energikrevende aktiviteter ved havn, som cruiseskip og andre typer passasjerskip med hotellfunksjon, slik som Hurtigruten og Havila Kystruten sine skip som trafikkerer kystruten. Dette gjelder også offshoreskip og en del typer tankere, godsskip og bulkskip.

Bidraget Seiling omfatter alle utslipp knyttet til framdrift og andre utslipp til sjøs (med mulig unntak av manøvrering i havn, se forrige avsnitt), altså alle utslipp som ikke finner sted mens skipet er i ro eller i nærheten av ro i havna.

Vi har ikke detaljert informasjon om energiforbruk til havneligge og seiling eller drivstofftype/utslippsfaktor for hver skipstype. Derfor baserer vi utslippene i beregningene for hvert bidrag på et beregnet gjennomsnittlig energiforbruk over en *basisperiode* som antas å være representativ for typiske utslipp før eventuelle tiltak som påvirker enten aktivitetsnivå eller utslippsintensitet (som endringer i trafikkmengde eller liggetid i havn, effektivitetsforbedringer, eller endringer i framdriftsteknologi eller energikilde). Energiforbruket beregnes ut fra Miljødirektoratets kommunefordelte klimagasstatistikk, under antakelse av at det fossile energiforbruket kommer fra bruk av diesel/marin gassolje.¹² For å framskrive energiforbruket multipliserer vi så dette

¹² Noen av skipene som trafikkerte farvannene i Trondheim kommune i basisperioden brukte i virkeligheten naturgass/LNG. Modellen som brukes i Miljødirektoratets statistikk tar imidlertid ikke høyde for «alternative» drivstoff, og vi kan derfor anta at man får det beregnede energiforbruket i modellen deres ved å dividere det beregnede CO₂-utslippet med utslippsfaktoren for diesel/MGO.

basisenergiforbruket med en relative *endringsfaktorer* som representerer endring i aktivitetsnivå og endring i energiforbruk per nautisk mil / per anløp (energieffektivitet). Hvis disse faktorene er 1,0 for et gitt år, så betyr det at den tilsvarende størrelsen ikke har endret seg i forhold til basisperioden, mens en verdi på 1,1 betyr en økning på 10 prosent, 0,9 betyr en reduksjon på 10 prosent, etc. For å finne det tilsvarende *utslippet* over tid, multipliserer vi energiforbruket med en utslippsfaktor som i utgangspunktet er den samme utslippsfaktoren (diesel/marin gassolje) som utslippene fra Miljødirektoratets statistikk ble dividert med for å finne energiforbruket, men som kan endre seg over tid for å reflektere innføring av naturgass/LNG eller andre energikilder.

For å kunne modellere utslipp for scope 2 og 3 i GPC-protokollen, skilles det mellom energiforbruk fra forbrenningsmotorer (fossile drivstoffer, bioenergi og potensielt andre termiske energikilder) og energiforbruk fra elektrisitet. Disse leddene har separate endringsfaktorer for energieffektivitet og separat utslippsfaktor (sistnevnte er null for elektrisitet i scope 1, men ikke i scope 2 og 3). Hver av dem multipliseres så med andel energi som dekkes av forbrenningsmotorer og andel som dekkes av elektrisk energi, som i seg selv er egne faktorer. Se utslippsformelen nedenfor. Merk at andel elektrisk energi» i disse formlene er den ekvivalente mengden energi fra diesel/MGO som erstattes av elektrisitet, ikke det fysiske energiinnholdet i strømmen som brukes. Etersom elektriske motorer har mindre varmetap enn forbrenningsmotorer, er denne såkalte *dieselevivalente*» energien betydelig høyere enn det fysiske energiinnholdet i strømmen. Se 7.6.2 for nærmere beskrivelse.

Vekstfaktoren for utslipp per enhet energi defineres til ikke å inneholde endringer på grunn av bruk av bioenergi. Slike endringer skilles i stedet ut i en separat endringsfaktor, slik at beregningsmodellen kan brukes til skille ut effekten av tiltak knyttet til økt bruk av biodiesel.

Merk at tilnærmingen over med å beregne gjennomsnittlig energiforbruk for en basisperiode, og framskrive utslippene ved å multiplisere dette med relative endringsfaktorer for aktivitet og energieffektivitet, springer ut fra to forhold:

1. Vi har ikke detaljert informasjon om reelt forbruk av ulike energityper for ulike skipstyper, og heller ikke detaljert informasjon om antall anløp eller utseilt distanse fordelt på nøyaktig de skipstypene vi behøver (det vil si som samsvarer med utslippskildene i Miljødirektoratets statistikk, og i tillegg skiller ut både AtBs skip og Kystruten fra utslippskilden Passasjer).
2. I modellen som Miljødirektoratet benytter, antas det at all energi kommer fra diesel/MGO (det tas ikke høyde for bruk av naturgass eller andre drivstoffer), og utslippene for Trondheim i basisperioden er ikke justert for bruk av landstrøm.

Disse forholdene var gjeldende da beregningene i denne rapporten ble gjort, og i den versjonen av Miljødirektoratets kommunefordelte klimagasstatistikk som beregningene bygger på (publisert 21. januar 2022). Hvis forhold 1 endrer seg, vil det kunne bli mulig å framskrive utslippene på en mer direkte måte, for eksempel ved å bruke forbruk av ulike drivstoffer per nautisk mil og per anløp multiplisert med utseilte distanser og antall anløp direkte, i stedet for å gå via et basisforbruk og endringsfaktorer. Hvis forhold 2 endrer seg, vil det kunne bli *nødvendig* å gjøre endringer i tilnærmingen.

Tilgjengelige data fra Miljødirektoratets klimagasstatistikk tillater ikke å skille presist mellom utslipp knyttet til seiling og utslipp ved havneligge. Trondheim havn har imidlertid oppgitt anslag for utslipp ved og like i nærheten av kai (dvs. utslipp i havn, pluss en liten mengde utslipp forbundet med manøvrering nær kai). Tallene skal være

produsert med en metodikk som tilsvarer den som brukes i Miljødirektoratets statistikk, og vi bruker derfor forholdet mellom utslippstallene fra Trondheim havn og de samlede utslippene per utslippskilde i Miljødirektoratets statistikk for å splitte utslippene (og dermed energiforbruk) i basisperioden i utslipp fra seiling og utslipp fra havneligge. Se nærmere under 7.6.3 nedenfor.

Tabell 104: Struktur for sektoren Sjøfart. Hvor er faktorene brukt: M=oppsett etter Miljødirektoratets sektorinndeling, GPC-S(x) = GPC-oppsett, hvor S angir scope (1,2,3).

Utslippskilde / GPC sub-sektor	Bidrag / GPC bidrag	Faktor (separat for hver utslippskilde)	Benevning		
Alle utslippskilder fra Miljødirektoratet (Bulkskip, Cruiseskip, Fiskefartøy, Gasstankere, Kjemikalietankere, Kjøle-/ frys skip, Kontainerskip, Offshore supply skip, Oljeprodukt tankere, AtBs ferger, AtBs passasjerbåter, Andre passasjerskip, Ro Ro last, Råoljetankere, Stykkgodsskip, Andre offshore serviceskip, Andre aktiviteter sjøfart) / II.3 Waterborne navigation	Havneligge / II.3A Havneligge	Energiforbruk i havn i basisperioden	GJ	M, GPC-S1 GPC-S2	
		Antall anløp relativt til basisperioden	relativ faktor		
		Andel energi i havn fra forbrenningsmotorer	relativ faktor		
		Energiforbruk i havn per anløp relativt til basisperioden for forbrenningsmotorer	relativ faktor		
		Utslipp per enhet energi i havn for forbrenningsmotorer	tonn/GJ		
		Andel bioenergi i drivstoff	relativ faktor		
		Andel dielektrivalent energi i havn fra elektriske motorer	relativ faktor		GPC-S2 GPC-S3
		Energiforbruk i havn per anløp relativt til basisperioden for elektriske motorer	relativ faktor		
		Utslipp per enhet energi i havn for elektrisitet	tonn/GJ		
	Seiling / II.3B Seiling	Energiforbruk under seiling i basisperioden	GJ	M, GPC-S1 GPC-S2	
		Utseilt distanse relativt til basisperioden	relativ faktor		
		Andel energi under seiling fra forbrenningsmotorer	relativ faktor		
		Energiforbruk per nautisk mil relativt til basisperioden for forbrenningsmotorer	relativ faktor		
Utslipp per enhet energi under seiling fra forbrenningsmotorer		tonn/GJ			
Andel bioenergi i drivstoff		relativ faktor			

		Andel dieselekvivalent energi under seiling fra elektriske motorer	relativ faktor	GPC-S2 GPC-S3
		Energiforbruk per nautisk mil relativt til basisperioden for elektriske motorer	relativ faktor	
		Utslipp per enhet energi under seiling for elektrisitet	tonn/GJ	

Utslppsformlene blir da de samme for alle utslippskilder, men med litt ulike faktorer for bidragene Havneligge og Seiling:

Sjøfart / Alle utslippskilder / Havneligge:

Energiforbruk i havn i basisperioden · Antall anløp relativt til basisperioden
 · [Andel energi i havn fra forbrenningsmotor
 · Energiforbruk i havn per anløp relativt til basisperioden for forbrenningsmotorer
 · Utslipp per enhet energi i havn fra forbrenningsmotorer · (1
 – Andel bioenergi i drivstoff)
 + Andel dieselekvivalent energi i havn fra elektriske motorer
 · Energiforbruk i havn per anløp relativt til basisperioden for elektrisitet
 · Utslipp per enhet energi i havn fra elektrisitet]

Sjøfart / Alle utslippskilder / Seiling:

Energiforbruk under seiling i basisperioden · Utseilt distanse relativt til basisperioden
 · [Andel energi under seiling fra forbrenningsmotor
 · Energiforbruk per nautisk mil relativt til basisperioden for forbrenningsmotorer
 · Utslipp per enhet energi under seiling fra forbrenningsmotorer · (1
 – Andel bioenergi i drivstoff)
 + Andel dieselekvivalent energi under seiling fra elektriske motorer
 · Energiforbruk per nautisk mil relativt til basisperioden for elektrisitet
 · Utslipp per enhet energi under seiling fra elektrisitet]

I GPC-perspektivet summeres utslippene fra alle utslippskildene i Miljødirektoratets statistikk sammen mens skillet mellom Havneligge og Seiling opprettholdes for å gi de tilsvarende GPC-bidragene. Leddene for elektrisitet i formlene ovenfor er strengt tatt bare relevante i GPC-perspektivet og kun i scope 2 og 3, men i modellen gjøres dette teknisk ved at elektrisitetsleddene beholdes alle steder i modellen, men med en utslippsfaktor lik null for det normale perspektivet og for scope 1 av GPC-perspektivet (dette forenkler den tekniske modelleringen noe).

Referansebanen for aktivitetsutvikling i sjøfart (det vil si antall anløp og utseilte distanser relativt til basisperioden) bygger på prognoser for sjøfartstrafikken i Norge for 2018-2050 fra Kystverket (Kystverket, 2018). Framskrivningene av energibruk og utslippsfaktorer tas fra utviklingen av energieffektivitet og bruk av ulike energibærere i referansebanen som DNV GL utarbeidet for Miljødirektoratet i forbindelse med Klimakur 2030 (DNV GL, 2019). Se 7.6.3 for detaljer om utviklingen i referansebanen.

7.6.1 Oppdeling av utslippskilden Passasjer» i referansebanen

Utslippskilden Passasjer» i Miljødirektoratets klimagasstatistikk i Trondheim utgjøres hovedsakelig av ferger og passasjerbåter/hurtigbåter i kollektivtrafikken (AtB) samt Hurtigruten AS og Havila Kystruten sine skip på kystruten. Ifølge anløpsstatistikk fra Kystverket og skipsspor på havbase.no ser det ikke ut til å være noen vesentlige innslag av andre passasjerskip (utenom cruiseskip, som er en egen utslippskilde) verken i Trondheim havn eller i farvannene innenfor Trondheim kommune.

AtBs skip i kollektivtrafikken og skipene som trafikkerer kystruten er svært ulike både av natur, og også ulike når det gjelder aktuelle tiltak og hvilken rolle de spiller i Trondheim kommunes klimabudsjett. Blant AtB sine skip er det også ulike tiltak for bilfergene Flakk-Rørвик og passasjerbåtene/hurtigbåtene til Vanvikan, Brekstad og Kristiansund. I beregningene deler vi derfor Miljødirektoratets utslippskilde Passasjer» i tre nye utslippskilder:

- **AtBs ferger:** Bilfergene mellom Flakk og Rørвик
- **AtBs passasjerbåter:** De tre båtutene mellom Trondheim og Vanvikan, Brekstad og Kristiansund
- **Andre passasjerskip:** Skipene på Kystruten, og eventuelle utslipp fra andre passasjerskip

For å fordele utslippene fra Passasjer» på de tre nye utslippskildene, bruker vi forholdet mellom utslipp rapportert av AtB (basert på eget drivstofforbruk på de aktuelle sambandene) og samlet utslipp for Passasjer» i Miljødirektoratets klimagasstatistikk for samme år. Etter å ha både justert for anslått andel av hvert samband som ligger innenfor Trondheim kommune og oppjustert for rapportert forbruk av ladestrøm/landstrøm (som ikke er tatt hensyn til i Miljødirektoratets statistikk), får vi utslipp i 2019 og 2020 som vist i tabell 105. Se tabellteksten for forklaring av hvilke justeringer som er gjort.

Tabell 105: Utslipp rapportert fra AtB og fordeling av utslipp fra utslippskilden Passasjer» i Miljødirektoratets kommunefordelte klimagasstatistikk på oppdelte utslippskilder. Utslippene for AtBs ferger og AtBs passasjerbåter er hentet fra rapportert *fossilt* CO₂-utslipp i AtBs rapportering av energi og klimagassutslipp for 2019 og 2020, mens Andre passasjerskip» er differansen mellom samlet utslipp for Passasjer» og AtBs utslipp. Utslippene fra hvert samband er skalert med anslått andel av sambandet som ligger innenfor Trondheim kommune: 50% for Flakk-Rørвик og Trondheim-Vanvikan, 29% for Trondheim-Brekstad, og 9,4% for Trondheim-Kristiansund. I tillegg er utslippene fra Flakk-Rørвик oppjustert i henhold til rapportert strømforbruk (1653 MWh i 2019 og 7537 MWh i 2020), multiplisert med utslippsfaktoren som Miljødirektoratet bruker for å beregne unngåtte fossile utslipp som følge av landstrømforbruk (0,729 tonn/MWh, som tar høyde for varmetap i forbrenningsmotorer). Se 7.6.2 for nærmere beskrivelse av denne faktoren.

Utslippskilde	Utslipp (tonn CO ₂)		Prosent	
	2019	2020	2019	2020
Passasjer, samlet (Miljødirektoratet)	14844	13516	100	100
AtBs ferger (Flakk-Rørвик)	4155	4543	28	33
AtBs passasjerbåter (hurtigbåtene)	2936	2143	20	16
Andre passasjerskip	10689	8973	72	66

Å fordele utslippene før 2019 kompliseres av at utslippene fra Passasjer før 2019 var betydelig høyere enn i 2019, i størrelsesorden 25 tusen tonn, eller om lag 10 tusen tonn høyere. Det er uklart akkurat hvorfor, men opplysninger fra Kystverket tyder på at modellen som benyttes i statistikken kan gi et for høyt tall for årene til og med 2018 fordi LNG-fergene som ble brukt da, har en registrert motorkapasitet som er betydelig høyere enn det som i praksis ble brukt. Ut fra andre tall virker det som om totalutslippet for 2019

er mer sannsynlig. Tall fra Trondheim havn antyder at utslipp i havn for skipene på kystruten er i størrelsesorden 5.500 tonn. Tallene fra 2019 skulle da antyde at utslippene fra inn- og utseiling for kystruten skulle være omtrent 5.000 tonn. Ut fra Eus system for rapportering av utslipp fra skip (EU MRV) vet vi at de aktuelle skipene typisk slipper ut i størrelsesorden drøyt 200 kg CO₂ per nautisk mil under seiling. Hvis vi så antar en inn-/utseilingstrase på i størrelsesorden 10 nautiske mil (omtrent avstanden fra sentrum til møtepunktet mellom kommunegrensene til Trondheim, Indre Fosen og Orkland) og to inn- og to utseilinger per dag (ett nordgående og ett sydgående anløp), får vi utslipp fra seiling på 5760 tonn CO₂ per år, altså konsistent med Miljødirektoratets sitt utslippstall for 2019. Et utslipp som er 10 tusen tonn høyere enn dette, virker dermed mindre sannsynlig.

For årene 2015-2018 har vi ikke tall for utslippene fra AtBs ferger og AtBs passasjerbåter som er sammenliknbare med utslippstallene for utslippskilden Passasjer i Miljødirektoratets statistikk. Som nevnt over, er tallene i Miljødirektoratets statistikk mye høyere for disse årene enn for 2019. Ifølge tilleggsinformasjonen til statistikken, ligger så godt som hele forskjellen i størrelsesklassen 1000-4999 grosstonn. I Trondheim er fergeforbindelsen Flakk-Rørvik den eneste betydelige kilden til utslipp som benytter skip i denne størrelsesklassen. I modellen skal antakelsene reprodusere tallene i Miljødirektoratets statistikk for årene 2015-2020, og som en forenkling definerer vi derfor utslippene fra AtBs ferger for disse årene til å være lik utslippet i 2019 *pluss* differansen i utslippene fra hele utslippskilden Passasjer fra 2018 til 2019. For AtBs passasjerbåter antar vi samme utslipp for 2015-2018 som i 2019. Dette betyr i praksis at vi antar konstante utslipp i perioden 2015-2018 for alle AtBs ferger og passasjerbåter, at hele endringen i utslippskilden Passasjer fra 2018-2019 tilskrives modellartefaktene for Flakk-Rørvik-fergene, og at all øvrig variasjon i årene 2015-2019 tilskrives kystruten og andre passasjerskip.

Ettersom vi ikke har tilstrekkelige data til å beregne eller framskrive utslipp fra andre passasjerskip enn AtB og kystruten, modellerer vi utslippskilden Andre passasjerskip» som om den kun består av Hurtigruten AS og Havila Kystrutens sine skip, og antar at øvrige utslipp enten er for små til å være betydelige eller følger samme tidsutvikling som utslippene fra kystruten.

7.6.2 Behandling av elektrisk drift i historisk statistikk og i framskrivningene

Elektrifisering, i form av landstrøm, hybrid drift og ren elektrisk drift, er en av de aller viktigste typene tiltak for å redusere utslipp fra sjøfartssektoren. Fergesambandet Flakk-Rørvik ble delvis elektrifisert allerede i 2019, Havila Kystrutens skip som startet trafikk i 2021 er hybridiserte og kan gjennomføre mye av utseilingen på batteridrift, og planlagt utbygging av landstrøm for kystrutens skip og for cruiseskip vil kunne gi betydelige reduksjoner i utslippene i havn i årene framover.

I Miljødirektoratets kommunefordelte klimagasstatistikk for Trondheim inngår det så langt ingen effekt av elektrifisering. Dette skyldes at utbygging av landstrøm ennå ikke hadde gitt noen effekt i 2020, som er siste år i gjeldende statistikk (publisert januar 2022) da denne rapporten ble skrevet, og at effekten av hybrid drift (deriblant Flakk-Rørvik) generelt ikke fanges opp av Miljødirektoratets/Kystverkets metodikk. For å sørge for at utslippene referansebanen er konsistente med Miljødirektoratets statistikk og for å synliggjøre effekten av tiltak i Trondheim kommunes klimabudsjett, inkluderes det ingen effekt av elektrifisering i referansebanen. I stedet inkluderes hybrid drift av Flakk-Rørvik,

utbygging av landstrøm i klimabudsjettet samt effekten av hybrid drift for Havila Kystrutens skip i tiltakspakke 1.

Elektrifiseringstiltak (inkludert både landstrøm samt hybrid- og batteridrift) innebærer at faktorene Andel energi i havn/under seiling fra forbrenningsmotorer» går ned, mens Andel energi i havn/under seiling fra elektriske motorer» går opp. Elektrisk energi erstatter imidlertid ikke energi fra forbrenningsmotorer en-til-en, ettersom forbrenningsmotorer har et stort og uunngåelig varmetap, og dermed bruker betydelig mer energi enn elektriske motorer på å utføre det samme arbeidet. Når man beregner effekten av elektrifiseringstiltak på andel energi fra forbrenningsmotorer og elektriske motorer, må man justere for denne forskjellen. I utslippsformlene inngår andelen av energi som kommer fra elektriske motorer som en faktor. Formlene tar imidlertid utgangspunkt i et energiforbruk i basisperioden som er basert på at all energien kommer fra diesel. I stedet for andelen som elektrisitet utgjør av det faktiske, fysiske energiforbruket, må disse andelene i stedet gjenspeile hvor stor andel av den opprinnelige dieselbaserte energien som elektrisiteten erstatter, i formene kalt dieselekvivalent energi».

I de havnene hvor Miljødirektoratets klimagasstatistikk korrigerer for effekten av landstrøm, regner de at 1 kWh landstrøm gir en reduksjon på 230 gram dieselforbruk, tilsvarende ca. 729 gram CO₂.¹³ Dette tilsier at hver enhet elektrisk energi erstatter 2,72 ganger så mye energi fra diesel. Vi benytter dette forholdet når vi beregner effekten av elektrifisering på faktorene for andel av energi fra forbrenningsmotorer og fra elektriske motorer. Dette betyr altså at det dieselekvivalente» energiforbruket for en gitt mengde elektrisitet er 2,754 ganger større enn energiinnholdet i strømmen. Det betyr også at i utregninger hvor man skal regne ut andeler av energi fra forbrenningsmotorer og elektriske motorer basert på fossilt og elektrisk energiforbruk målt i GJ eller i liter og kWh, må energien fra elektrisitet først konverteres til dieselekvivalent energi ved å multiplisere den med 2,754.

Merk videre at for at utslippsformlene under tabell 104 skal gi riktig utslipp, må faktorene for energiforbruk relativt til basisperioden for elektriske motorer gjenspeile energiforbruk i elektriske motorer *relativt til* motorene som ligger til grunn for *basisperioden*, dvs. dieseldrevne forbrenningsmotorer. Verdiene for disse faktorene er altså i utgangspunktet $\frac{1}{2,754}$, ikke 1.

Bruk av elektrisitet gir ingen utslipp i det kommunale klimagassregnskapet eller i scope 1 av GPC-protokollen, og utslippsfaktorene for elektrisitet i utslippsformlene ovenfor settes derfor til null for disse perspektivene. For scope 2 og 3 i GPC-protokollen skal man derimot regne med hhv. Utslipp fra strømproduksjon og tap i strømmettet. Utslippsfaktorene for elektrisitet i disse tilfellene velges som beskrevet i delkapittel 2.2.3.

¹³ I det nasjonale klimagassregnskapet har diesel en utslippsfaktor på 73,55 tonn CO₂ per TJ, som tilsvarer 264,8 gram CO₂ per kWh. 720 gCO₂/kWh er 2,72 ganger høyere enn dette tallet.

7.6.3 Antakelser for referansebane

7.6.3.1 Havneligge

Antakelser og usikkerhet for referansebanen er beskrevet i Tabell 106. Ettersom de fleste skipstypene (utslippskildene) behandles på samme måte eller liknende måter, har vi kun én tabell for alle utslippskildene, og beskriver eventuelle unntak i teksten i tabellen.

Miljødirektoratets kommunefordelte klimagasstatistikk oppgir ikke separate utslipp for havneligge og for seiling. Trondheim havn har imidlertid viderefremidlet anslåtte utslipp fra et utslippsregnskap for havneligge i Trondheim havn og Flakk ferjekai i 2020 og 2021, beregnet av DNV. Utslippene i dette regnskapet antas å være compatible med metodikken som benyttes i Miljødirektoratets statistikk. Ett unntak er at DNVs regnskap for Trondheim justerer for elektrisk drift, mens dette ikke gjøres i de tilsvarende beregningene for Miljødirektoratets statistikk per januar 2022, men ingen av de aktuelle utslippskildene utenom AtBs ferger hadde elektrisk drift i 2020. Vi beregner så hvilken andel disse utslippene utgjør av utslippet for hver utslippskilde i Miljødirektoratets statistikk i 2020. Deretter multipliserer vi gjennomsnittlig utslipp i basisperioden med denne andelen for å finne utslipp i havn i basisperioden. Dette utslippet divideres til slutt med utslippsfaktoren for diesel/MGO for å finne energiforbruk i havn i basisperioden, som danner grunnlaget for beregning og framskriving av utslipp fra bidraget Havneligge. Forholdet mellom utslippene i DNVs utslippsregnskap for hver utslippskilde i 2021 og 2020 brukes videre til å framskrive utslippene i 2021. Se videre detaljer om antakelser og framskriving av hver faktor i tabellen nedenfor.

Tabell 106: Antagelser per faktor for referansebanen i sektor Sjøfart, bidrag Havneligge

Utslippskilde	[Alle skipskategorier]	
Bidrag	Havneligge	
Faktor	Energiforbruk i havn i basisperioden	GJ
Antagelser	<p>For hvert år som dekkes av Miljødirektoratets kommunefordelte klimagasstatistikk (2015-2020) settes energiforbruk for hver utslippskilde lik utslippet fra CO₂ i det aktuelle året dividert med utslippsfaktoren for diesel/MGO i det nasjonale klimagassregnskapet, 0,7355 tCO₂/GJ. Dette gjøres for å sikre at de beregnede utslippene i referansebanen blir konsistente med Miljødirektoratets statistikk for årene den dekker. For utslippene AtBs ferger, AtBs passasjerbåter og Andre passasjerskip fordeles energiforbruket fra utslippskilden Passasjer i Miljødirektoratets statistikk i henhold til metodikken i delkapittel 7.6.1, se tabell 105.</p> <p>Metoden over finner samlet energiforbruk for hver utslippskilde. For å finne energiforbruket i havn multipliserer vi med andelen energiforbruk i havn, beregnet ut fra tall for utslipp i havn fra Trondheim havn og samlede utslipp per utslippskilde i Miljødirektoratets statistikk, se brødteksten ovenfor.</p> <p>For 2021 setter vi energiforbruket lik tallet for 2020. Dette gjøres fordi 2021 i likhet med 2020 kan være ikke-representativ på grunn av COVID19-pandemien. Det er derfor ikke urimelig å anta at utslippene i 2021 vil ligge nærmere utslippene i 2020 enn gjennomsnittet for basisperioden.</p> <p>For alle andre framskrevne år (2022-2030) settes faktoren konstant lik et gjennomsnitt over basisperioden, som velges til å være en egnet periode i årene 2016-2020. Tidsutviklingen styres så av de øvrige faktorene.</p> <p>Antakelsene som er gjort over, betyr at de relative endringsfaktorene (Antall anløp relativt til basisperioden og Energiforbruk i havn per anløp relativt til basisperioden for forbrenningsmotorer/elektriske motorer) settes lik 1,0 til og med 2021, og at Energiforbruk i havn i basisperioden for disse årene justeres for å gi de riktige utslippene. Dette til tross for at variasjonene fra år til år i denne perioden presumptivt skyldes variasjoner i aktivitet, og i noen grad endringer i energiforbruk per anløp og per nautisk mil. Det er først fra og med 2022 at</p>	

	<p>de relative endringsfaktorene faktisk reflekterer endringer i aktivitet og i energiintensitet. I perioden 2015-2021 må dekomponeringen derfor sees på som en ren teknisk konstruksjon for å reprodusere utslippene i Miljødirektoratets kommunefordelte klimagasstatistikk og for å gjøre utslippene i 2021 like utslippene i 2020 i referansebanen.</p> <p>Basisperioden skal generelt være en representativ periode for hvordan man antar at utslippene framover vil være med konstant aktivitet og uten teknologiforbedringer eller alternative energikilder. For alle utslippskilder som har hatt relativt konstante utslipp eller ikke vist noen betydelig trend i perioden 2016-2020, velges denne perioden som basisperiode (2015 utelukkes ettersom dampkjeler ikke var inkludert i modellen bak Miljødirektoratets statistikk for det året). Unntakene fra dette er beskrevet i det følgende:</p> <p>For AtBs ferger, AtBs passasjerbåter og Andre passasjerskip (utslippskilden «Passasjer» i Miljødirektoratets statistikk) bruker vi 2019 alene som basisperiode. Utslippskilden Passasjer har to tredjedeler høyere utslipp i årene 2015-2018 enn i 2019, uten noen opplagt årsak. Som beskrevet i 7.6.1 ser utslippstallet for 2019 ut til å stemme bedre overens med andre datakilder enn tallene for 2015-2018. Samtidig er utslippene i 2020 sannsynligvis ikke representative på grunn av COVID19-pandemien, og året 2019 brukes derfor alene. For årene 2015-2018 fordeler vi utslippene fra utslippskilden Passasjer i Miljødirektoratets statistikk mellom AtBs ferger, AtBs passasjerbåter og Andre passasjerskip som beskrevet under avsnitt 7.6.1 (dvs. at utslippene for AtBs ferger og AtBs passasjerbåter settes lik utslippene i 2019, pluss at differansen for hele Passasjer mellom 2018 og 2019 legges til AtBs ferger / Flakk-Rørvik for årene 2015-2018).</p> <p>For cruiseskip bruker vi kun gjennomsnitt for årene 2018-2019. Utslippene steg kraftig til og med 2018 som følge av økende cruiseskiptrafikk, men hadde en topp i 2018 og gikk svakt ned i 2019, slik at gjennomsnittet av disse to relativt stabile årene kan være egnet som basisperiode. Cruiseskiptrafikken og tilhørende utslipp kollapset i 2020 som følge av COVID19-pandemien, og dette året egner seg derfor ikke til å inkluderes i basisperioden.</p> <p>For bulkship bruker vi kun årene 2016-2019. Dette fordi utslippet i 2020 var betydelig lavere enn i foregående år (496 tonn CO₂e, mot over 700 tonn i de fleste årene). Dette kan bety at 2020 var et atypisk år og derfor bør ekskluderes fra basisperioden. Det kan likevel ikke utelukkes at nedgangen faktisk er starten på en reell trend.</p> <p>For fiskefartøy benytter vi også kun årene 2016-2019 som basisperiode. I dette tilfellet var utslippene i 2020 lang høyere enn i foregående år (129 tonn CO₂e, mot godt under 100 tonn i alle andre år).</p> <p>For de nevnte utslippskildene hvor vi bruker andre år enn 2016-2020 som basisperiode må de relative faktorene nedenfor (antall anløp, utslipp per energienhet i havn, og energibruk i havn per anløp for skip med forbrenningsmotor i forhold til basisperioden) også måtte regnes i forhold til den basisperioden som faktisk er brukt i stedet for 2016-2020.</p>	
Usikkerhetsintervall	<p>For alle utslippskilder unntatt offshore supply skip, AtBs ferger og AtBs passasjerbåter definerer vi nedre og øvre grense for usikkerhetsintervallet til å være lik nedre og øvre grense for et 67 prosenters konfidensintervall for gjennomsnittet, hvor utslippene i årene i basisperioden sees på som et normalfordelt utvalg.</p> <p>For offshore supply skip lar vi nedre grense av usikkerhetsintervallet være 0, ettersom utslippene har vist en kraftig nedadgående trend fra 2017 til 2019, og var 0 i 2020. Det er imidlertid usikkert om dette er en reell trend eller tilfeldige variasjoner. Utslippene gikk betydelig opp fra 2016 til 2017.</p> <p>For AtBs ferger og AtBs passasjerbåter har vi ikke datagrunnlag for å fastsette noe usikkerhetsintervall. Vi lar derfor nedre og øvre grense være lik middelveidien, slik at usikkerhetsintervallet utgjøres av de øvrige faktorene. Dette gir et noe smalere usikkerhetsintervall enn for de andre utslippskildene, men gjenspeiler samtidig at usikkerheten for denne faktoren er mindre når man antar at det ikke gjøres noen betydelige endringer i rutetilbudet i referansebanen.</p>	
Faktor	Antall anløp relativt til basisperioden	relativ faktor
Antagelser	<p>For årene til og med 2020 settes faktoren per definisjon lik 1,0. Se omtale ovenfor under Energiforbruk i havn i basisperioden».</p> <p>I 2021 settes faktoren lik forholdet mellom utslipp i havn i DNVs utslippsregnskap for havneliggende i Trondheim kommune (Trondheim havn og Flakk ferjekai) for året 2021 i forhold til 2020, utenom for AtBs ferger og AtBs passasjerbåter. Dette gjør at utslippene i referansebanen for 2021 følger tilnærmet samme utvikling som i DNVs utslippsregnskap. For AtBs ferger og AtBs passasjerbåter brukes i stedet forholdet mellom energiforbruk (justert</p>	

	<p>for bruk av elektrisitet) i 2021 og 2020 i rapportert diesel- og elektrisitetsofrbruk fra AtB for de to årene.</p> <p>For hver skipstype utslippskildene som omtales særskilt nedenfor, framskrives faktoren for hver skipstype for 2022-2030 ved å la den endre seg fra 1,0 i 2022 med årlige vekstrater fra tabell 1 i Kystverket sin prognose (Kystverket, 2018) for årene 2022-2027 (neste tidsrom i tabellen går for langt fram til å være nyttig for framskrivinger til 2030). Kystverket sin prognose for de fleste skipstypene er delt inn i lengdeklasser som i mange tilfeller har svært sprikende prognoser. Vi vektet hver lengdeklasse med hvor stor prosentdel hver lengdeklasse utgjorde blant de skipene som anløp Trondheim i basisperioden., hentet fra Kystverket sin anløpsstatistikk (Kystverket, 2022).</p> <p>For cruiseskip har Kystverket utgitt en egen prognose for anløp av cruiseskip i norske havner fra 2018 til 2060, som ble utarbeidet av TØI (Dybedal, 2018). For Trondheim bruker vi framskrivingen for Trøndelag i tabell 6.5 av denne rapporten mellom 2022 og 2028, som innebærer en vekstrate på kun 0,5 prosent per år, og at antall anløp i 2030 kun er 4,5 prosent høyere enn i basisperioden.</p> <p>For AtBs ferger, AtBs passasjerbåter og Andre passasjerskip antar vi at det ikke er noen endring i ruter i forhold til basisperioden og dermed ingen endring i antall anløp, slik at faktoren er 1,0 for hele perioden 2022-2030.</p>	
Usikkerhetsintervall	<p>For alle skipstyper utenom cruiseskip settes bredden på usikkerhetsintervallet lik bredden på et 67 prosents konfidensintervall for gjennomsnittlig antall anløp i basisperioden, relativt til gjennomsnittlig antall anløp (hvor antall anløp for hvert år i basisperioden sees på som et normalfordelt utvalg).</p> <p>For AtBs ferger, AtBs passasjerbåter og Andre passasjerskip har vi ikke dekkende anløpsstatistikk, ettersom disse utslippskildene hovedsakelig er rutegående trafikk, som ikke er inkludert i Kystverkets anløpsstatistikk. Vi definerer derfor ikke noe usikkerhetsintervall for disse utslippskildene. I utgangspunktet er referansebanen definert ut fra at det ikke skjer endringer i rutetilbudet til AtB eller kystruten, men det vil likevel være en viss ikke-kvantifisert usikkerhet knyttet til uforutsette hendelser.</p>	
Faktor	Andel energiforbruk i havn fra forbrenningsmotorer	relativ faktor
Antagelser	Referansebanen defineres til ikke å inneholde effekt av noen elektrifiseringstiltak for passasjerskipene, og DNV GLs referansebane for Klimakur 2030 inneholder ingen elektrifisering av andre skipstyper i 2030.. Denne faktoren er derfor 1,0 for alle utslippskilder for hele perioden.	
Usikkerhetsintervall	Denne faktoren har per definisjon ikke noe usikkerhetsintervall i referansebanen.	
Faktor	Utslipp per energienhet i havn for forbrenningsmotorer	tonn/GJ
Antagelser	<p>For årene til og med 2021 antas det at alle skip i referansebanen bruker kun diesel eller marin gassolje (MGO). For disse årene er denne faktoren for CO2 derfor lik CO2-utslippsfaktoren fra diesel/MGO fra det nasjonale klimagassregnskapet for alle utslippskilder. For CH4 og N2O settes faktoren slik at utslippene blir lik utslippene i Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassstatistikk (for CO2 er denne betingelsen allerede oppfylt ved å bruke utslippsfaktoren fra det nasjonale klimagassregnskapet, på grunn av hvordan de øvrige faktorene er definert for årene 2015-2020). Vi har ikke grunnlag for å regne ut separate utslippsfaktorer for AtBs ferger, AtBs passasjerbåter og Andre passasjerskip, og lar derfor utslippsfaktoren for disse tre være lik utslippsfaktoren vi får for utslippskilden Passasjer i Miljødirektoratets klimagassstatistikk.</p> <p>I framskrivingen for alle andre utslippskilder enn AtBs ferger og AtBs passasjerbåter bestemmes denne faktoren i praksis ut fra hvor stor andel av skipene i hver utslippskilde som går over til å bruke LNG (ettersom faktoren kun gjelder for forbrenningsmotorer, og ikke inkluderer effekten av biodrivstoff). Den blir da en vektet sum av utslippsfaktoren for diesel/MGO og utslippsfaktoren for LNG i det nasjonale klimagassregnskapet. I referansebanen antar vi at andelen LNG i 2030 er gitt ut fra andelen skip som bruker LNG i referansebanen som DNV GL laget for Klimakur 2030. Dette er gitt i tabell 6 av DNV GL (2019). I middelverdien velger vi utslippsfaktorene for CO2, CH4 og N2O for LNG slik at de til sammen gir et 12 % lavere utslipp enn standardfaktorene for diesel i sjøfart i det nasjonale klimagassregnskapet. Dette gjøres i praksis ved at vi tar utgangspunkt i utslippsfaktorene for diesel brukt i sjøfart fra det nasjonale klimagassregnskapet: 73,55 tonn CO2 per TJ, 0,23 kg CH4 per tonn diesel, og 0,08 kg N2O per tonn diesel (se seksjon 3.2.7.4 av det nasjonale klimagassregnskapet for 2022 (Miljødirektoratet, 2022b)). For LNG antar vi så de</p>	

	<p>samme utslippsfaktorene for CO₂ og N₂O som i det nasjonale klimagassregnskapet (56,08 tonn CO₂ per TJ og 0,08 kg N₂O per tonn diesel), og justerer utslippsfaktoren for CH₄ slik at den samlede utslippsfaktoren for alle tre gasser målt i CO₂ekvivalenter blir 12 % lavere enn for diesel. Dette medfører en utslippsfaktor for CH₄ på 0,35 tonn CH₄ per TJ eller 15 kg CH₄ per tonn LNG, 66 ganger høyere enn CH₄-utslippsfaktoren for diesel. Merk at utslippsfaktoren i det nasjonale klimagassregnskapet er nesten tre ganger høyere enn dette. Se nedenfor for antakelser i ytterkantene av usikkerhetsintervallet.</p> <p>For årene 2022-2029 lar vi verdien av faktoren være gitt ved lineær interpolering mellom 2021 og 2030.</p> <p>For AtBs ferger og AtBs passasjerbåter antar vi at faktoren forblir konstant gjennom hele perioden i referansebanen. Dette gjøres fordi referansebanen ikke skal inneholde tiltak for disse skipene, og all elektrifisering eller bytte av drivstoff ville være å anse som et tiltak.</p> <p>For Andre passasjerskip (som hovedsakelig består av kystruten) definerer vi utslippsfaktoren fra og med 2023 ut fra en LNG-andel på 4/11. Dette gjøres fordi Havila Kystrutens 4 skip av de totalt 11 som trafikkerer kystruten bruker LNG. Havila startet drift på kystruten i desember 2021 med ett skip og fra mai 2022 med skip nummer to. For enkelhets skyld antar vi at LNG-andelen da blir 2/9 for 2022. Planene for Hurtigruten AS er foreløpig uklare, og vi antar derfor fortsatt ren MGO-drift for deres skip.</p>	
Usikkerhetsintervall	<p>Hovedkildene til usikkerhet i denne faktoren kommer fra 1) antakelsen i DNV GLs referansebane for hvor stor andel av skipene i hver utslippskilde som går over til å bruke LNG samt usikkerhet om hvilke andre lavutslippsteknologier som vil tas i bruk, og 2) netto klimaeffekt av LNG når man også tar hensyn til lekkasjer og uforbrent metan (LNG består hovedsakelig av metan).</p> <p>Når det gjelder punkt 1, har vi ikke grunnlag for å vurdere usikkerheten i DNV GLs anslag. Det er likevel stor ikke-quantifisert usikkerhet om hvilke lavutslippsteknologier som tas i bruk på skip som anløper Trondheim i referansebaneperioden, knyttet både til teknologiutvikling, hvor fort ulike teknologier tas i bruk, og hvor stor utskiftings eller oppgraderingstakten vil være for de aktuelle skipene.</p> <p>Når det gjelder punkt 2, er det stor usikkerhet rundt hvor høy CH₄-utslippsfaktoren for LNG er i forhold til diesel. Naturgass gir ca. 25 % lavere CO₂-utslipp per energienhet ved forbrenning enn diesel, men består selv hovedsakelig av CH₄ (metan). Ettersom CH₄ i modellen har et 100-årig globalt oppvarmingspotensial på 25 ganger CO₂ (dvs. 1 tonn CH₄ = 25 tonn CO₂ekv.) kan selv små lekkasjer eller utslipp av uforbrent CH₄ redusere eller til og med reversere klimaeffekten av å bytte fra diesel til LNG. DNV GL antar at å bytte fra diesel til LNG gir en netto reduksjon i CO₂ekv-utslipp på 12 %. Standardfaktorene for sjøfart i det nasjonale klimagassregnskapet gir imidlertid et CO₂-ekvivalent utslipp per energienhet for LNG som er 7 % høyere enn for diesel.</p> <p>Standardantakelsene i modellen følger DNV GL, og er beskrevet over. I øvre grense for usikkerhetsintervallet antar vi de samme utslippsfaktorene som i det nasjonale klimagassregnskapet, for både CH₄, CO₂ og N₂O. Dette gir en CH₄-utslippsfaktor på 44 kg CH₄ per tonn LNG (0,92 tonn CH₄ per TJ), 172 ganger høyere enn CH₄-utslippsfaktoren for diesel. For alle tre gassene til sammen målt i CO₂-ekvivalenter gir det 7 prosent høyere utslipp per energienhet enn for diesel.</p> <p>For nedre grense gjør vi en svært optimistisk antakelse om at naturgassen forbrennes fullstendig og uten lekkasjer, og at CH₄-utslippsfaktoren blir den samme som for diesel. I dette tilfellet blir den samlede utslippsfaktoren målt i CO₂-ekvivalenter 24 % lavere enn for diesel.</p>	
Faktor	Energibruk i havn per anløp relativt til basisperioden for forbrenningsmotorer	relativ faktor
Antagelser	<p>Denne faktoren er per definisjon lik 1 for årene til og med 2021.</p> <p>For 2030 antar vi at denne faktoren (utenom for passasjerskip) er gitt ut fra den energieffektiviseringen som er implisitt i DNV GL sin referansebane for Klimakur 2030. Denne regnes ut ved å ta den relative reduksjonsfaktoren for utslipp i 2030 i forhold til 2018 gitt av tabell 5 i DNV GL (2019), dividert med den relative endringen i utslipp per energienhet (se nedenfor), og videre dividert med den relative endringen i aktivitet i DNV GLs referansebane (gitt ut fra vekstratene i tabell 3 i DNV GL (2019), for 12 års vekst 2018-2030).</p>	

	I denne utregningen er den relative endringen i utslipp per energienhet fra 2018 til 2030 lik utslippsfaktoren i 2030 (som er lik faktoren Utslipp per energienhet i havn for forbrenningsmotorer i 2030, se ovenfor) dividert med utslippsfaktoren for diesel/MGO. For AtBs båter , AtBs passasjerskip og Andre passasjerskip antar vi at faktoren forblir 1 for hele perioden til 2030 referansebanen. Dette er fordi det så vidt vi vet ikke er planlagt eller vedtatt noen utskifting eller oppgraderinger av disse skipene, og eventuelle endringer ville være å anse som tiltak.	
Usikkerhetsintervall	Benyttes ikke. Vi har ikke grunnlag for å kvantifisere usikkerheten i kildene som benyttes. Det er likevel betydelig ikke-kvantifisert usikkerhet knyttet til hvilke teknologier eller energieffektiviseringstiltak som tas i bruk på nye skip og utskiftingstakten for skip som anløper Trondheim.	
Faktor	Andel bioenergi i drivstoff	relativ faktor
Antagelser	I referansebanen er det ingen skip som antas å benytte biodrivstoff framover, og det er heller ikke justert for biodrivstoff i noen av årene i Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap. Hurtigruten AS har etter sigende vurdert å bruke biodiesel på sine skip (i stedet for tidligere planer om LNG-drift), men det er uklart om det er tatt noen endelig avgjørelse på dette. Videre har Miljødirektoratet utredet et nasjonalt omsetningskrav for biodrivstoff i sjøfarten, men dette er ikke vedtatt og regjeringen har ikke tatt stilling i saken. Derfor settes faktoren lik null for alle år. Den beholdes som del av beregningsmodellen for å kunne modellere eventuelle tiltak som innebærer bruk av biodrivstoff eller effekten av et framtidig omsetningskrav for biodrivstoff i sjøfart.	
Usikkerhetsintervall	Benyttes ikke.	
Faktor	Andel dieselekvivalent energiforbruk i havn fra elektriske motorer	relativ faktor
Antagelser	Denne faktoren er null i referansebanen. Havila Kystrutens skip kan bruke batteridrift i havn, men dette er avhengig av ladestrøm/landstrøm. Effekten av dette regnes derfor ikke med i referansebanen, men tas med i tilsvarende tiltak for å etablere ladestrøm/landstrøm for kystrutens skip.	
Usikkerhetsintervall	Denne faktoren har ikke noe usikkerhetsintervall i referansebanen.	
Faktor	Utslipp per energienhet i havn for elektriske motorer	tonn/GJ
Antagelser	Denne faktoren er null i den territorielle tilnærmingen og i scope 1 for GPC-tilnærmingen. I scope 2 og 3 benyttes utslippsfaktorer gitt i kapittel 2.2.	
Usikkerhetsintervall	Benyttes ikke.	
Faktor	Energibruk i havn per anløp relativt til basisperioden for elektriske motorer	relativ faktor
Antagelser	Settes lik 1/2,754 for alle år i referansebanen. Se utledning av denne faktoren i delkapittel 7.6.2. Det er ikke grunnlag for å anta noen utvikling i energieffektivitet for landstrøm- eller batteridrevne systemer i referansebanen.	
Usikkerhetsintervall	Benyttes ikke.	

7.6.3.2 Seiling

Antakelser og usikkerhet for referansebanen er beskrevet i Tabell 107.

Tabell 107: Antagelser per faktor for referansebanen i sektor Sjøfart, bidrag Seiling

Utslippskilde	[Alle skips kategorier]	
Bidrag	Seiling	
Faktor	Energiforbruk under seiling i basisperioden	GJ

Antagelser	Verdien for denne faktoren for årene 2015-2021 regnes ut på samme måte som tilsvarende faktor for bidraget Havneligge (Energiforbruk i havn i basisperioden (se tabell 106), men i stedet for å multiplisere med andelen utslipp i havn, multipliseres det med andelen utslipp fra seiling (1 minus andel utslipp i havn). For å framskrive faktoren for årene 2022-2030 brukes samme framgangsmåte og samme basisperioder som for bidraget Havneligge.	
Usikkerhetsintervall	Defineres på samme måte som for Havneligge	
Faktor	Utseilt distanse relativt til basisperioden	relativ faktor
Antagelser	Denne faktoren settes identisk lik faktoren Antall anløp relativt til basisperioden. Dette innebærer i praksis en antakelse om at antall anløp og utseilt distanse utvikler seg likt, som igjen forutsetter at inn-/utseilingstraséer ikke endrer seg drastisk, og at andelen gjennomfartstrafikk (skip som seiler gjennom Trondheim kommune uten å anløpe Trondheim havn) heller ikke endrer seg mye. Andelen gjennomfartstrafikk i Trondheim både er og har vært sannsynligvis svært lav, ut fra skipsspor registrert i Havbase (Kystverket) fra AIS-systemet. Det er derfor rimelig å anta at den ikke vil endre seg mye.	
Usikkerhetsintervall	Defineres på samme måte som for Havneligge. Vi vet ikke hvordan utseilt distanse for utslippskilden Passasjer i Miljødirektoratets statistikk fordeler seg på AtBs båter , AtBs passasjerskip og Andre passasjerskip . Som for Antall anløp relativt til basisperioden, definerer vi derfor ikke noe usikkerhetsintervall for disse utslippskildene. Se ellers kommentarer over under beskrivelsen av usikkerhetsintervallet for «Antall anløp relativt til basisperioden».	
Faktor	Andel energiforbruk under seiling fra forbrenningsmotorer	relativ faktor
Antagelser	Settes lik tilsvarende faktor for Havneligge (Andel energiforbruk i havn fra forbrenningsmotorer) i referansebanen (dvs. 1). Tiltak som fører til økt bruk av landstrøm uten en tilsvarende økning i andel skip med elektrisk framdrift, kan gjøre at denne faktoren endrer seg på en annen måte enn for Havneligge, men det forekommer ikke i referansebanen.	
Usikkerhetsintervall	Denne faktoren har per definisjon ikke noe usikkerhetsintervall i referansebanen.	
Faktor	Utslipp per energienhet under seiling for forbrenningsmotorer	tonn/GJ
Antagelser	Settes lik tilsvarende faktor for Havneligge. Dette innebærer i praksis å anta at skip ikke bruker ulike fossile energikilder (diesel eller LNG) under seiling enn i havn.	
Usikkerhetsintervall	Samme som for Havneligge (dvs. benyttes ikke).	
Faktor	Energiforbruk per nautisk mil relativt til basisperioden for forbrenningsmotorer	relativ faktor
Antagelser	Settes lik tilsvarende faktor for Havneligge (Energiforbruk i havn per anløp relativt til basisperioden for forbrenningsmotorer). Det innebærer å anta at utviklingen i energieffektivitet har samme effekt i havn som til sjøs. Dette er ikke nødvendigvis helt riktig men vi har ikke grunnlag til å kunne beregne ulik utvikling i energieffektivitet ved havn og under seiling.	
Usikkerhetsintervall	Benyttes ikke. Vi har ikke grunnlag for å kvantifisere usikkerheten i kildene som benyttes.	
Faktor	Andel bioenergi i drivstoff	relativ faktor
Antagelser	Settes identisk lik tilsvarende faktor for Havneligge.	
Usikkerhetsintervall	Benyttes ikke.	
Faktor	Andel energiforbruk under seiling fra elektriske motorer	relativ faktor
Antagelser	Settes lik tilsvarende faktor for Havneligge.	
Usikkerhetsintervall	Samme som tilsvarende faktor for Havneligge (dvs. null).	
Faktor	Utslipp per energienhet under seiling for elektriske motorer	tonn/GJ

Antagelser	Denne faktoren er null i den territorielle tilnærmingen og i scope 1 for GPC-tilnærmingen. I scope 2 og 3 benyttes utslippsfaktorer gitt i kapittel 2.2 (dvs. samme tilnærming som for Havneligge).	
Usikkerhetsintervall	Benyttes ikke.	
Faktor	Energibruk per nautisk mil relativt til basisperioden for elektriske motorer	relativ faktor
Antagelser	Settes lik 1 for alle år i referansebanen, i likhet med tilsvarende faktor for Havneligge.	
Usikkerhetsintervall	Benyttes ikke.	

7.6.4 Tiltaksanalyser

Tiltak	S1.1	Fossilfri kollektivtrafikk (båt)	Sjøfart
Tiltakspakke	1 - Klimabudsjett		
Antagelser	<p>Tiltaket består i hybrid-elektrisk drift av fergesambandet Flakk-Rørвик. Fergene kan ikke gjennomføre hele overfarten på elektrisk drift, i tillegg til at en ferge med ren dieseldrift av og til settes inn som reserve. I underlagene for Trondheim kommunes klimabudsjett er det gitt et effektanslag basert på 75 % reduksjon i utslippene fra sambandet i forhold til 2018-nivå, i tillegg til et mer konservativt anslag basert på 50 % reduksjon.</p> <p>Kvantifiseringen som en reduksjon i forhold til 2018 er litt utfordrende å oversette til endringer i faktorene som brukes i modellen (spesifikt andel energi fra forbrenningsmotorer og andel energi fra elektriske motorer), ettersom det ble benyttet andre ferger i 2018 enn fra 2019, som brukte LNG i stedet for diesel. For å forenkle beregningene merker vi oss at de fossile CO₂-utslippene justert for elektrisitetsforbruk i 2019 (4155 tonn, se Tabell 105) ligger nære de utslippene som AtB har rapportert for Flakk-Rørвик for 2018 (3988 tonn, antatt at 50% av utslippet tilskrives Trondheim kommune). Ettersom utslippene i 2019 danner grunnlaget for framskrivningene av utslippskilden AtBs ferger, kan vi anta at en gitt prosentandel reduksjon i utslippene i forhold til 2018 kan tilnærmes med at andelen energi fra forbrenningsmotorer går ned med den samme prosentandelen, mens andelen dieselekvivalent energi fra elektriske motorer går opp med samme prosentandel.</p>		
Forutsetninger	Effekten forutsetter tilstrekkelig tilgang på ladeeffekt ved hver kai, og tilstrekkelig tid til å lade til å oppnå ønsket elektrisitetsandel under overfarten. Disse forutsetningene antas å være tilfredsstillende.		
Faktor	Andel energi i havn fra forbrenningsmotor	Andel energi under seiling fra forbrenningsmotor	AtBs ferger
Tiltakseffekt	<p>I 2019 og 2020 settes denne faktoren lik andelen som diesel utgjør av samlet dieselekvivalent energi i AtB sitt Regnskap for Energi og Klimautslipp.</p> <p>I middelverdien for referansebanen fra 2022 til 2030 antas det at andel energi fra forbrenningsmotor går ned fra 100 % i referansebanen til 100 % minus midtpunktet mellom høyt (75 %) og konservativt (50 %) anslag for utslippsreduksjon i underlaget for Trondheim kommunes klimabudsjett, dvs. til 62,5 %.</p>		
Usikkerhetsintervall	Som nedre og øvre grense i perioden 2022-2030 bruker vi 100 % minus henholdsvis høyt og konservativt anslag for utslippsreduksjon i Trondheim kommunes klimabudsjett, som gir henholdsvis 75 % og 50 %.		
Faktor	Andel energi i havn fra elektriske motorer	Andel energi under seiling fra elektriske motorer	AtBs ferger
Tiltakseffekt	Denne faktoren settes til 100 % minus andel energi fra forbrenningsmotor.		
Usikkerhetsintervall	Gitt ut fra andel energi fra forbrenningsmotor		

Tiltak	S1.2	Landstrøm på Brattøra Pir 1 og 2	Sjøfart
Tiltakspakke	1 - Klimabudsjett		
Antagelser	<p>Tiltaket omfatter å etablere landstrømanlegg for kystrutens skip på Pir 1 i Brattøra, og for ulike spesialskip på Pir 2 (antas å høre inn under utslippskilden Andre aktiviteter sjøfart).</p> <p>For kyststruten antas det at landstrøm fjerner ca. 90 % av utslippene i havn, med en margin på 10 % for å ta høyde for nedetid og uforutsette omstendigheter. Anlegget gjør det også mulig for Havila Kyststruten sine skip (som har hybriddrift) å gjennomføre utseilingen på batteridrift, som dermed fjerner halvparten av utslippene fra seiling for 4 av de 11 kyststruteskipene (antas igjen skalert med omtrent 90 % for nedetid og andre omstendigheter).</p> <p>Utslipsreduksjonen for Andre aktiviteter sjøfart avhenger av hvor mange av de aktuelle fartøyene som legger til kai ved Pir 2, og hvor stor andel av dem som kan bruke landstrøm. I tråd med antakelsene for DNV GLs beregning av landstrømeffekt for Klimakur 2030 antar vi at 24 % av utslippet i havn fra utslippskilden fjernes (DNV GL antar en reduksjon på 26 av 110 tusen tonn nasjonalt, se tabell 15 i DNV GL (2019)).</p> <p>Landstrømanlegg på Brattøra åpnet i august 2022. Det antas derfor 1/3 effekt i 2022 og full effekt fra og med 2023 (men med variasjoner beskrevet nedenfor).</p>		
Forutsetninger	<p>Effekten forutsetter tilstrekkelig tilgang på ladeeffekt ved hver kai og tilstrekkelig oppetid. Det forutsettes også at alle skip som støtter landstrøm også benytter seg av tilbudet. Denne forutsetningen kan være utfordrende i perioder med svært høye strømpriser, avhengig av hvordan landstrømleveransene prises. I tillegg forutsettes det at Havila Kyststruten er villig til å benytte ren batteridrift til utseilingen (minst til kommunegrensen), og ikke sparer batterikapasiteten til et en annen del av seilasen.</p>		
Faktor	Andel dieselekvivalent energi i havn fra elektriske motorer	Andre passasjerskip	
Tiltakseffekt	Settes til 90 % fra og med 2023, og 1/3 av dette (30%) i 2022.		
Usikkerhetsintervall	Nedre og øvre grense settes skjønsmessig til henholdsvis 100 % og 80 % (og 1/3 av dette i 2022), dvs henholdsvis ingen nedetid og dobbelt så lang nedetid som forutsatt i Trondheim kommune sitt klimabudsjett.		
Faktor	Andel energi i havn fra forbrenningsmotor	Andre passasjerskip	
Tiltakseffekt	Settes lik 100 % minus andel dieselekvivalent energi i havn fra elektriske motorer.		
Usikkerhetsintervall	Gitt ut fra andel dieselekvivalent energi fra elektriske motorer		
Faktor	Andel dieselekvivalent energi under seiling fra elektriske motorer	Andre passasjerskip	
Tiltakseffekt	Settes lik $\frac{4 \cdot 0,9}{11 \cdot 2} = 0,164$, fra og med 2023. Dette reflekterer at Havila Kystrutens skip (4 av 11 kyststruteskip) foretar utseilingen (halvparten av samlet utseilt distanse) med batteristrøm, skalert med 90 % for 10 % nedetid og andre hendelser. I 2022 settes verdien til 1/3 av dette, og med 2/9 i brøken i stedet for 4/11, ettersom Havila kun opererte med 2 skip.		
Usikkerhetsintervall	Nedre og øvre grense regnes ut ved at brøken over skaleres med henholdsvis 1,0 (ingen nedetid) og 0,8 (dobbel så høy nedetid som anslått) i stedet for 0,9.		
Faktor	Andel energi under seiling fra forbrenningsmotor	Andre passasjerskip	
Tiltakseffekt	Settes lik 100 % minus andel dieselekvivalent energi under seiling fra elektriske motorer.		
Usikkerhetsintervall	Gitt ut fra andel dieselekvivalent energi fra elektriske motorer		
Faktor	Andel dieselekvivalent energi i havn fra elektriske motorer	Andre aktiviteter sjøfart	
Tiltakseffekt	Settes til 90 % ganger 24 %, altså 21,6 % i 2030. Effekten antas å øke lineært fra 0 i 2022 til full effekt i 2030.		

Usikkerhetsintervall	Nedre og øvre grense settes skjønsmessig til ved å multiplisere med henholdsvis 100 % og 80 % i stedet for 90 % i regnestykket over, dvs. til henholdsvis 24 % og 19,2 %.	
Faktor	Andel energi i havn fra forbrenningsmotor	Andre aktiviteter sjøfart
Tiltakseffekt	Settes lik 100 % minus andel dieselevivalent energi i havn fra elektriske motorer.	
Usikkerhetsintervall	Gitt ut fra andel dieselevivalent energi fra elektriske motorer	

Tiltak	S2.1	Omsetningskrav for biodrivstoff i skipsfart	Sjøfart
Tiltakspakke	2 - Klimakur 2030 og liknende tiltak		
Antagelser	<p>Dette tiltaket medfører å øke andelen biodrivstoff i sjøfart generelt til minimum 15 % i 2030, og er basert på (men ikke identisk med) tiltak S03 («Bruk av avansert biodrivstoff til skipsfart») i Klimakur 2030. Tiltaket er formulert som et virkemiddel, å innføre et omsetningskrav, men kan i prinsippet oppnås på andre måter som fører til minst 15 % biodrivstoffandel i sjøfart innen 2030.</p> <p>Kravet ville i praksis bare påvirke skip som bunkrer i Norge, og vil dermed potensielt ikke få full effekt for skip som ankommer fra havner utenfor Norge. Den aller største delen av utslippene i Trondheim havn er likevel fra innenriks sjøtransport. Denne andelen er ulikt fordelt på ulike utslippskilder på utslippskilder ettersom de største utslippene (AtBs ferger/passasjerbåter og Andre passasjerskip/kystruten) er 100 % eller tilnærmet 100 % innenlandske, mens det samme ikke nødvendigvis er tilfelle for ulike typer gods- og tankskip. For enkelhets skyld antar vi i utgangspunktet at tiltaket får full effekt for alle skipstyper, men i øvre grense for usikkerhetsintervallet tar vi høyde usikkerheten ved å anta kun halv effekt for alle skipstyper unntatt AtBs ferger, AtBs passasjerbåter og Andre passasjerskip.</p> <p>Tiltak S03 i Klimakur 2030 så for seg at et eventuelt omsetningskrav ville gjelde fra og med 2022, og beregnet effekt fra det året. Dette har så langt ikke skjedd, og regjeringen har ennå ikke tatt endelig stilling til å innføre kravet. Vi antar derfor at effekten starter først i 2024 (null effekt til og med 2023), men stiger lineært til samme nivå (15 %) i 2030.</p> <p>Tiltak S03 i opprinnelig form antok også virkemidler (f.eks. dobbelttelling) for å øke andelen biogass mer enn andelen biodiesel, og gjennom det potensielt bidra til økt bruk av LNG/LBG-skip generelt. På grunn av den uvisse effekten for LNG-skip på grunn av metanlekkasjer og uforbrent metan antar vi ikke det samme her, og forutsetter som en forenkling at tiltaket kun endrer den samlede bioandelen, ikke andelen skip med gassmotorer.</p> <p>Merk at dette tiltaket vil overoppfylle kravene til utslippsintensitetsreduksjon i FuelEU Maritime for alle skipstyper. Vi tar derfor ikke med egne andre tiltak for å oppfylle direktivet.</p>		
Forutsetninger	Tiltaket forutsetter at et omsetningskrav eller et tilsvarende virkemiddel vedtas og er tilstrekkelig til å sørge for 15 % andel biodrivstoff i skip som bruker forbrenningsmotorer innen 2030. Tidslinja over forutsetter også at kravet innføres raskt nok til å kunne være gjeldende fra og med 2024, og at det rampes opp lineært fra da fram mot 2030.		
Faktor	Andel bioenergi i drivstoff	[Alle utslippskilder og bidrag]	
Tiltakseffekt	Settes lik 15 % i 2030, eller maksverdien av 15 % og verdien før tiltaket. Mellom 2023 og 2030 interpoleres verdien lineært fra 0 i 2023, eller settes lik maksverdien av den interpolerte verdien og den verdien som faktoren hadde før tiltaket.		
Usikkerhetsintervall	Nedre grense antas lik middelverdien. I øvre grense settes effekten lik det halve av middelverdien (eller verdien før tiltaket, hvis den er høyere) for alle utslippskilder unntatt AtBs ferger, AtBs passasjerbåter og Andre passasjerskip.		

Tiltak	S2.2	Elektrifisering av Vanvikan-sambandet	Sjøfart
Tiltakspakke	2 - Klimakur 2030 og liknende tiltak		
Antagelser	Tiltaket omfatter elektrisk drift for hurtigbåtene på strekningen Trondheim-Vanvikan i ny kontrakt fra og med 2024. Det antas at tiltaket fører til at utslippet innenfor Trondheim		

	kommune fra dette sambandet (i territoriell tilnærming og GPC-tilnærming scope 1) faller helt bort, både for havneligge og under seiling. Tiltaket er basert på vinnende tilbud i kontrakt fra og med 2024 (Norled), som tilbyr hybridelektrisk drift på hurtigbåtsambandene, og anslår at 100% utslippsreduksjon for sambandet Trondheim-Vanvikan, altså tilnærmet 100% batteridrift, og bytte av batteri med batteribytterobot i løpet av anløpene. Driften fases inn i løpet av 2024, og ifølge korrespondanse mellom Norled og Trondheim kommune skal samtlige hybridskip være i drift innen september. Dette tilnærmes som halv effekt i 2024 og full effekt fra og med 2025.	
Forutsetninger	Tiltaket forutsetter at anslag fra Norled stemmer, at batteribytterobot og ladeinfrastruktur er på plass både i Trondheim og Vanvikan innen 2024, og at opptiden er tilnærmet 100%. For å ta høyde for noe nedetid, velges det noe mindre enn 100% elektrisk drift i øvre grense for usikkerhetsintervallet (se nedenfor).	
Faktor	Andel dieselekvivalent energi i havn fra elektriske motorer Andel dieselekvivalent energi under seiling fra elektriske motorer	AtBs passasjerbåter
Tiltakseffekt	Settes lik den andelen som Vanvikan-sambandet har av samlet energiforbruk for hurtigbåtene i referansebanen (som antas å være lik andelen i AtBs Regnskap for Energi og Klimautslipp for 2019, justert for andel av hvert samband innenfor Trondheim kommune). Denne andelen er lik 32 %.	
Usikkerhetsintervall	I nedre grense antas 100 % elektrisk drift, som i middelveidien. I øvre grense antas effekten å være bare 90 %, for å ta høyde for en viss nedetid.	
Faktor	Andel energi i havn fra forbrenningsmotor Andel energi under seiling fra forbrenningsmotor	AtBs passasjerbåter
Tiltakseffekt	Settes lik 100 % minus andel dieselekvivalent energi fra elektriske motorer.	
Usikkerhetsintervall	Gitt av usikkerhetsintervallet for andel dieselekvivalent energi fra elektriske motorer.	

Tiltak	S2.3	Hybrid drift for hurtigbåtsambandene til Brekstad og Kristiansund	Sjøfart
Tiltakspakke	2 - Klimakur 2030 og liknende tiltak		
Antagelser	Strekningen Trondheim-Brekstad er betydelig lengre enn Trondheim-Vanvikan, slik at ren elektrisk drift er mer krevende. I det vinnende tilbudet for ny kontrakt fra 2024 har Norled anslått en utslippsreduksjon på 80 % for Trondheim-Brekstad og 70 % for Trondheim-Kristiansund, ved hjelp av hybridelektrisk drift. Etter å ha justert for andel utslipp i havn, tilsier dette at sannsynligvis hele utseilingen fra Trondheim til kommunegrensa kan gjennomføres på elektrisk drift, men ikke noen vesentlig andel av innseilingen. Antakelsene her er ellers de samme som for S2.2 (Elektrifisering av Vanvikan-sambandet). Det antas halv effekt i 2024, og full effekt fra og med 2025.		
Forutsetninger	Forutsetningene for dette tiltaket er de samme som for S2.2 (tilsvarende tiltak for Vanvikan-sambandet).		
Faktor	Andel dieselekvivalent energi i havn fra elektriske motorer	AtBs passasjerbåter	
Tiltakseffekt	Settes lik den andelen som Brekstad- og Kristiansund-sambandene har av samlet energiforbruk for hurtigbåtene i referansebanen (som antas å være lik andelen i AtBs Regnskap for Energi og Klimautslipp for 2019, justert for andel av hvert samband innenfor Trondheim kommune). Denne andelen er lik 68 %.		
Usikkerhetsintervall	Nedre grense settes lik middelveidien. I øvre grense antas det bare 90 % av full effekt, for å ta høyde for nedetid og andre uforutsette omstendigheter.		
Faktor	Andel dieselekvivalent energi under seiling fra elektriske motorer	Andre passasjerskip	
Tiltakseffekt	Regnes ut på samme måte som Andel dieselekvivalent energi under seiling fra elektriske motorer, men divideres med 2 ettersom kun utseiling og ikke innseiling gjennomføres på batteridrift.		

Usikkerhetsintervall	Defineres på samme måte som for Andel dieselevivalent energi i havn fra elektriske motorer.	
Faktor	Andel energi i havn fra forbrenningsmotor Andel energi under seiling fra forbrenningsmotor	Andre passasjerskip
Tiltakseffekt	Settes lik 100 % minus andel dieselevivalent energi fra elektriske motorer.	
Usikkerhetsintervall	Gitt ut fra usikkerhetsintervallene for andel dieselevivalent energi fra elektriske motorer.	

Tiltak	S2.4	Utbygging av landstrøm for cruiseskip	Sjøfart
Tiltakspakke	2 - Klimakur 2030 og liknende tiltak		
Antagelser	<p>Tiltaket omfatter å bygge tilstrekkelig landstrømdekning til å kunne tilby landstrøm til alle cruiseskip som kan bruke det. På grunn av utfordringer med å framføre tilstrekkelig mengde kraft til havneområdet antar vi at tiltaket først tar effekt i 2028, men at det da kan tilbys tilstrekkelig landstrøm til å dekke behovet til alle cruiseskip som legger til kai og støtter det. Effekten av tiltaket avhenger derfor av hvor stor andel av cruiseskipene som er tilrettelagt for å bruke landstrøm, og hvor stor andel av energibehovet i havn som kan dekkes med strøm fra land.</p> <p>Det foreslåtte EU-direktivet FuelEU Maritime (foreslått av EU-kommisjonen i 2021, med en forsterket versjon vedtatt av EU-parlamentet i oktober 2022) vil kreve at alle passasjerskip og containerskip over 5000 grosstonn som anløper en havn i en medlemsstat etter 1. januar 2030, skal kunne koble seg til landstrøm og bruke landstrøm til å dekke alle energibehov ved kai.</p> <p>Vi antar derfor i utgangspunktet at tiltaket gir 100% elandel for havneligge for cruiseskip fra og med 2020. En betydelig andel av cruiseskip støtter allerede landstrøm. Vi antar derfor, noe vilkårlig, at halvparten av cruiseskipene som anløper Trondheim i 2028 kan ta landstrøm i bruk og bruke det til å dekke hele energibehovet i havn, og at dette øker lineært til 100 % i 2030.</p> <p>I øvre grense for usikkerhetsintervallet tar vi likevel høyde for at direktivet likevel ikke blir vedtatt, eller at det ikke blir innført i norsk lov. I det tilfellet antar vi at antallet skip som støtter landstrøm i 2030 bare er lik den relative utslippsreduksjonen som angis i DNV GLs anslag for effekt av landstrøm i Klimakur 2030, lik 54,2 % (se tabell 15 i DNV GL (2019)). Det antas fortsatt lineær effektøkning fra 50 % i 2028.</p>		
Forutsetninger	Effekten forutsetter at det er nok tilkoblingspunkter og kapasitet tilgjengelig til å levere landstrøm til alle cruiseskip som ligger til kai samtidig, eller at anløpene planlegges slik at det aldri blir mangel på tilkoblingspunkter der skipene ligger. Det antas også at FuelEU Maritime vedtas i en endelig versjon som beholder krav om 100 % energi i havn fra landstrøm for de aktuelle skipene, og at direktivet innføres i norsk lov. Det forutsettes også at det kan framføres tilstrekkelig effekt til de aktuelle delene av havneområdet innen 2028.		
Faktor	Andel dieselevivalent energi i havn fra elektriske motorer	Andel dieselevivalent energi i havn fra elektriske motorer	
Tiltakseffekt	Settes lik 0 % til og med 2027, og stiger så lineært fra 50 % til 100 % fra 2028 til 2030.		
Usikkerhetsintervall	Nedre grense er lik middelverdien. I øvre grense stiger andelen til bare 54,2 % i 2030.		
Faktor	Andel energi i havn fra forbrenningsmotor	Andel energi i havn fra forbrenningsmotor	
Tiltakseffekt	Settes lik 100 % minus andel dieselevivalent energi i havn fra elektriske motorer.		
Usikkerhetsintervall	Gitt ut fra andel dieselevivalent energi fra elektriske motorer		

Tiltak	S2.5	Utbygging av landstrøm for gods- og tankskip	Sjøfart
Tiltakspakke	2 - Klimakur 2030 og liknende tiltak		
Antagelser	<p>Tiltaket omfatter å bygge tilstrekkelig landstrømdekning til å kunne tilby landstrøm til alle gods- og tankskip som kan bruke det. Antakelsene om innfasing og om andel av skip som støtter landstrøm, er tilsvarende som for tiltak S2.4 (Utbygging av landstrøm for cruiseskip), se ovenfor.</p> <p>Det antas altså 50 % elandel for havneligge i 2028, og lineær økning til 100 % i 2030, unntatt i øvre grense for usikkerhetsintervall, hvor utslippsreduksjonen på grunn av landstrøm i DNV GLs beregninger for Klimakur 2030 legges til grunn (se tabell 15 i DNV GL (2019)).</p> <p>DNV GL bruker en annerledes inndeling av skipstyper enn utslippskildene i Miljødirektoratets kommunefordelte klimagasstatistikk, og har kun to skipstyper som er relevante for dette tiltaket, kalt «Godsskip», og «Våt- og tørrbulk» (våtbulk» antas å inkludere tankskip).</p> <p>Utslippsreduksjonen fra landstrøm i havn i 2030 er 76 % for «Godsskip», og 91 % for «Våt- og tørrbulk».</p> <p>Vi inkluderer følgende utslippskilder fra Miljødirektoratet i de to skipstypene fra DNV GL:</p> <p>Godsskip: Stykkgodsskip, Ro Ro last, Kjøle-/ fryseskipp, Kontainerskip</p> <p>Våt- og tørrbulk: Kjemikalietankere, Bulkskip, Oljeprodukttankere, Gasstankere, Råoljetankere</p>		
Forutsetninger	Samme forutsetninger som for tiltak S2.4.		
Faktor	Andel dieselevivalent energi i havn fra elektriske motorer	Andel dieselevivalent energi i havn fra elektriske motorer	
Tiltakseffekt	lik 0 % til og med 2027, og stiger så lineært fra 50 % til 100 % fra 2028 til 2030.		
Usikkerhetsintervall	Vi har ikke grunnlag for å anslå usikkerhetsintervall for denne faktoren.		
Faktor	Andel energi i havn fra forbrenningsmotor	Andel energi i havn fra forbrenningsmotor	
Tiltakseffekt	Settes lik 100 % minus andel dieselevivalent energi i havn fra elektriske motorer.		
Usikkerhetsintervall	Gitt ut fra andel dieselevivalent energi fra elektriske motorer		

Tiltak	S3.1	Nullutslipp for AtBs ferger og passasjerbåter	Sjøfart
Tiltakspakke	3 - Kraftfulle tiltak		
Antagelser	<p>Tiltaket går lenger enn S3.1 og S2.3 og krever fullstendig nullutslipp. Dette innebærer at fergene på sambandet Flakk-Rørvik får utvidet batterikapasiteten eller innfører annen nullutslippsteknologi som gjør dem i stand til å gjennomføre hele overfarten uten å bruke dieseldrift. Hurtigbåtene til Brekstad og Kristiansund må tilsvarende gjøres i stand til å gjennomføre innseilingen fra Brekstad utslippsfritt, ikke bare utseilingen. Dette innebærer at utslippene for både havneligge og seiling for AtBs ferger og AtBs passasjerbåter går til null.</p> <p>Det antas at tiltaket gir effekt for AtBs passasjerbåter fra og med 2028, og for AtBs ferger fra og med 2029, i takt med fornyelse eller forlengelse av kontraktene for de aktuelle strekningene.</p> <p>Hvis dette tiltaket gjennomføres, antas det at tiltak S2.1 (nullutslipp for Trondheim-Vanvikan) allerede er gjennomført, slik at utslippene for samtlige hurtigbåter i Trondheim kan antas å være null. Denne antakelsen gjør det enklere å implementere tiltaket i beregningsmodellen.</p>		
Forutsetninger	Tiltaket forutsetter at hurtigbåter med tilstrekkelig lang elektrisk rekkevidde er tilgjengelige innen 2028. Det forutsetter også politisk vilje til å betale for de eventuelle høye kostnadene som det kan medføre å kreve en slik løsning. Det forutsetter også tilstrekkelig ladekapasitet ved hver kai, og tilnærmet 100 % oppetid.		

	Tiltaket forutsetter strengt tatt ikke elektrisk drift på hele strekningen Trondheim-Kristiansund, bare at batterikapasitet og ladekapasitet/ladetid i Brekstad er tilstrekkelig til at innseilingen fra Brekstad til Trondheim kan gjennomføres med rent elektrisk drift. Det kan derfor være rom for hybridferger med ekstra stor batterikapasitet, men ikke nødvendigvis nok batterikapasitet til hele strekningen Brekstad-Kristiansund. I beregningene vil vi likevel anta at skipene kan behandles som nullutslippsskip.	
Faktor	Andel dieselekvivalent energi i havn fra elektriske motorer Andel dieselekvivalent energi under seiling fra elektriske motorer	AtBs passasjerbåter AtBs ferger
Tiltakseffekt	Settes lik 100 % fra og med 2028 for AtBs passasjerbåter, og fra og med 2029 for AtBs ferger.	
Usikkerhetsintervall	Benyttes ikke. Det forutsettes nullutslipp.	
Faktor	Andel energi i havn fra forbrenningsmotor Andel energi under seiling fra forbrenningsmotor	AtBs passasjerbåter AtBs ferger
Tiltakseffekt	Settes lik 0 fra og med 2028 for AtBs passasjerbåter, og fra og med 2029 for AtBs ferger.	
Usikkerhetsintervall	Benyttes ikke. Det forutsettes nullutslipp.	

Tiltak	S3.2	Påbud om landstrøm og batteridrift for alle cruiseskip, godsskip og tankere	Sjøfart
Tiltakspakke	2 - Klimakur 2030 og liknende tiltak		
Antagelser	Tiltaket innebærer å påby at alle cruiseskip, godsskip og tankere som anløper Trondheim må støtte landstrøm, og som minimum ha hybrid drift med tilstrekkelig batterikapasitet til å kunne seile ut til kommunegrensen på batteridrift. Det påbys ikke å kunne gjennomføre innseilingen utslippsfritt, ettersom det er uklart om det vil være mulig kreve dette for alle slike (som regel store) skip innen 2030. Det antas kun omtrent 5 prosent ekstra fossil drift på grunn av nedetid på anleggene eller andre uforutsette hendelser, altså noe bedre enn for landstrømanleggene som ble bygd ut i 2021/2022. Det antas full effekt fra og med 2028.		
Forutsetninger	Tiltaket forutsetter at det bygges ut tilstrekkelig ladestrømskapasitet og tilstrekkelig antall ladepunkter på aktuelle kaier til at alle skip kan lade og ligge på landstrøm under havneligge. Det forutsetter også at det innføres (presumptivt svært høye) avgifter eller andre insentiver som er tilstrekkelige til å rettfærdiggjøre investeringskostnadene for de aktuelle rederiene, og at kostnaden ikke er for høy i forhold til den økonomiske verdien av selve skipstrafikken, slik at rederiene ikke velger å holde seg fullstendig borte fra Trondheim eller å bruke alternative havner i andre kommuner som ikke innfører tilsvarende krav. For å oppfylle disse forutsetningene kan det være nødvendig med statlig drahjelp i form av nasjonale påbud/avgifter og/eller støtte til rederiene, og/eller koordinering med nabokommuner for å unngå at anløpene flyttes dit i stedet.		
Faktor	Andel dieselekvivalent energi i havn fra elektriske motorer		Cruiseskip [Alle laste- og tankskiptyper]
Tiltakseffekt	Økes med 95 % av den gjenværende andelen energi fra forbrenningsmotorer i havn fra og med 2028 i middelverdien.		
Usikkerhetsintervall	Økes med henholdsvis 100 % og 90 % av gjenværende andel forbrenningsmotorer i henholdsvis nedre/øvre bane, for å reflektere ingen eller dobbelt så mye nedetid som i middelverdien.		
Faktor	Andel dieselekvivalent energi under seiling fra elektriske motorer		Andre passasjerskip
Tiltakseffekt	Økes med 95 % av den gjenværende andelen energi fra forbrenningsmotorer, dividert med 2 (47,5 %, for å gjenspeile at kun utseilingen gjøres på batteridrift).		

Usikkerhetsintervall	Økes med 100 % dividert med 2 (50 %) og 90 % dividert med 2 (45 %) av gjenværende andel forbrenningsmotorer, i henholdsvis nedre og øvre bane, for å gjenspeile henholdsvis ingen eller dobbelt så mye nedetid som i middelverdien.	
Faktor	Andel energi i havn fra forbrenningsmotor Andel energi under seiling fra forbrenningsmotor	Andre passasjerskip
Tiltakseffekt	Settes lik 100 % minus andel dieselekvivalent energi fra elektriske motorer.	
Usikkerhetsintervall	Gitt ut fra usikkerhetsintervallene for andel dieselekvivalent energi fra elektriske motorer.	

7.7 Jordbruk

7.7.1 Antagelser for referansebanen

I 2020 sto denne sektoren for 4,1 prosent av utslippene i Trondheim. Sektoren jordbruk er delt inn i tre utslippskilder som vist i Tabell 108. Utslippskildene dekomponeres ikke i bakenforliggende faktorer.

Utslipp fra energibruk i jordbruket er ikke medregnet i denne sektoren, men inkluderes i sektorene annen mobil forbrenning (bruk av traktorer og landbruksmaskiner) og oppvarming.

Tabell 108: Struktur for sektor Jordbruk. Hvor er faktorene brukt: M=oppsett etter Miljødirektoratets sektorinndeling, GPC-S(x) = GPC-oppsett, hvor S angir scope (1,2,3).

Utslippskilde / GPC sub-sektor	Bidrag / GPC bidrag	Faktor	Benevning	Hvor er faktoren brukt
Fordøyelsesprosesser husdyr / V.1 Livestock	Fordøyelsesprosesser husdyr / V.1A	Utslipp fra fordøyelsesprosesser husdyr	tonn	M, GPC-S1
Gjødselhåndtering / V.2 Land	Gjødselhåndtering / V.2A	Utslipp fra gjødselhåndtering	tonn	M, GPC-S1
Jordbruksarealer / V.3 Other AFOLU	Jordbruksarealer / V.3A	Utslipp fra jordbruksarealer	tonn	M, GPC-S1

Alle tre utslippskildene har til felles at beregningsmodellene som brukes i Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap er forholdsvis komplekse og krever en rekke ulike parametere og inngangsdata som ikke alle er lett tilgjengelige. Beregningene bak det kommunefordelte klimagassregnskapet 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 det kommunefordelte klimagassregnskapet 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 kommunefordelte klimagassregnskap, relativt små adresserbare utslipp samt begrensede ressurser i utarbeidelse av referansebane- og tiltaksmodellen, gjør vi en svært forenklet behandling av jordbrukssektoren. Utslippskildene dekomponeres ikke i bakenforliggende faktorer og referansebanen defineres på enklest mulig måte.

7.7.1.1 Fordøyelsesprosesser husdyr

Fordøyelsesprosesser husdyr omfatter hovedsakelig metanutslipp fra fordøyelsessystemet til drøvtyggere. Den sentrale driveren for utviklingen i utslipp er antall husdyr, spesielt storfe, men også til en viss grad sauer. Dette reflekterer igjen forventet utvikling i forbruk av matvarer, drevet av en kombinasjon av befolkningsutvikling og forbrukstrender. Utslippene påvirkes også av sammensetningen

av storfe (melkekyr, ammekyr etc.) og av faktorer som melkeytelse, kraftforandel, slaktealder og slaktevekt.

Landbruket er påvirket av politisk styrte rammebetingelser og utviklingen i husdyrbestanden vil være preget av nasjonale føringer. Siste tilgjengelige framskrivning på nasjonalt nivå (Finansdepartementet, 2022) viser en forventning om tilnærmet uendret utslipp fra jordbrukssektoren fram mot 2030. Den nasjonale framskrivningen legger til grunn at jordbruksproduksjonen skal følge befolkningsutviklingen samtidig som det forventes noe lavere utslipp per produsert enhet.

I Trondheim har det vært en svak nedgang i utslippene fra fordøyelsesprosesser husdyr siden 2009, og oppdragsgiver forventer en fortsatt svak nedgang i utslipp fra husdyr framover. I 2020 sto utslippskilden for 1,3 prosent av utslippene i Trondheim.

Tabell 109: Antagelser per faktor for referansebanen i sektor Jordbruk, utslippskilde Fordøyelsesprosesser husdyr

Utslippskilde	Fordøyelsesprosesser husdyr	
Bidrag	Fordøyelsesprosesser husdyr	
Faktor	Utslipp fra fordøyelsesprosesser husdyr	tonn
Antagelser	Det har vært en svak nedgang i utslippene fra fordøyelsesprosesser husdyr siden 2009, med en gjennomsnittlig årlig nedgang på 2,5 %. Utslippene framskrives basert på historisk trend.	
Usikkerhetsintervall	Det kvantifiseres ikke noe usikkerhetsintervall. Endringer i antall husdyr er den viktigste driverne for utslippene. Den siste tids prisøkning på drivstoff, strøm, bygningsmaterialer m.m. er en betydelig usikkerhetsfaktor for denne utslippskilden. Jordbruksoppgjøret 2022 søker å kompensere for de økte kostnadene (Landbruks- og matdepartementet, 2022).	

7.7.1.2 Gjødselføring

Utslipp fra gjødselføring omfatter CH₄- og N₂O-utslipp fra lagring av gjødsel. Den sentrale driveren for utviklingen i utslipp er antall husdyr, spesielt storfe, men også hester, svin og fjærfe. Utslippene påvirkes også av hvilke gjødselføringsmetoder som benyttes.

I Trondheim har det vært en svak nedgang i utslippene fra gjødselføring siden 2009, noe tilsvarende nedgangen fra fordøyelsesprosesser husdyr som omtalt over. I 2020 sto utslippskilden for 0,9 prosent av utslippene i Trondheim.

Tabell 110: Antagelser per faktor for referansebanen i sektor Jordbruk, utslippskilde Gjødselføring

Utslippskilde	Gjødselføring	
Bidrag	Gjødselføring	
Faktor	Utslipp fra gjødselføring	tonn
Antagelser	Det har vært en svak nedgang i utslippene fra gjødselføring siden 2009, med en gjennomsnittlig årlig nedgang på 1,8 %. Utslippene framskrives basert på historisk trend.	
Usikkerhetsintervall	Det kvantifiseres ikke noe usikkerhetsintervall. Denne utslippskilden avhenger av antall husdyr, tilsvarende som for utslippskilden Fordøyelsesprosesser husdyr, og samme usikkerhet vil gjelde for denne.	

7.7.1.3 Jordbruksarealer

Utslipp fra jordbruksarealer omfatter N₂O-utslipp fra spredning av gjødsel (både kunstgjødsel, husdyrgjødsel, slam og annen organisk gjødning), fra avføring fra dyr på beite og fra selve jordsmonnet på arealer brukt til jordbruk, spesielt oppdyrket myr. I tillegg omfattes CO₂-utslipp fra kalking av vassdrag og jordbruksarealer samt et mindre utslippsbidrag fra bruk av urea, og CH₄-utslipp fra halmbrenning. Bruk av kunstgjødsel står for det største bidraget til utslipp fra utslippskilden nasjonalt sett, men med betydelige bidrag fra bruk av husdyrgjødsel og fra oppdyrking av myrjord. N₂O-utslippene utgjør nær 90 prosent av utslipp fra jordbruksarealer både nasjonalt og i Trondheim.

I 2020 sto utslippskilden for 1,9 prosent av utslippene i Trondheim. De viktigste driverne for utslipp fra jordbruksarealer er endringer i jordbruksareal og mengde gjødsel brukt. Jordbruksproduksjonen i Trondheim domineres av kornproduksjon (hovedsakelig bygg, men også noe havre og hvete) framfor grovforproduksjon (SSB, 2022a). 75 prosent av nitrogenet som ble tilført åkerareal i Trøndelag i 2018 kom fra kunstgjødsel (Kolle og Oguz-Alper, 2020). Samlet sett kan dette tyde på at utslippene fra jordbruksarealer i Trondheim hovedsakelig kan tilskrives bruk av kunstgjødsel. Samlet jordbruksareal i drift i Trondheim har gått svakt ned siden 2009, men nedgangen er mindre enn 1 % per år. For Trøndelag sett under ett har tilført mengde nitrogen per dekar gjødslet areal av bygg økt fra 12,5 kg/da i 2013 (Gundersen og Heldal, 2015) til 13,8 kg/da i 2018 (Kolle og Oguz-Alper, 2020).

Det foreligger ingen prognoser for forventet utvikling i jordbruksproduksjon i regionen.

Tabell 111: Antagelser per faktor for referansebanen i sektor Jordbruk, utslippskilde Jordbruksarealer

Utslippskilde	Jordbruksarealer	
Bidrag	Jordbruksarealer	
Faktor	Utslipp fra jordbruksarealer	tonn
Antagelser	Det foreligger ingen prognoser for forventet utvikling i jordbruksproduksjon i regionen og utslippene framskrives med historisk trend. N ₂ O-utslippene har vært tilnærmet konstant siden 2009 og framskrives som konstante lik gjennomsnittet for perioden 2015-2020. CO ₂ -utslippene har på sin side økt betydelig fra 2011, men er relativt små sammenliknet med N ₂ O-utslippene. Dette er nasjonale utslipp, primært fra kalking som fordeles til kommuner basert på mengde fulldyrket areal i hver kommune. Utslippene framskrives lineært basert på den økende trenden i perioden 2015-2020. CH ₄ -utslippene er tilnærmet ubetydelige sammenliknet med N ₂ O-utslippene. Disse framskrives som konstante lik gjennomsnittet for perioden 2015-2020.	
Usikkerhetsintervall	Det kvantifiseres ikke noe usikkerhetsintervall. Endringer i jordbruksareal og mengde gjødsel brukt er de viktigste driverne for utslippene, men vi har ikke prognoser for forventet utvikling i aktiviteten i regionen. Den siste tids prisøkning på energi og innsatsfaktorer, blant annet på kunstgjødsel, er en betydelig usikkerhetsfaktor for denne utslippskilden. Jordbruksoppgjøret 2022 søker å kompensere for de økte kostnadene (Landbruks- og matdepartementet, 2022).	

7.7.2 Tiltaksanalyser

Tiltaksmodulene for tiltakene under ligger i selve modellen, men effekten av tiltakene er ikke tatt inn i resultatdelen.

Tiltak	J2.1	Bærekraftig kosthold	Jordbruk
Tiltakspakke	2 - Klimakur 2030 og liknende tiltak		
Antagelser	En overgang fra rødt kjøtt til plantebasert kost og fisk forventes å redusere utslippene fra jordbrukssektoren gjennom å endre sammensetningen og omfanget av jordbruksproduksjonen. Vi beregner tiltakseffekten for Trondheim ved å anta at tiltaket fører til samme relative reduksjon i metan (CH ₄) og lystgass (N ₂ O) for jordbrukssektoren i Trondheim 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 mengden 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).		
Forutsetninger	Beregnet tiltakseffekt forutsetter at tiltaket gjennomføres nasjonalt og ikke bare i Trondheim. En viss andel av husdyrholdet i Trondheim må antas å være drevet av forbruk av landbruksprodukter utenfor Trondheim kommune, og denne andelen vil ikke bli redusert dersom tiltaket kun gjennomføres i Trondheim. Tiltaket forutsetter derfor at det vedtas virkemidler som er tilstrekkelige til å endre matsystemet i bærekraftig retning på nasjonalt nivå, herunder insentiver for endret kosthold blant forbrukerne.		
Faktor	Utslipp fra fordøyelsesprosesser husdyr	Fordøyelsesprosesser husdyr	
Tiltakseffekt	Tiltaket fører til en reduksjon i antall drøvtyggere og med det hovedsakelig en reduksjon i CH ₄ -utslipp fra fordøyelsesprosesser husdyr.		
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall		
Faktor	Utslipp fra gjødselhåndtering	Gjødselhåndtering	
Tiltakseffekt	Tiltaket antas også å gi en reduksjon i CH ₄ - og N ₂ O-utslipp fra gjødselhåndtering (lagring).		
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall		
Faktor	Utslipp fra jordbruksarealer	Jordbruksarealer	
Tiltakseffekt	Tiltaket antas også å gi en reduksjon i N ₂ O-utslipp fra spredning av kunstgjødsel og husdyrgjødsel på jordbruksarealer.		
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall		

Tiltak	J2.2	Redusert matsvinn	Jordbruk
Tiltakspakke	2 - Klimakur 2030 og liknende tiltak		
Antagelser	Redusert matsvinn forventes å redusere utslippene fra jordbrukssektoren gjennom redusert behov for å produsere mat. Vi beregner tiltakseffekten for Trondheim ved å anta at tiltaket fører til samme relative reduksjon i metan (CH ₄) og lystgass (N ₂ O) for jordbrukssektoren i Trondheim 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 mengden 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).		

Forutsetninger	<p>Beregnet tiltakseffekt forutsetter at tiltaket gjennomføres nasjonalt og ikke bare i Trondheim. En viss andel av matproduksjonen i Trondheim må antas å være drevet av forbruk av landbruksprodukter utenfor Trondheim kommune, og denne andelen vil ikke bli redusert dersom tiltaket kun gjennomføres i Trondheim. Tiltaket forutsetter derfor at det vedtas virkemidler som er tilstrekkelige til å oppnå målene om redusert matsvinn på nasjonalt nivå.</p> <p>Tiltakseffekten av redusert matsvinn antas å være påvirket av sammensetningen av jordbruksproduksjonen og vil derfor være påvirket av kostholdsendingen gitt ved tiltak J2.1. Tiltakseffekten av redusert matsvinn er derfor nedjustert sammenliknet med hva effekten kan forventes å være uten en reduksjon i antall drøvtyggere gitt ved tiltak J2.1.</p>	
Faktor	Utslipp fra fordøyelsesprosesser husdyr	Fordøyelsesprosesser husdyr
Tiltakseffekt	Tiltaket fører til redusert behov for å produsere mat og gir dermed en reduksjon i CH ₄ -utslipp fra fordøyelsesprosesser husdyr.	
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall	
Faktor	Utslipp fra gjødselhåndtering	Gjødselhåndtering
Tiltakseffekt	Tiltaket antas også å gi en reduksjon i CH ₄ - og N ₂ O-utslipp fra gjødselhåndtering (lagring).	
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall	
Faktor	Utslipp fra jordbruksarealer	Jordbruksarealer
Tiltakseffekt	Tiltaket antas også å gi en reduksjon i N ₂ O-utslipp fra spredning av kunstgjødsel og husdyrgjødsel på jordbruksarealer.	
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall	

7.8 Oppvarming

I 2020 sto denne sektoren for 2,6 prosent av utslippene i Trondheim. Sektoren Oppvarming omfatter utslipp fra lokal forbrenning til oppvarming av bygninger, ikke inkludert fjernvarme (som tilhører sektoren Energiforsyning) og ikke inkludert energiforbruk i industrien (som tilhører sektoren Industri, olje og gass). Sektoren er delt inn i seks utslippskilder (energibærere) som vist i Tabell 112. En sjuende utslippskilde, naturgass, er ikke tatt med her da det ikke er utslipp fra bruk av naturgass i Trondheim. Utslippskildene LPG, fossil olje, fyringsparafin og vedfyring deles videre opp i faktorer, som vist i tabellen, mens utslippskilden bioenergi og utslippskilden annet ikke dekomponeres i bakenforliggende faktorer.

Utslippene kunne i prinsippet bli dekomponert 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 oppvarmingsenergiebehov per kvadratmeter for ulike bygninger. Vi dekomponerer derfor kun utslippene i de enkle faktorene som vist i Tabell 112.

Utslippskilden vedfyring beregnes i det kommunefordelte klimagassregnskapet med modellen MetVed. For de andre utslippskildene blir nasjonale utslipp til oppvarming fordelt med utgangspunkt i salgsstatistikken for petroleumsprodukter fra SSB.

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

Alle de seks energibærerne som er omfattet av sektoren oppvarming benyttes til permanent oppvarming av bygninger, herunder boliger, næringsbygg og driftsbygninger i landbruket. I tillegg benyttes gass (LPG) til midlertidig byggvarme og byggtørk på byggeplasser, selv om størstedelen av slik midlertidig byggvarme blir produsert ved bruk av anleggsdiesel. På grunn av metodikken som benyttes i Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap, blir utslipp fra oppvarming med anleggsdiesel plassert i sektoren Annen mobil forbrenning, snarere enn under sektoren Oppvarming.

Det foreligger et forbud mot bruk av mineralolje til oppvarming av bygninger fra og med 2020 (FOR-2018-06-28-1060) og et forbud mot bruk av mineralolje til midlertidig byggvarme fra og med 2022 (FOR-2021-01-07-49). All fossil mineralolje som kan brukes i en oljekjel, parafinkamin eller bygningstørke til å varme opp en bygning permanent eller midlertidig er omfattet av disse to forbudene. Det vil si både tung og lett fyringsolje, fyringsparafin, anleggsdiesel og andre fossile brensler som er flytende ved standard trykk og temperatur. Begge forbudene er vedtatt før 1. januar 2022 og vil derfor inngå i referansebanen for Trondheim.

Det første forbudet, mot bruk av mineralolje til permanent oppvarming av bygninger, vil være en del av referansebanen for utslippskildene Fossil olje og Fyringsparafin i sektor Oppvarming. Det andre forbudet, mot bruk av mineralolje til midlertidig byggvarme, vil derimot være en del av referansebanen for utslippskilden Bygg og anlegg i sektor Annen mobil forbrenning, fordi det hovedsakelig er anleggsdiesel som bli brukt til midlertidig byggvarme og byggtørk på byggeplasser. I tillegg blir gass (LPG) brukt til midlertidig byggvarme og byggtørk, men gass er ikke omfattet av forbudet.

Tabell 112: Struktur for sektor Oppvarming. Hvor er faktorene brukt: M=oppsett etter Miljødirektoratets sektorinndeling, GPC-S(x) = GPC-oppsett, hvor S angir scope (1,2,3).

Utslippskilde / GPC sub-sektor	Bidrag / GPC bidrag	Faktor	Benevning	Hvor er faktoren brukt	
LPG / [1.2, 1.3, 1.5]	LPG I.2A LPG I.3C LPG I.5B	Energiforbruk LPG til lokal oppvarming	GWh	M, GPC-S1	
		Utslipp per GWh	tonn per GWh		
Fossil olje / [1.1, 1.2, 1.5]	Fossil olje I.1A Fossil olje I.2A Fossil olje I.5B	Energiforbruk fossil olje til lokal oppvarming	GWh		
		Utslipp per GWh	tonn per GWh		
Fyringsparafin / [1.1, 1.2, 1.5]	Fyringsparafin I.1A Fyringsparafin I.2A Fyringsparafin I.5B	Energiforbruk fyringsparafin til lokal oppvarming	GWh		
		Utslipp per GWh	tonn per GWh		
Bioenergi / [1.1, 1.2, 1.5]	Bioenergi I.1A Bioenergi I.2A Bioenergi I.5B	Utslipp fra bioenergi til lokal oppvarming	tonn		
Annet / [1.2]	Annet	Utslipp fra annet til lokal oppvarming	tonn		
Vedfyring / [1.1]	Vedfyring	Energiforbruk vedfyring	GWh		M, GPC-S1
		Utslipp per GWh innfyrt vedenergi	tonn per GWh		
Elektrisitet / [1.1, 1.2, 1.5]	Elektrisitet I.1A Elektrisitet I.2A Elektrisitet I.2B Elektrisitet I.5B	Energiforbruk elektrisitet	GWh	GPC-S2 GPC-S3	
		Utslipp per GWh	tonn per GWh		
Fjernvarme / [1.1, 1.2]	Fjernvarme I.1A Fjernvarme I.2A Fjernvarme I.2B	Energiforbruk fjernvarme	GWh	GPC-S2 GPC-S3	
		Utslipp per GWh	tonn per GWh		

Til utregning av hver utslippskilde benyttes følgende formler:

Tabell 113: Formler for beregning av utslipp for sektor Oppvarming

Utslippskilde / GPC sub-sektor	Bidrag / GPC bidrag	Formel
LPG	LPG	M: Utslipp = Energiforbruk LPG · Utslipp per GWh
Fossil olje	Fossil olje	M: Utslipp = Energiforbruk fossil olje · Utslipp per GWh
Fyringsparafin	Fyringsparafin	M: Utslipp = Energiforbruk fyringsparafin · Utslipp per GWh
Bioenergi	Bioenergi	M: Utslipp (ingen dekomponering)
Annet	Annet	M: Utslipp (ingen dekomponering)
Vedfyring	Vedfyring	M: Utslipp = Energiforbruk vedfyring · Utslipp per GWh
Elektrisitet	Elektrisitet	M: Utslipp = 0
Fjernvarme	Fjernvarme	M: Utslipp = 0
I.1 Residential buildings	Fossil olje I.1A Fyringsparafin I.1A Bioenergi I.1A Vedfyring Elektrisitet I.1A Fjernvarme I.1A / I.1A Residential	S1: Utslipp = Utslipp Vedfyring + 66,6 % · ∑Utslipp (Fossil olje; Fyringsparafin; Bioenergi) S2: Utslipp = ∑Energiforbruk (Elektrisitet; Fjernvarme) · Utslipp per GWh S3: Utslipp = ∑Energiforbruk (Elektrisitet; Fjernvarme) · Andel tap / (1 – Andel tap) · Utslipp per GWh
I.2 Commercial and institutional buildings and facilities	LPG I.2A Fossil olje I.2A Fyringsparafin I.2A Bioenergi I.2A Annet Elektrisitet I.2A	S1: Utslipp = Utslipp Annet + 33 % Utslipp LPG + 27,3 % · ∑Utslipp (Fossil olje; Fyringsparafin; Bioenergi)

	Fjernvarme I.2A / I.2A Commercial	S2: $\text{Utslipp} = \sum \text{Energiforbruk (Elektrisitet; Fjernvarme)} \cdot \text{Utslipp per GWh}$ S3: $\text{Utslipp} = \sum \text{Energiforbruk (Elektrisitet; Fjernvarme)} \cdot \text{Andel tap} / (1 - \text{Andel tap}) \cdot \text{Utslipp per GWh}$
	Elektrisitet I.2B Fjernvarme I.2B / I.2B Institutional	S1: $\text{Utslipp} = 0$ S2: $\text{Utslipp} = \sum \text{Energiforbruk (Elektrisitet; Fjernvarme)} \cdot \text{Utslipp per GWh}$ S3: $\text{Utslipp} = \sum \text{Energiforbruk (Elektrisitet; Fjernvarme)} \cdot \text{Andel tap} / (1 - \text{Andel tap}) \cdot \text{Utslipp per GWh}$
I.3 Manufacturing industries and construction	LPG I.3C / I.3C Construction Buildings LPG	S1: $\text{Utslipp} = +34 \% \text{ Utslipp LPG}$ S2 og S3: $\text{Utslipp} = 0$
I.5 Agriculture, forestry, and fishing activities	LPG I.5B Fossil olje I.5B Fyringsparafin I.5B Bioenergi I.5B Elektrisitet I.5B Fjernvarme I.5B / I.5B Agriculture Buildings LPG	S1: $\text{Utslipp} = +33 \% \text{ Utslipp LPG} + 6,2 \% \cdot \sum \text{Utslipp (Fossil olje; Fyringsparafin; Bioenergi)}$ S2 og S3: $\text{Utslipp} = \sum \text{Energiforbruk (Elektrisitet; Fjernvarme)} \cdot \text{Utslipp per GWh}$

7.8.1 Fordeling av utslipp fra oppvarming på GPC bidrag

Allokering av utslipp i GPC-perspektivet krever en mye mer detaljert fordeling av utslipp på bidrag enn det som ligger i det kommunefordelte klimagassregnskapet, samtidig som detaljert informasjon om sluttbrukere av ulike energibærere er mangelfull. For å få til denne finfordelingen har det derfor vært nødvendig å gjøre noen forenklede antagelser, med stor usikkerhet.

LPG er fordelt på midlertidig byggvarme i bygge- og anleggssektoren (I.3C) og permanent oppvarming i næringsbygg (I.2A) og landbruksbygg (I.5B). Hvor mye gass som brukes til midlertidig versus permanent byggvarme er svært usikkert, både nasjonalt og lokalt. Fordelingen av utslipp i Trondheim anslås ved å anta samme formålsfordeling mellom midlertidig byggvarme og permanent oppvarming som nasjonalt. Rapporten «Bruk av gass til oppvarming» (Miljødirektoratet og NVE, 2020), har sammenstilt anslag for energibruk fra ulike datakilder: 1) kartlagt energimengde, 2) SSB-statistikk og 3) anslått sannsynlig energimengde. Disse tre datakildene gir tre ulike anslag for fordeling av energibruk fra LPG til henholdsvis midlertidig byggvarme og permanent oppvarming. Her benyttes anslag på 34 % midlertidig byggvarme og 66 % permanent byggvarme fra datakilde 3. Permanent byggvarme er videre skjønnsmessig fordelt på næringsbygg og landbruksbygg med utgangspunkt i informasjon om nasjonal fordeling fra samme rapport.

Fossil olje, fyringsparafin og bioenergi er fordelt på husholdninger (I.1A), næringsbygg (I.2A) og landbruksbygg (I.5B) med utgangspunkt i areal per bygning tilgjengelig i Miljødirektoratets beregningsmal for trebasert karbonlagring i bygningsmasse (Miljødirektoratet, 2020b).

Vedfyring er antatt å utelukkende bli benyttet i husholdninger (I.1A), mens bidraget Annet er rutet til næringsbygg (I.2A).

I underlagsdata fra TENSIO er det ikke primærdata tilgjengelig for mengden elektrisitet som brukes til lading av kjøretøy/fartøy, og dette er inkludert under ulike sub-sektorer for stasjonær energibruk. For å unngå dobbelttelling i utslippene må beregnet energibruk brukt til elektriske kjøretøy/fartøy i sektor veitrafikk trekkes fra stasjonær energibruk. Vi vet ikke hvilke næringer dagens elbillading er registrert på i strømforbruchsdata fra TENSIO. Som en forenkling har vi hentet strømforbruk til lading av personbiler og varebiler fra husholdninger (I.1A), mens strømforbruk til lading av tunge kjøretøy og busser er hentet fra næringsbygg (I.2A).

Fjernvarme er fordelt med utgangspunkt i en fordelingsnøkkel som er hentet fra Trondheim kommunes tidligere rapportering etter GPC-protokollen.

Fordelingsnøkkelene er basert på en fordeling som Trondheim har mottatt fra Statkraft Varme for 2019.

7.8.2 Antagelser for referansebanen

7.8.2.1 LPG

Utslippskilden LPG er utslipp fra forbrenning av fossil gass for å varme opp bygninger. Utslippskilden omfatter også bruk av LPG til midlertidig byggvarme på byggeplasser.

I 2020 sto utslippskilden LPG for 1,4 prosent av utslippene i Trondheim. Utslippene har svingt mye år for år og det er stor usikkerhet om hvor store utslippene egentlig er for denne utslippskilden. Utslippene kommunefordeles etter lagringsvolum i hver kommune og det er usikkert hvor godt dette reflekterer det faktiske forbruket i hver kommune. Antagelser og usikkerhet for referansebanen er beskrevet i Tabell 114.

Tabell 114: Antagelser per faktor for referansebanen i sektor Oppvarming, utslippskilde gass

Utslippskilde	LPG		
Bidrag	LPG		
Faktor	Energiforbruk av LPG til lokal oppvarming	GWh	
Antagelser	Ettersom energiforbruket svinger mye fra år til år uten å vise noen klar trend i de historiske tallene, framskrives energiforbruket av LPG til lokal oppvarming som konstant lik gjennomsnittet for perioden 2015-2020.		
Usikkerhetsintervall	Usikkerhetsintervallet defineres ut fra et 67-prosents konfidensintervall for gjennomsnittet for perioden 2015-2020.		
Faktor	Utslipp per GWh	tonn per GWh	
Antagelser	Vi bruker samme utslippsfaktorer som i det nasjonale utslippsregnskapet (Miljødirektoratet, 2022b) for utslipp per GWh av ulike typer energi til oppvarming. Tallene i originalkilden er oppgitt i form av gram CO ₂ -ekvivalenter per kWh. Tallene er regnet om til gram gass per kWh (tonn gass per GWh) med GWP100-faktorer fra IPCCs fjerde hovedrapport (25 for CH ₄ og 298 for N ₂ O).		
	Energivare	CO₂ (t CO₂/GWh)	CH₄ (t CH₄/GWh)
	LPG (propan og butan)	234,3	0,018
			N₂O (t N₂O/GWh)
			0,0004
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall		

7.8.2.2 Fossil olje og fyringsparafin

Utslippskildene fossil olje og fyringsparafin er utslipp fra forbrenning av lett og tung fyringsolje og fyringsparafin for å varme opp bygninger.

I 2020 sto fossil olje for 0,004 prosent av utslippene i Trondheim, mens det var ingen utslipp fra fyringsparafin. Utslippene har vist en klar nedadgående trend for begge utslippskilder. Antakelser og usikkerhet for referansebanen er beskrevet i Tabell 115.

Tabell 115: Antagelser per faktor for referansebanen i sektor Oppvarming, utslippskilde fossil oppvarming og fyringsparafin

Utslippskilde	Fossil olje Fyringsparafin													
Bidrag	Fossil olje Fyringsparafin													
Faktor	Energiforbruk av fossil olje til lokal oppvarming Energiforbruk av fyringsparafin til lokal oppvarming	GWh												
Antagelser	Nasjonal lovgivning forbyr bruk av fyringsolje fra og med 2020, og framskrivingene i referansebanen forutsetter derfor at fossil olje og fyringsparafin fases fullstendig ut. Siden energiforbruket av fyringsolje allerede er tilnærmet lik null i 2020 antas det at en eventuell overgang til bruk av andre oppvarmingskilder som medfører utslipp (LPG, bioenergi, vedfyring) allerede er fanget opp i statistikken.													
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall. Merk at det er vesentlig ikke-kvantifisert usikkerhet knyttet til de historiske utslippene fra oppvarming. Miljødirektoratets anslag baserer seg på data for salg av fyringsolje og fyringsparafin, fordelt etter 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 Trondheim i realiteten blir brent og gir utslipp i en annen kommune, eller omvendt.													
Faktor	Gjennomsnittlig utslipp per GWh	tonn per GWh												
Antagelser	Vi bruker samme utslippsfaktorer som i det nasjonale utslippsregnskapet (Miljødirektoratet, 2022b) for utslipp per GWh av ulike typer energi til oppvarming. Tallene i originalkilden er oppgitt i form av gram CO ₂ -ekvivalenter per kWh. Tallene er regnet om til gram gass per kWh (tonn gass per GWh) med GWP100-faktorer fra IPCCs fjerde hovedrapport (25 for CH ₄ og 298 for N ₂ O).													
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Energivare</th> <th>CO₂ (t CO₂/GWh)</th> <th>CH₄ (t CH₄/GWh)</th> <th>N₂O (t N₂O/GWh)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Fyringsolje</td> <td>264,8</td> <td>0,036</td> <td>0,00216</td> </tr> <tr> <td>Fyringsparafin</td> <td>263,1</td> <td>0,036</td> <td>0,00216</td> </tr> </tbody> </table>		Energivare	CO ₂ (t CO ₂ /GWh)	CH ₄ (t CH ₄ /GWh)	N ₂ O (t N ₂ O/GWh)	Fyringsolje	264,8	0,036	0,00216	Fyringsparafin	263,1	0,036	0,00216
Energivare	CO ₂ (t CO ₂ /GWh)	CH ₄ (t CH ₄ /GWh)	N ₂ O (t N ₂ O/GWh)											
Fyringsolje	264,8	0,036	0,00216											
Fyringsparafin	263,1	0,036	0,00216											
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall													

7.8.2.3 Bioenergi

Utslippskilden bioenergi er utslipp fra forbrenning av biogass, pellets, treavfall, briketter og trekull for å varme opp bygninger. Dette er ikke-fossile utslipp, og omfatter derfor kun CH₄ og N₂O, ikke CO₂.

I 2020 sto denne utslippskilden for 0,01 prosent av utslippene i Trondheim. Utslippene er små, på ca. 40 tonn CO₂-ekvivalenter, og viser ingen klar trend. Vi dekomponerer derfor ikke denne utslippskilden ytterligere i faktorer. Antakelser og usikkerhet for referansebanen er beskrevet i Tabell 116.

Tabell 116: Antagelser per faktor for referansebanen i sektor Oppvarming, utslippskilde Bioenergi

Utslippskilde	Bioenergi	
Bidrag	Bioenergi	
Faktor	Utslipp fra bioenergi til lokal oppvarming	tonn
Antagelser	Ettersom utslippskilden ikke viser noen signifikant trend i de historiske tallene mellom 2009 og 2020, framskrives utslippene som konstante lik gjennomsnittet for perioden 2009-2020.	
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall.	

7.8.2.4 Annet

Utslippskilden annet er utslipp fra forbrenning av andre produkter for å varme opp bygninger, som ikke er dekket av øvrige utslippskilder (e.g. parafinvoks, deponigass, spesialavfall).

I 2020 sto denne utslippskilden for 0,4 prosent av utslippene i Trondheim. Utslippene er forholdsvis små, med årlige utslipp på under 2000 tonn CO₂-ekvivalenter i perioden 2009-2020, og viser en svakt nedadgående trend med en gjennomsnittlig årlig nedgang på ca. 40 tonn CO₂-ekvivalenter. Dette utgjør lite i den store sammenhengen. Vi dekomponerer derfor ikke denne utslippskilden ytterligere i faktorer. Antakelser og usikkerhet for referansebanen er beskrevet i Tabell 117.

Tabell 117: Antagelser per faktor for referansebanen i sektor Oppvarming, utslippskilde Annet

Utslippskilde	Annet	
Bidrag	Annet	
Faktor	Utslipp fra annet til lokal oppvarming	tonn
Antagelser	Ettersom utslippskilden kun viser en svakt nedadgående trend i utslippene fra 2009 til 2020 framskrives utslippene som konstante lik utslippene i 2020.	
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall	

7.8.2.5 Vedfyring

Utslippskilden vedfyring består av CH₄- og N₂O-utslipp fra forbrenning av ved (CO₂-utslippene er ikke-fossile og derfor ikke inkludert).

I 2020 sto denne utslippskilden for 0,9 prosent av utslippene i Trondheim. Utslippene har variert noe fra år til år i perioden 2009-2020, men uten noen tydelig samvariasjon med kalde/varme enkeltår.

Nasjonalt har det det siste tiåret vært en trend mot lavere vedforbruk på grunn av mildere klima, utskifting av gamle ovner til mer effektive ovner med høyere virkningsgrad, overgang til varmepumper og bedre isolering (SSB, 2021b). Nasjonale tall viser også et tydelig fall i vedforbruket fra 2013, hvor årlig vedforbruket i tiårsperioden før dette lå på om lag 7-8 TWh, mens årlig vedforbruket i perioden 2013-2021 lå på om lag 5-6 TWh. Fra 2020 til 2021 økte vedforbruket nasjonalt med 11 % (SSB, 2022e). Ut fra etterspørselen så langt i 2022 er det ventet at vedforbruket kan gå ytterligere opp i 2022

grunnet høyere strømpriser, men endelig vedforbruk vil også avhenge av hvor kald vinteren blir.

I Trondheim kan vi også se en antydning til den sammen tendensen for vedforbruket før/etter 2013, men vi har kun to år å sammenlikne med bakover i tidsserien. I 2009 og 2011 lå vedforbruket på om lag 140 GWh, mens årlig vedforbruk i perioden 2013-2020 lå på om lag 70-100 GWh. Vi har ikke tall for 2021 for Trondheim.

Antagelser og usikkerhet for referansebanen er beskrevet i Tabell 118.

Tabell 118: Antagelser per faktor for referansebanen i sektor Oppvarming, utslippskilde vedfyring

Utslippskilde	Vedfyring																																																			
Bidrag	Vedfyring																																																			
Faktor	Energiforbruk gjennom vedfyring	GWh																																																		
Antagelser	<p>Historisk energiforbruk til vedfyring beregnes med utgangspunkt i N₂O-utslippene i Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap ved følgende uttrykk:</p> $\text{Energiforbruk [GWh]} = \text{N}_2\text{O-utslipp [t N}_2\text{O]} / \text{Utslippsfaktor [t N}_2\text{O/GWh]}$ <p>Vi temperaturkorrigerer vedforbruket ved graddagsmetoden (Enova, 2017) for å utligne effekten av kalde/varme år på beregningene og ser at temperaturkorrigert vedforbruk har variert fra år til år uten noen klar samvariasjon med kalde/varme enkeltår.</p> <p>Vi framskriver energiforbruket som konstant i perioden 2023-2030, lik gjennomsnittet av ikke temperaturkorrigert historisk energiforbruk for årene 2015-2020. For 2021 legger vi inn en økning i vedforbruk på 11 prosent sammenliknet med 2020, basert på nasjonal trend. Vi setter vedforbruket i 2022 likt 2021, fordi vedforbruket forventes å holde seg høyt på grunn av høyere strømpriser, men vi har ikke noe grunnlag for å si akkurat hvor høyt.</p>																																																			
Usikkerhetsintervall	<p>Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall grunnet mangel på data til å anslå usikkerheten kvantitativt, men det vil helt klart være en ikke-kvantifisert usikkerhet her. Vedforbruket kan forventes å gå ytterligere ned på grunn av klimaendringer og tilhørende temperaturøkning over tid, og på grunn av videre overgang til mer energieffektive ovner og skifte av oppvarmingsteknologi. På den andre siden kan det samlede vedforbruket holde seg høyt over tid dersom strømprisene forblir på et høyt nivå.</p>																																																			
Faktor	Utslipp per GWh innfyrt vedenergi	tonn per GWh																																																		
Antagelser	<p>Vi bruker samme utslippsfaktorer som i Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap (Miljødirektoratet, 2022c). Utslippsfaktorene er omregnet fra enheten gram gass per kg tørr ved», til tonn gass per GWh» ved bruk av energitetthet for ved oppgitt i det nasjonale utslippsregnskapet (Miljødirektoratet, 2022b).</p> <table border="1" data-bbox="571 1395 1445 1890"> <thead> <tr> <th>Energivare</th> <th>År</th> <th>CO₂ (t CO₂/GWh)</th> <th>CH₄ (t CH₄/GWh)</th> <th>N₂O (t N₂O/GWh)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ved</td> <td>2009</td> <td>0</td> <td>2,186</td> <td>0,0069</td> </tr> <tr> <td>Ved</td> <td>2011</td> <td>0</td> <td>2,079</td> <td>0,0069</td> </tr> <tr> <td>Ved</td> <td>2013</td> <td>0</td> <td>1,950</td> <td>0,0069</td> </tr> <tr> <td>Ved</td> <td>2015</td> <td>0</td> <td>1,907</td> <td>0,0069</td> </tr> <tr> <td>Ved</td> <td>2016</td> <td>0</td> <td>1,866</td> <td>0,0069</td> </tr> <tr> <td>Ved</td> <td>2017</td> <td>0</td> <td>1,821</td> <td>0,0069</td> </tr> <tr> <td>Ved</td> <td>2018</td> <td>0</td> <td>1,843</td> <td>0,0069</td> </tr> <tr> <td>Ved</td> <td>2019</td> <td>0</td> <td>1,714</td> <td>0,0069</td> </tr> <tr> <td>Ved</td> <td>2020</td> <td>0</td> <td>1,757</td> <td>0,0069</td> </tr> </tbody> </table> <p>Utslippsfaktoren for CO₂ er satt til null, for å reflektere at CO₂-utslipp regnes som netto 0 utslipp for bioenergi (kun biogene utslipp).</p>		Energivare	År	CO ₂ (t CO ₂ /GWh)	CH ₄ (t CH ₄ /GWh)	N ₂ O (t N ₂ O/GWh)	Ved	2009	0	2,186	0,0069	Ved	2011	0	2,079	0,0069	Ved	2013	0	1,950	0,0069	Ved	2015	0	1,907	0,0069	Ved	2016	0	1,866	0,0069	Ved	2017	0	1,821	0,0069	Ved	2018	0	1,843	0,0069	Ved	2019	0	1,714	0,0069	Ved	2020	0	1,757	0,0069
Energivare	År	CO ₂ (t CO ₂ /GWh)	CH ₄ (t CH ₄ /GWh)	N ₂ O (t N ₂ O/GWh)																																																
Ved	2009	0	2,186	0,0069																																																
Ved	2011	0	2,079	0,0069																																																
Ved	2013	0	1,950	0,0069																																																
Ved	2015	0	1,907	0,0069																																																
Ved	2016	0	1,866	0,0069																																																
Ved	2017	0	1,821	0,0069																																																
Ved	2018	0	1,843	0,0069																																																
Ved	2019	0	1,714	0,0069																																																
Ved	2020	0	1,757	0,0069																																																

	Utslippsfaktoren for metan har vist en nedadgående trend fra 2009 til 2020, som følge av en gradvis utskifting til nyere, mer rentbrennende ovner. I framskrivingene i referansebanen settes middelverdien lik gjennomsnittet av øvre og nedre grense, dvs. mellom en gjennomsnittlig årlig nedgang på 2 prosent og en gjennomsnittlig årlig nedgang på 3,5 prosent (se forklaring under). Utslippsfaktoren for N ₂ O holdes konstant på 2020-nivå fram mot 2030.	
Usikkerhetsintervall	Dersom vi beregner historisk energiforbruk til vedfyring med utgangspunkt i CH ₄ -utslippene i Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap kommer vi fram til et lavere historiske energiforbruk til vedfyring enn når vi tar utgangspunkt i N ₂ O-utslippene. Dette tyder på at de <u>oppgitte</u> utslippsfaktorene for metan jevnt over er høyere enn de som <u>faktisk ser ut til å være benyttet</u> i Miljødirektoratets beregninger. Vi har da forutsatt at oppgitte utslippsfaktorer for lystgass er riktige. <u>Oppgitte</u> utslippsfaktorer for metan viser en gjennomsnittlig årlig nedgang på 2 prosent. I framskrivingene i referansebanen legger vi en forlengelse av denne utviklingen til grunn for <u>øvre</u> grense. De utslippsfaktorene som <u>faktisk ser ut til å være benyttet</u> viser en gjennomsnittlig årlig nedgang på 3,5 prosent. I framskrivingene i referansebanen legger vi en forlengelse av denne utviklingen til grunn for <u>nedre</u> grense.	
Faktor	Skaleringsfaktor	-
	Det er en liten mismatch mellom utslipp av metan i Miljødirektoratets kommunefordelte klimaregnskap og utslipp beregnet bottom-up i modellen. For å skalere resultatene til Miljødirektoratets tall multipliseres metanutslippene med skaleringsfaktoren, gitt ved forholdet mellom utslipp i Miljødirektoratets tall og utslipp i modellen år for år. Denne skaleringen vil i prinsippet medføre at oppgitte utslippsfaktorer, som ser ut til å være høyere enn de som faktisk ser ut til å være benyttet (som beskrevet over), nedjusteres til samme nivå som de som faktisk ser ut til å være benyttet. Framskrivingene skaleres med gjennomsnittlig skaleringsfaktor for årene 2015-2020.	

7.8.2.6 Elektrisitet

I framskrivingen av strømforbruk til oppvarming er det tatt hensyn til forventet varmere klima og energieffektivisering i bygninger. I mangel på lokale eller regionale framskrivinger av forventet strømforbruk i bygninger gjør vi en forenklet antagelse basert nasjonale tall. Forenklingen tar ikke hensyn til lokale forhold eller ulike subsektorer.

NVE har gjennom sin langsiktige kraftmarkedsanalyse estimert forventet elektrisitetsforbruk i bygninger i 2040 (NVE, 2021). NVE forventer en netto reduksjon i elektrisitetsforbruk i bygninger i Norge fram mot 2040. Denne forventede nedgangen skyldes den kombinerte effekten av varmere klima og energieffektiviseringstiltak. Uten energieffektiviseringstiltak og varmere klima ville forbruket forventes å stige fra 66 TWh el i dag til 68 TWh med bakgrunn i befolkningsvekst. Grunnet varmere klima og energieffektiviseringstiltak forventer NVE en reduksjon til 60 TWh.

Dette tilsvarer 9 % reduksjon i elektrisitetsforbruket i 2040. Vi antar en lineær utvikling og nedjusterer strømforbruket med 4,5 % i 2030, sammenliknet med 2020-forbruket. Vi antar den samme prosentvise reduksjonen for alle bygg.

Dersom det på et senere tidspunkt foreligger oppdatert informasjon om forventet utvikling i strømforbruket lokalt/regionalt og/eller for ulike bygningstyper kan dette enkelt oppdateres i referansebanemodellen.

7.8.2.7 Fjernvarme

For fjernvarmeforbruk i bygninger gjøres det en forenklet antagelse av at mengde produsert fjernvarme framover fordeler seg på sluttbrukere proporsjonalt med fordelingen i 2019.

7.8.3 Tiltaksanalyser

Tiltak	O2.1	Utfasing av gass til byggvarme på byggeplasser	Oppvarming
Tiltakspakke	2 - Klimakur 2030 og liknende tiltak		
Antagelser	<p>Tiltaket omfatter å innføre forbud eller andre virkemidler som medfører at det ikke lenger brukes fossil gass (hovedsakelig LPG) til midlertidig byggvarme og byggtørk på byggeplasser. Tiltaket er omtalt som del av tiltak O01 i Klimakur 2030. Tiltaket antar at bruk av fossil gass fases ut fullstendig fra og med 2025. Utfasing av bruk av anleggsdiesel til midlertidig byggvarme ligger inne i referansebanen på grunn av et vedtatt forbud, men gass er ikke omfattet av forbudet. Ifølge Regjeringas klimastatus og -plan (Klima- og miljødepartementet, 2022) er den foreslåtte økningen i CO₂-avgiften et viktig virkemiddel for å utløse tiltaket, og det jobbes samtidig med å utrede om det er behov for ytterligere virkemidler.</p> <p>Vi beregner tiltakseffekt for Trondheim ved å anta samme utfasingstakt som i Klimakur 2030, for den andelen av LPG-forbruket som antas brukt til midlertidig byggvarme.</p>		
Forutsetninger	Tiltaket forutsetter at tilstrekkelige virkemidler kommer på plass.		
Faktor	Energiforbruk av LPG til lokal oppvarming	LPG I.3C	
Tiltakseffekt	Andelen av gassforbruket i Trondheim som antas brukt til midlertidig byggvarme reduseres med 25 prosent i 2023, 50 prosent i 2024 og 100 prosent i 2025 (full utfasing) i henhold til tiltaksark O01 i Klimakur 2030.		
Usikkerhetsintervall	Hvor mye gass som brukes til midlertidig byggvarme er svært usikkert, både nasjonalt og lokalt, men det er ikke kvantifisert noe usikkerhetsintervall for dette tiltaket.		
Faktor	Elektrisitetsforbruk elektrisitet	I.3C Construction Buildings LPG	
Antagelser	<p>Utfasing av LPG antas å medføre økt elektrisitetsforbruk etter tiltak, som beregnes ved:</p> $\Delta \text{ Elforbruk oppvarming (kWh)} = \Delta \text{ LPG til oppvarming (kWh)} \cdot \frac{\text{virkningsgrad LPG}}{\text{virkningsgrad el}}$ <p>Effekten fordeles på GPC Sub-sektorer ut fra fordelingsnøkkel for utslipp angitt i avsnitt 2.2.3.2.</p>		
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall. Det er betydelig usikkerhet knyttet til hvilke energikilder som vil benyttes som alternativ til LPG til midlertidig byggvarme.		

Tiltak	O2.2	Erstatte gassbruk til permanent oppvarming av bygg	Oppvarming
Tiltakspakke	2 - Klimakur 2030 og liknende tiltak		
Antagelser	<p>Dette tiltaket er beskrevet i Klimakur 2030 (Tiltak O02) og innebærer å erstatte bruken av fossil gass til permanent oppvarming av bygninger med fossilfrie eller utslippsfrie energikilder eller energibærere.</p> <p>Hvor mye gass som brukes til permanent byggvarme er svært usikkert, både nasjonalt og lokalt. Utslippene fra gass til permanent byggvarme i Trondheim anslås ved å anta samme formålsfordeling mellom permanent oppvarming og midlertidig byggvarme som nasjonalt. Rapporten «Bruk av gass til oppvarming» (Miljødirektoratet og NVE, 2020) anslår en fordeling av LPG mellom disse to formålene som svarer til at 66 % går til permanent byggvarme.</p> <p>Vi beregner tiltakseffekt for Trondheim ved å anta samme utfasingstakt som i Klimakur 2030, for den andelen av LPG-forbruket som antas brukt til permanent oppvarming.</p>		
Forutsetninger	Tiltaket forutsetter at det innføres et forbud eller andre tilstrekkelige virkemidler som bidrar til fase ut fossil gass til permanent byggvarme innen 2030.		

Faktor	Energiforbruk av LPG til lokal oppvarming	LPG I.2A LPG I.5B
Tiltakseffekt	Andelen av gassforbruket i Trondheim som antas brukt til permanent oppvarming reduseres lineær mellom 2021 og 2026, med 0 prosent i 2021 (null utfasing) og 100 prosent i 2026 (full utfasing) i henhold til tiltaksark O02 i Klimakur 2030.	
Usikkerhetsintervall	Hvor mye gass som brukes til permanent oppvarming er svært usikkert, både nasjonalt og lokalt, men det er ikke kvantifisert noe usikkerhetsintervall for dette tiltaket.	
Faktor	Elektrisitetsforbruk elektrisitet	I.2A Commercial LPG I.5B. Agriculture Buildings LPG
Antagelser	Utfasing av LPG antas å medføre økt elektrisitetsforbruk etter tiltak, som beregnes ved: $\Delta \text{Elforbruk oppvarming (kWh)} = \Delta \text{LPG til oppvarming (kWh)} \cdot \frac{\text{virkningsgrad LPG}}{\text{virkningsgrad el}}$ Effekten fordeles på GPC Sub-sektorer ut fra fordelingsnøkkel for utslipp angitt i avsnitt 2.2.3.2.	
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall. Det er betydelig usikkerhet knyttet til hvilke energikilder som vil benyttes som alternativ til LPG til midlertidig byggvarme.	

7.9 Luftfart

Sektoren luftfart er delt inn i to utslippskilder som vist i Tabell 119, avhengig av destinasjon eller opphav for flybevegelsen. Sektoren luftfart omfatter utslipp fra flybevegelser på bakken, og takeoff og landing av fly og helikopter opp til 3000 fot. For Trondheim er det kun utslipp fra helikoptertrafikk til/fra St. Olavs Hospital og Rosten som inngår i det kommunefordelte klimagassregnskapet.

I 2020 sto innenriks luftfart for 0,001 prosent av utslippene i Trondheim, mens det ikke har vært utslipp fra utenriks luftfart i perioden 2009-2020. Utslipp fra luftfart er svært små, med utslipp på 1-8 tonn CO₂-ekvivalenter mellom 2009 og 2020. Begge utslippskildene tas med i modellen for å gjøre den fullstendig og for å sikre overensstemmelse med Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap, men for enkelhets skyld dekomponerer vi ikke utslippene.

Tabell 119: Struktur for sektor Luftfart. Hvor er faktorene brukt: M=oppsett etter Miljødirektoratets sektorinndeling, GPC-S(x) = GPC-oppsett, hvor S angir scope (1,2,3).

Utslippskilde / GPC sub-sektor	Bidrag / GPC bidrag	Faktor	Benevning	Hvor er faktoren brukt
Innenriks luftfart / II.4 Aviation	Innenriks luftfart / II.4A Aviation domestic	Utslipp fra innenriks luftfart	tonn	M, GPC-S1
Utenriks luftfart / II.4 Aviation	Utenriks luftfart / II.4B Aviation international	Utslipp fra utenriks luftfart	tonn	
II.4 Aviation	Innenriks luftfart Utenriks luftfart	Elektrisitetsforbruk	GWh	GPC-S2 GPC-S3
		Utslipp per GWh	tonn per GWh	

For sektoren Luftfart er det et omsetningskrav for biodrivstoff fra og med 2020 som inngår i referansebanen. Kravet er at 0,5 prosent av alt drivstoff som selges til luftfart i Norge skal være avansert biodrivstoff.

7.9.1 Antagelser for referansebanen

Tabell 120: Antagelser per faktor for referansebanen i sektor Luftfart

Utslippskilde	Innenriks luftfart	
Bidrag	Innenriks luftfart	
Faktor	Utslipp fra innenriks luftfart	tonn
Antagelser	<p>Vi antar i utgangspunktet konstante utslipp lik gjennomsnittet for årene 2009-2020.</p> <p>For å reflektere det gjeldende omsetningskravet for biodrivstoff på 0,5 prosent (volum) fra 2020 nedjusteres CO₂-utslippene for alle år i perioden 2021-2030 ved å multiplisere utslippene med en reduksjonsfaktor gitt ved:</p> <p style="text-align: center;">(1 - gjeldende omsetningskrav i energiprosent).</p> <p>Bruk av energiprosent i beregningen gjør at det tas høyde for at biodrivstoff har noe lavere energitetthet enn fossilt drivstoff. Bruk av biodrivstoff påvirker kun utslipp av CO₂, ikke av CH₄ eller N₂O.</p>	
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall.	
Faktor	Elektrisitetsforbruk	GWh
Antagelser	Antas lik null i referansebanen (tas med i modellen for konsistens)	
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall.	
Faktor	Utslipp per GWh	tonn per GWh
Antagelser	Denne faktoren er null i den territorielle tilnærmingen og i scope 1 for GPC-tilnærmingen. I scope 2 og 3 benyttes utslippsfaktorer gitt i kapittel 2.2.	
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall.	

Utslippskilde	Utenriks luftfart	
Bidrag	Utenriks luftfart	
Faktor	Utslipp fra utenriks luftfart	tonn
Antagelser	Ingen utslipp	
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall.	
Faktor	Elektrisitetsforbruk	GWh
Antagelser	Antas lik null i referansebanen (tas med i modellen for konsistens)	
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall.	
Faktor	Utslipp per GWh	tonn per GWh
Antagelser	Denne faktoren er null i den territorielle tilnærmingen og i scope 1 for GPC-tilnærmingen. I scope 2 og 3 benyttes utslippsfaktorer gitt i kapittel 2.2.	
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall.	

7.9.2 Tiltaksanalyser

Tiltakspakkene inneholder ingen tiltak for luftfart.

8 Ordforklaringer

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

Avansert versus konvensjonelt biodrivstoff: Avansert biodrivstoff er produsert av rester, avfall og biprodukter. Råstoffene er videre delt inn i del A og del B, hvor del A er mindre modne råstoff (e.g. biprodukt fra skogbruk og treforedlingsindustri, matavfall, husdyrgjødsel og avløpsslam) og del B er modne råstoff som i stor grad allerede er fullstendig utnyttet (e.g. brukt fritureolje og slakteavfall). Konvensjonelt biodrivstoff er matbaserte råstoff som også kan brukes til mat eller fôr (e.g. rapsolje, soyaolje og palmeolje).

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

Bio-CCS: Karbonfangst og -lagring av CO₂ fra bruk av biomasse (inkludert avfall som består av materialer lagd av biomasse). Vil regnskapsteknisk bidra til såkalte «negative utslipp», ved at karbonet kommer fra planter som har tatt opp CO₂ fra atmosfæren gjennom fotosyntese.

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

CDP-rapportering: CDP er en organisasjon som tilbyr internasjonal standardisert resultatrapportering på klimagassutslipp for bedrifter, byer og andre. Flere norske byer har rapportert til CDP, herunder Trondheim, Oslo, Bergen og Sandnes.

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. I denne rapporten blir CO₂-ekvivalenter beregnet ved å multiplisere tonn CH₄-utslipp med 25, N₂O-utslipp med 298, og legge sammen med tonn CO₂-utslipp (det vil si at GWP for CO₂ er 1, GWP for CH₄ er 25 og GWP for N₂O er 298). Disse faktorene kommer fra IPCCs retningslinjer av 2006, og er de samme som blir benyttet i Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap og i det nasjonale klimagassregnskapet. I dag blir verdier fra IPCCs fjerde hovedrapport (AR4) fra 2007 brukt, mens fra 2023 går en over til verdier fra IPCCs femte hovedrapport (AR5) fra 2013.

Direkte utslipp: Innenfor en sektorbaserte tilnærming (som er brukt i denne rapporten) omfatter «direkte utslipp» de utslippene som fysisk skjer innenfor kommunens grenser, og hvor klimagassutslippene blir allokert til den utslippskilden/-sektoren hvor de fysiske

utslippene faktisk finner sted. Se også «Territorielle utslipp» og «scope 1». For bilkjøring i Trondheim vil direkte utslipp av klimagasser gjennom eksosrøret allokere til transportsektoren i Trondheim, mens indirekte utslipp fra produksjonen av drivstoffet blir allokert til energisektoren i de kommunene hvor drivstoffproduksjonen finner sted. Innenfor en forbruksbasert tilnærming (som ikke er brukt i denne rapporten) vil systemgrensene for hva som er «direkte utslipp» være definert noe annerledes.

Faktor: Utslipp fra kilder eller bidrag blir styrt av ulike faktorer. I denne rapporten blir «faktor» brukt om parametere som påvirker utviklingen av klimagassutslippene og som blir benyttet i modellen for å beregne disse utslippene, slik som befolkningsvekst eller mengde husholdningsavfall per innbygger per år.

Fossilfri versus utslippsfri: Fossilfrie løsninger innebærer at det ikke blir benyttet fossile drivstoff/energibærere, men tillater løsninger for bruk av bioenergi. Ved bruk av bioenergi blir utslipp av CO₂ satt lik null, fordi utslippene ikke vil være større enn den mengden CO₂ som biomassen har tatt opp gjennom vekst. Det vil likevel fortsatt være noe utslipp av metan (CH₄) og lystgass (N₂O) forbundet med bruken, slik at man med bioenergi i praksis ikke kan bli 100 % utslippsfri. Utslippsfrie løsninger er begrenset til nullutslippsteknologi som elektrisk drift, hydrogenbrenselceller o.l. Man bør legge merke til at definisjonene av fossilfri og utslippsfri er relatert til bruksfasen for ulike drivstoff/energibærere, altså de direkte utslippene, men for alle drivstoff/energibærere vil det være indirekte utslipp tilknyttet produksjon og distribusjon. Ingen drivstoff/energibærer er per i dag fossilfri eller utslippsfri når man vurderer utslipp over hele verdikjeden.

GPC-protokollen: GHG-protokollen for byer. Internasjonal standard for måling og rapportering av klimagassutslipp på kommunenivå. Se følgende dokument i referanselista: *Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Inventories. An Accounting and Reporting Standard for Cities. Version 1.1. (Greenhouse Gas Protocol, 2021)*

GPC-tilnærming: Følger sektorinndelingen i GPC-protokollen (se over). Omfatter direkte utslipp innenfor Trondheim kommunes grenser (scope 1) og indirekte utslipp knyttet til forbruk av elektrisitet og fjernvarme (scope 2 og scope 3)

GWP-verdier (globalt oppvarmingspotensial): Verdier som blir benyttet for å regne ut klimapåvirkning av en gass, gitt i CO₂-ekvivalenter, slik at utslipp av ulike klimagasser kan sammenlignes. 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 benyttet i Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap.

Indirekte utslipp: Innenfor en sektorbasert tilnærming (som er brukt i denne rapporten) omfatter «indirekte utslipp» de utslipp av klimagasser som fysisk skjer utenfor kommunens grenser, men som blir forårsaket av kommunens og innbyggernes aktiviteter og forbruk av varer og tjenester. Eksempler på dette kan være mat som blir produsert i andre deler av landet eller verden, men som blir konsumert innenfor kommunegrensen. I GPC-tilnærmingen i denne rapporten inngår utslipp fra bruk av energi som indirekte utslipp dersom energiforbruket skjer et annet sted enn der hvor utslippet skjer, uavhengig av om dette er innenfor eller utenfor kommunens grenser. Innenfor en forbruksbasert tilnærming (som ikke er brukt i denne rapporten) vil systemgrensene for hva som er «indirekte utslipp» være definert noe annerledes.

Klimabudsjett: Trondheim kommune har vedtatt å kutte klimagassutslippene kraftig og har i den sammenheng utviklet et klimabudsjett for å følge opp kommunens utslippsutvikling. Klimabudsjettet er innlemmet i det ordinære kommunebudsjettet og fungerer som et styringsverktøy for å sikre systematisk arbeid med å redusere klimagassutslippene.

Klimagasser: Karbondioksid (CO₂), metan (CH₄) og lystgass (N₂O) er de tre mest sentrale drivhusgassene, og er de som er inkludert i Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap og som det blir estimert utslipp av i denne rapporten. Utslippene kan gjøres om til CO₂-ekvivalenter for å sammenligne og legge utslippene sammen. Den nasjonale klimagasstatistikken inkluderer også flere drivhusgasser, ofte kalt Kyotogassene.

Referansebane: Et forsøk på å kvantifisere hva den framtidige utslippsutviklingen vil være hvis det ikke blir iverksatt nye tiltak. En referansebane må ikke forstås som den mest sannsynlige utviklingen. I denne rapporten blir referansebanen gitt som et sentralestimat («middelverdi») og et usikkerhetsspenn med en nedre og øvre grense. Referansebanen i denne rapporten er basert på nasjonal og regional klimapolitikk som var vedtatt innen 1.1.2022, og de tiltakene i Trondheim kommunes klimabudsjett som var gjennomført innen samme dato.

Prognose: En forutsigelse av hvordan utviklingen 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 blir begrepet brukt stort sett til å bety sektorene som benyttes til å kategorisere utslipp i Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap, og som definerer strukturene i utslippsberegningene i modellen. Sektorene som benyttes i rapporten er gitt i tabell 1. Se også «Utslippskilde».

Territoriell tilnærming: Følger sektorinndelingen i Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap. Omfatter direkte utslipp innenfor Trondheim kommunes grenser.

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

Tiltak: Dette er den faktisk fysiske endringen i samfunnet som gir reduserte klimagassutslipp. Eksempler på tiltak er utskifting av kjøretøy til nullutslippskjøretøy, økt uttak av deponigass eller utfasing av mineralolje og gass til midlertidig byggvarme.

Scope: Begrep som brukes i GPC-tilnærmingen for å skille mellom direkte utslipp (scope 1), indirekte utslipp fra energibruk (scope 2) og andre indirekte utslipp (scope 3). I denne rapporten omfatter utslipp i scope 2 indirekte utslipp fra bruk av elektrisitet og fjernvarme i kommunen, mens scope 3 omfatter indirekte utslipp fra tap i elektrisitetsnettet utenfor kommunen knyttet til elektrisitetsforbruk i kommunen.

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

Utslippskilde: Hver sektor er delt opp i utslippskilder av klimagasser (se tabell 1). Disse er i all hovedsak de samme som inngår i Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap, med unntak av for sjøfart hvor utslippskilden Passasjer er videre delt opp i AtBs ferger, AtBs passasjerbåter og Andre passasjerskip.

Virkemiddel: Dette er de verktøyene myndighetene kan innføre med sikte på å utløse tiltak. Eksempler på virkemidler er avgiftsendringer, forskriftsreguleringer, enkeltvedtak, informasjonskampanjer eller ulike tilskuddordninger.

9 Referanser

- AtB (2017). *Årsrapport 2017*. Hentet fra https://www.atb.no/getfile.php/1318519-1531813877/Rapporter/AtB_arsrapport_2017.pdf
- COWI (2016). *NOT GAS 014 Utslipp gass SSB*.
- 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>
- Dybedal, P. (2018). *Cruisetraffikk til norske havner - oversikt, utvikling og prognoser 2018-2060* (TØI rapport 1651/2018). Oslo: TØI. Hentet fra <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=48981>
- Enova (2017). *Enovas byggstatistikk 2017*. Hentet fra https://www.enova.no/download?objectPath=upload_images/5C6245BC2AD74248BB629BFA95145AA3.pdf&filename=Enovas%20byggstatistikk%202017.pdf
- European Commission (2021). *European Missions. 100 Climate-Neutral and Smart Cities by 2030. Info Kit for Cities*. Hentet fra https://research-and-innovation.ec.europa.eu/document/download/cb258381-77d5-435a-8b25-9a590795dc9e_en?filename=ec_rtd_eu-mission-climate-neutral-cities-infokit.pdf
- European Commission, Directorate-General for Climate Action, Directorate-General for Energy, Directorate-General for Mobility and Transport, De Vita, A., Capros, P., ... al., e. (2021). *EU reference scenario 2020 : energy, transport and GHG emissions : trends to 2050*. Publications Office. Hentet fra <https://data.europa.eu/doi/10.2833/35750>
- Finansdepartementet (2021a). *Meld. St. 1 (2021 - 2022) Nasjonalbudsjettet 2022*. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-1-20212022/id2875458/>
- Finansdepartementet (2021b). *Meld. St. 14 (2020 - 2021) Perspektivmeldingen 2021*. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-14-20202021/id2834218/>
- Finansdepartementet (2022). *Meld. St. 1 (2022 - 2023) Nasjonalbudsjettet 2023*. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-1-20222023/id2931224/>
- FOR-2004-06-01-922 (2021). Forskrift om begrensning i bruk av helse- og miljøfarlige kjemikalier og andre produkter (produktforskriften) Hentet fra <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2004-06-01-922>
- FOR-2018-06-28-1060 (2021). Forskrift om forbud mot bruk av mineralolje til oppvarming av bygninger Hentet fra <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2018-06-28-1060>
- FOR-2020-09-24-1944 (2020). Forskrift om endring i produktforskriften (økt omsetningskrav for biodrivstoff og avansert biodrivstoff) Hentet fra <https://lovdata.no/dokument/LTI/forskrift/2020-09-24-1944>
- FOR-2021-01-07-49 (2021). Forskrift om endring i forskrift om forbud mot bruk av mineralolje til oppvarming av bygninger Hentet fra <https://lovdata.no/dokument/LTI/forskrift/2021-01-07-49>

- FOR-2022-06-07-971 (2022). Forskrift om endring i avfallsforskriften (utsortering og materialgjenvinning av bioavfall og plastavfall) Hentet fra <https://lovdata.no/dokument/LTI/forskrift/2022-06-07-971>
- 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-kojoretøyparken-i-samsvar-med-nasjonalbudsjettet-2019-article35527-8.html>
- Fridstrøm, L. og Østli, V. (2021). *Forsering eller hvileskjær? Om utsiktene til klimagasskutt i veitransporten* (TØI rapport 1846/2021). Oslo: TØI. Hentet fra <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=68510>
- Friedlingstein, P., O'Sullivan, M., Jones, M. W., Andrew, R. M., Gregor, L., Hauck, J., ... Zheng, B. (2022). Global Carbon Budget 2022. *Earth Syst. Sci. Data*, 14(11), 4811-4900. <https://doi.org/10.5194/essd-14-4811-2022>
- Greenhouse Gas Protocol (2014). *Mitigation goal standard. An accounting and reporting standard for national and subnational greenhouse gas reduction goals*. World Resources Institute.
- Greenhouse Gas Protocol (2021). *Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Inventories. An Accounting and Reporting Standard for Cities. Version 1.1*. World Resources Institute, C40 Cities Climate Leadership Group & ICLEI - Local Governments for Sustainability. Hentet fra <https://ghgprotocol.org/greenhouse-gas-protocol-accounting-reporting-standard-cities>
- Greenhouse Gas Protocol (2022). *Global protocol for community-scale greenhouse gas emission inventories. Supplemental Guidance for Forests and Trees*. World Resources Institute. Hentet fra <https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/global-protocol-community-scale-ghg-inventories-guidance.pdf>
- Gundersen, G. I. og Heldal, J. (2015). *Bruk av gjødselressurser i jordbruket 2013* (SSB Rapport 2015/24). Hentet fra <https://www.ssb.no/jord-skog-jakt-og-fiskeri/artikler-og-publikasjoner/attachment/228465?ts=158d8456b90>
- IPCC (2006a). Chapter 2: Stationary Combustion. I *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*.
- IPCC (2006b). *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.
- IPCC (2019). Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use. Appendix4: Method for Estimating the Change in Mineral Soil Organic Carbon Stocks from Biochar Amendments:
Basis for Future Methodological Development. I *2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*.
- Jones, C. D., P Ciais, S J Davis, P Friedlingstein, T Gasser, G P Peters, ... Wiltshire, A. (2016). Simulating the Earth system response to negative emissions. *Environmental Research Letters*, 11(9). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/9/095012>
- Klima- og miljødepartementet (2021). *Meld. St. 13 (2020 - 2021) Klimaplan for 2021 - 2030*. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-13-20202021/id2827405/>
- Klima- og miljødepartementet (2022). *Regjeringas klimastatus- og plan*. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/regjeringens-klimastatus-og-plan/id2931051/>
- Kolle, S. O. og Oguz-Alper, M. (2020). *Bruk av gjødselressurser i jordbruket 2018* (SSB Rapport 2020/9). Hentet fra <https://www.ssb.no/jord-skog-jakt-og-fiskeri/artikler-og-publikasjoner/bruk-av-gjodselressurser-i-jordbruket-2018>
- Kystverket (2018). *Prognoser for sjøtrafikk 2018 - 2050: Anløps- og trafikkprognoser for kystnær sjøtrafikk*. Hentet fra <https://kystverket.no/contentassets/16d5144075384953b5081095f7e6068c/prognoser-for-sjotrafikk-20182050.pdf/download>
- Kystverket (2022, 29.01.2022). *Åpne data fra Kystverket - Seilas*. I. Hentet fra <https://data.kystverket.no/dataset/aarlige-seilas>

- 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 (2019). *Utslipp og opptak fra skog og arealbruk: For kommuner* (versjon 2019-04-02). Hentet fra <https://www.miljodirektoratet.no/tjenester/klimagassutslipp-arealbruk-kommuner/?area=705§or=-3>
- Miljødirektoratet (2020a). *Greenhouse Gas Emissions 1990-2018, National Inventory Report* (M-1643 | 2020). Hentet fra <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/M985/M985.pdf>
- Miljødirektoratet (2020b). *Trebasert karbonlagring i bygningsmasse (testversjon). Tiltaksberegningssmal fra Miljødirektoratet. I*. Hentet fra <https://www.miljodirektoratet.no/tjenester/klimagassutslipp-kommuner/beregne-effekt-av-ulike-klimatiltak/>
- Miljødirektoratet (2021). *Greenhouse Gas Emissions 1990-2019, National Inventory Report* (M-2013 | 2021). Hentet fra <https://www.miljodirektoratet.no/publikasjoner/2021/april-2021/greenhouse-gas-emissions-1990-2019/>
- Miljødirektoratet (2022a). *Biogass andeler*. Mottatt på e-post fra Miljødirektoratet.
- Miljødirektoratet (2022b). *Greenhouse Gas Emissions 1990-2020, National Inventory Report* (M-2268 | 2022). Hentet fra <https://www.miljodirektoratet.no/publikasjoner/2022/april/greenhouse-gas-emissions-1990--2020-national-inventory-report/>
- Miljødirektoratet (2022c). *Klimagasstatistikk for kommuner og fylker: Dokumentasjon av metode - versjon 5* (M-989 | 2022). Hentet fra https://www.miljodirektoratet.no/contentassets/684ed944b61948e8adbef6f3f5b699f7/dokumentasjonsnotat-versjon_5_2022.pdf/download
- Miljødirektoratet (2022d). *Klimatiltak under innsatsfordelingen. Oppdatert kunnskapsgrunnlag* (M-2229 | 2022). Hentet fra <https://www.miljodirektoratet.no/publikasjoner/2022/mars/klimatiltak-under-innsatsfordelingen-oppdateret-kunnskapsgrunnlag/>
- Miljødirektoratet (2022e). *Utslipp av klimagasser i kommuner* (versjon 2022-01-21). Hentet fra <https://www.miljodirektoratet.no/tjenester/klimagassutslipp-kommuner/>
- Miljødirektoratet (2022f). *Utslippsfaktorer_veitrafikk_220202.xlsx*. Mottatt på e-post fra Miljødirektoratet.
- Miljødirektoratet (2022g). *Utslippsfaktorer_veitrafikk_aggregert_240202.xlsx*. Mottatt på e-post fra Miljødirektoratet.
- Miljødirektoratet og NVE (2020). *Bruk av gass til oppvarming. Utredning av volum, alternativer og kostnader*. (M-1623 | 2020). Hentet fra <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m1623/m1623.pdf>
- 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>
- NIBIO (2022). *Gjødsling av skog*. Hentet 24.11.2022 fra <https://www.nibio.no/tema/skog/skogbehandling-og-skogskjotsel/gj%C3%B8dsling-av-skog#:~:text=%C3%85%20gj%C3%B8dsle%20med%20nitrogen%20gir,det%20gir%20en%20positiv%20klimaeffekt.>
- NILU (2018). *NERVE - Utslippsmodell for veitrafikk. Dokumentasjon av beregningsmodell for klimagassutslipp i norske kommuner*. (NILU rapport 28/2018). Hentet fra <http://hdl.handle.net/11250/2569414>
- Norges Bank (2022). *Pengepolitisk rapport 3/22*. Hentet fra <https://www.norges-bank.no/tema/pengepolitikk/Rentemoter/2022/september-2022/?tab=124832>
- NVE (2021). *Langsiktig kraftmarkedsanalyse 2021 – 2040. Forsterket klimapolitikk påvirker kraftprisene*. Hentet fra https://publikasjoner.nve.no/rapport/2021/rapport2021_29.pdf
- NVE (2022). *Langsiktig kraftmarkedsanalyse*. Hentet fra <https://www.nve.no/energi/analyser-og-statistikk/langsiktig-kraftmarkedsanalyse/>

- O'Toole, A., Simonsen, M., Moltu Johnsen, F. og Hønsi, T. (2021). *Karbon fra jord til jord* (VF-rapport). Hentet fra https://www.vestforsk.no/sites/default/files/2021-11/F%C3%98NIKSRAPPORTEN_FRA%20JORD%20TIL%20JORD.pdf
- Regulation EU (2018/841) (2018). Regulation (EU) 2018/841 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 on the inclusion of greenhouse gas emissions and removals from land use, land use change and forestry in the 2030 climate and energy framework, and amending Regulation (EU) No 525/2013 and Decision No 529/2013/EU (Text with EEA relevance) Hentet fra https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2018.156.01.0001.01.ENG
- Samferdselsdepartementet (2017). *Meld. St. 33 (2016 - 2017) Nasjonal transportplan 2018 - 2029*. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-33-20162017/id2546287/>
- Skatteetaten (2021). *Biodrivstoff til veitrafikk* Mottatt på e-post fra Skatteetaten.
- SSB (2008). *Standard for næringsgruppering. Korrigeret utgave*. Statistisk Sentralbyrå. Hentet fra https://www.ssb.no/a/publikasjoner/pdf/nos_d383/nos_d383.pdf
- SSB (2021a). *11185: Sal av petroleumsprodukt (1 000 liter). Endelege tal, etter region, næring, petroleumsprodukt, statistikkvariabel og år*. Hentet 8.6.2021 fra <https://www.ssb.no/statbank/table/11185>
- SSB (2021b). *Vedforbruket redusert med en tredel siden 2010*. Hentet fra <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/artikler-og-publikasjoner/vedforbruket-reduert-med-en-tredel-siden-2010>
- SSB (2022a). *06462: Jordbruksareal for utvalde vekstar (dekar) (K) 1969 - 2020*. Hentet fra <https://www.ssb.no/statbank/table/06462>
- SSB (2022b). *07459: Befolkning, etter statistikkvariabel, region og år*. Hentet fra <https://www.ssb.no/statbank/table/07459/>
- SSB (2022c). *08307: Produksjon, import, eksport og forbruk av elektrisk kraft (GWh) 1950 - 2021*. Hentet 10.11.2022 fra <https://www.ssb.no/statbank/table/08307>
- SSB (2022d). *09189: Makroøkonomiske hovedstørrelser, etter makrostørrelse, statistikkvariabel og år*. Hentet 23.9.2022 fra <https://www.ssb.no/statbank/table/09189/>
- SSB (2022e). *09702: Energibalansen. Vedforbruk i boliger og fritidsboliger 1990 - 2021*. Hentet 23.9.2022 fra <https://www.ssb.no/statbank/table/09702>
- SSB (2022f). *13136: Avfall frå hushalda, etter materiale, behandling og nedstrømsløsning (K) 2015 - 2020*. Hentet 3.2.2022 fra <https://www.ssb.no/statbank/table/13136/>
- SSB (2022g). *13599: Framskrevet folkemengde 1. januar, etter kjønn, alder, innvandringskategori og landbakgrunn, i 15 alternativer 2022 - 2100*. Hentet 24.10.2022 fra <https://www.ssb.no/statbank/table/13599/>
- SSB (2022h). *13600: Framskrevet folkemengde 1. januar, etter kjønn og alder, i 9 alternativer (K) 2022 - 2050*. Hentet 24.10.2022 fra <https://www.ssb.no/statbank/table/13600/>
- SSB (2022i). *13615: Sal av petroleumsprodukt og flytande biodrivstoff, etter næring (SN2007) og produkt (1000 liter). Endelege tal (F) 2020 - 2021*. Hentet fra <https://www.ssb.no/statbank/table/13615/>
- SSB (2022j). *Konjunkturtendensene 2022/3*. Hentet 9.9.2022 fra <https://www.ssb.no/nasjonalregnskap-og-konjunkturer/konjunkturer/statistikk/konjunkturtendensene>
- Statkraft Varme (2022). *Status mulighetsstudie for karbonfangst og lagring på Heimdal Varmesentral*. Hentet 7.4.2022 fra <https://www.statkraftvarme.no/kunnskapssenter/barekraft/utviklingsprosjekter/ccs---karbonfangst-og-lagring/status/>
- Statnett (2022a). *Langsiktig markedsanalyse*. Hentet fra <https://www.statnett.no/for-aktorer-i-kraftbransjen/planer-og-analyser/langsiktig-markedsanalyse/>
- Statnett (2022b). *Statnetts Kortsiktige markedsanalyse*. Hentet fra <https://www.statnett.no/for-aktorer-i-kraftbransjen/planer-og-analyser/kortsiktig-markedsanalyse/>
- Stortinget (2022). *Meld. St. 1 (2022-2023), Innst. 2 S (2022-2023). Finansinnstillingen - nasjonalbudsjettet og statsbudsjettet 2023*. Hentet fra <https://www.stortinget.no/no/Saker-og-publikasjoner/Vedtak/Vedtak/Sak/?p=90789>
- Søgaard, G., Bardalen, A., Walland, F., O'Toole, A., Belbo, H., Fjellstad, K. B., ... Hietala, A. M. (2020). *Klimatiltak i landbruket i Trondheim kommune* (NIBIO rapport). Hentet fra <https://nibio.brage.unit.no/nibio->

[xmlui/bitstream/handle/11250/2673356/NIBIO RAPPORT 2020 6 103.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://hdl.handle.net/11250/2673356/NIBIO_RAPPORT_2020_6_103.pdf?sequence=4&isAllowed=y)

- Trondheim kommune (2022). *Kapittel 7 Klimabudsjett, i Kommunedirektørens forslag til handlings- og økonomiplan 2023-2026 – Budsjett 2023*. Hentet fra <https://www.trondheim.kommune.no/globalassets/10-bilder-og-filer/11-politikk-og-planer/budsjettdokumenter/budsjett2023-ferdig.pdf>
- Trondheimsregionen (2022). *Befolkningsprognoser for kommunene 2022*. Hentet 20.10.2022 fra <https://trondheimsregionen.no/befolkningsprognoser-for-kommunene-2022/>
- 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.

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.