

# Kristiansands klimagassutslipp mot 2030

## Referansebane og tiltakspakker



# Kristiansands klimagassutslipp mot 2030

## Referansebane og tiltakspakker

20. mai 2021

Jan Ivar Korsbakken  
Reidun Marie Romundstad  
Anne Madslie

---

**CICERO Senter for klimaforskning**

P.B. 1129 Blindern, 0318 Oslo  
Telefon: 22 00 47 00  
E-post: [post@cicero.oslo.no](mailto:post@cicero.oslo.no)  
Nett: [www.cicero.oslo.no](http://www.cicero.oslo.no)

**Transportøkonomisk institutt**

Gaustadalléen 21, 0349 Oslo  
Telefon: 22 57 38 00  
E-post: [toi@toi.no](mailto:toi@toi.no)  
Nett: [www.toi.no](http://www.toi.no)

**Tittel:** Kristiansands klimagassutslipp mot 2030: Referansebane og tiltakspakker

---

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

---

**Finansiert av:** Kristiansand kommune

---

**Prosjekt:** Utslppsframskrivninger i klimabudsjett

---

**Prosjektleder:** Jan Ivar Korsbakken

---

**Nøkkelord:** Kristiansand, utslipp, CO<sub>2</sub>, transport, oppvarming, energiforsyning, sjøfart, referansebane, utslppsreduksjoner, tiltak, scenarier

---

### **Sammendrag:**

CICERO Senter for Klimaforskning og Transportøkonomisk institutt (TØI) har utarbeidet en beregningsmodell og et sett med framskrivninger for klimagassutslipp i Kristiansand kommune fram til 2030. Framskrivningene omfatter en referansebane og anslått effekt av en rekke ulike utslppsreducerende tiltak. Framskrivningene kan brukes til å illustrere hvordan klimagassutslippene i Kristiansand kan tenkes å utvikle seg under ulike antakelser, og hvilken type innsats som kreves for å oppnå Kristiansand kommunes mål om 80 prosent nedgang i klimagassutslippene fra 2015 til 2030.

Referansebanen anslår hvordan utslippene kan utvikle seg uten nye utslppsreducerende tiltak eller virkemidler utover nåværende vedtatt politikk, og danner et grunnlag å måle effekten av tiltak opp mot. Tiltaksberegningene er satt sammen i fire ulike tiltakspakker, som både er tematisk gruppert og samtidig gjenspeiler både økende effekt og stigende ambisjonsnivå

I referansebanen går utslippene ned med 13 prosent fra 2015 til 2030. Nedgangen fra 2015 til og med 2020 skyldes i hovedsakelig økende nasjonalt omsetningskrav for biodrivstoffandel i drivstoff til veitrafikk samt voksende andel elbiler i veitrafikken og et lite bidrag fra utfasing av fossil olje til oppvarming i tråd med nasjonalt forbud mot mineralolje til permanent byggvarme. Fra 2020 til 2030 skyldes nedgangen hovedsakelig elektrifisering av personbiler og varebiler, en moderat nedgang i mengde forbrent avfall samt metanutslipp fra gamle avfallsdeponier, og en beskjeden nedgang i utslipp fra sjøfart i tråd med utvidelser av landstrømbruken og effektivisering og noe økende bruk av lavutslppsløsninger for nye skip eller skip som oppgraderes i løpet av perioden. Utslipp fra tunge kjøretøy og dieseldrevne motorredskaper vokser derimot over perioden, og bidrar til å dempe utslppsreduksjonen noe.

Hvis alle tiltakene i tiltakspakkene gjennomføres, anslår vi en nedgang i samlede klimagassutslipp på 87 prosent fra 2015 til 2030, tilsvarende 83 prosent reduksjon i utslippene i 2030 i forhold til referansebanen. Tiltakene overoppfyller altså målet om 80 prosent reduksjon fra 2015 til 2030 noe. Halvparten av reduksjonen kommer imidlertid fra den relativt krevende tiltakspakke 4, hvor tiltak som nullutslppssoner for de fleste typer kjøretøy og nullutslpps- eller hybridframdriftsløsninger på alle nye og oppgraderte skip er sentrale tiltak. I de øvrige pakkene er karbonfangst på avfallsforbrenning det største enkelttiltaket, som også er å regne som et relativt kostbart tiltak.

Når man i tillegg tar høyde for usikkerhet i beregningene, er det klart at 80-prosentsmålet ikke gir rom for å la utfordrende tiltak ligge, og vil kreve stor innsatsvilje og en god dose politisk mot. Det er også viktig å huske på at selv om referansebanen gjenspeiler nåværende politikk, så gjennomfører heller ikke den seg nødvendigvis selv. Den må følges opp, og politikere og administrasjon må være klare til å innføre kompensierende tiltak hvis det viser seg at utslippene ikke går like mye ned som forventet eller hvis forutsetningene endrer seg. Eksempler på situasjoner som kan oppstå kan være at høyere strømpriser gjør landstrøm mindre attraktivt, eller et bortfall av nasjonale insentiver for kjøp av elbiler.

Tiltakene er en blanding av tiltak som kan utløses helt eller delvis av kommunale virkemidler, tiltak som er helt avhengige av vedtak og finansiering på statlig nivå, og tiltak som krever statlig innsats for å utløses helt, men hvor kommunen kan bidra vesentlig. For de aller fleste tiltakene har kommunen likevel en viktig rolle å spille som initiativtaker, koordinator, pådriver eller gjennomfører, selv når et tiltak er avhengig av ressurser eller vedtak på statlig nivå eller samarbeid med private aktører.

---

**Språk:** Norsk

---

# Innhold

<b>1</b>	<b>Kortversjon</b> .....	<b>4</b>
	1.1 Bakgrunn	4
	1.2 Resultater	7
	1.3 Kommunens rolle og viktige hensyn	10
<b>2</b>	<b>Innledning</b> .....	<b>15</b>
<b>3</b>	<b>Metode</b> .....	<b>19</b>
	3.1 Generell metode	19
	3.2 Sentrale antakelser for referansebanen	21
	3.3 Tiltakspakker	23
	3.4 Usikkerhet	33
<b>4</b>	<b>Barrierer og virkemidler</b> .....	<b>35</b>
<b>5</b>	<b>Anbefalinger om bruk og tolkning</b> .....	<b>49</b>
<b>6</b>	<b>Resultater</b> .....	<b>51</b>
	6.1 Overordnede resultater	51
	6.2 Veitrafikk	60
	6.3 Industri, olje og gass	66
	6.4 Energiforsyning	70
	6.5 Annen mobil forbrenning	74
	6.6 Sjøfart	78
	6.7 Avfall og avløp	86
	6.8 Jordbruk	89
	6.9 Luftfart	93
	6.10 Oppvarming	96
<b>7</b>	<b>Sektorspesifikk metodikk</b> .....	<b>101</b>
	7.1 Overordnede faktorer	101
	7.2 Veitrafikk	103
	7.3 Industri, olje og gass	118
	7.4 Energiforsyning	123
	7.5 Annen mobil forbrenning	131
	7.6 Sjøfart	139
	7.7 Avfall og avløp	144
	7.8 Jordbruk	147
	7.9 Luftfart	151
	7.10 Oppvarming	155
<b>8</b>	<b>Ordforklaringer</b> .....	<b>163</b>
	<b>Referanser</b> .....	<b>165</b>

# 1 Kortversjon

## 1.1 Bakgrunn

### Beskrivelse av oppdraget

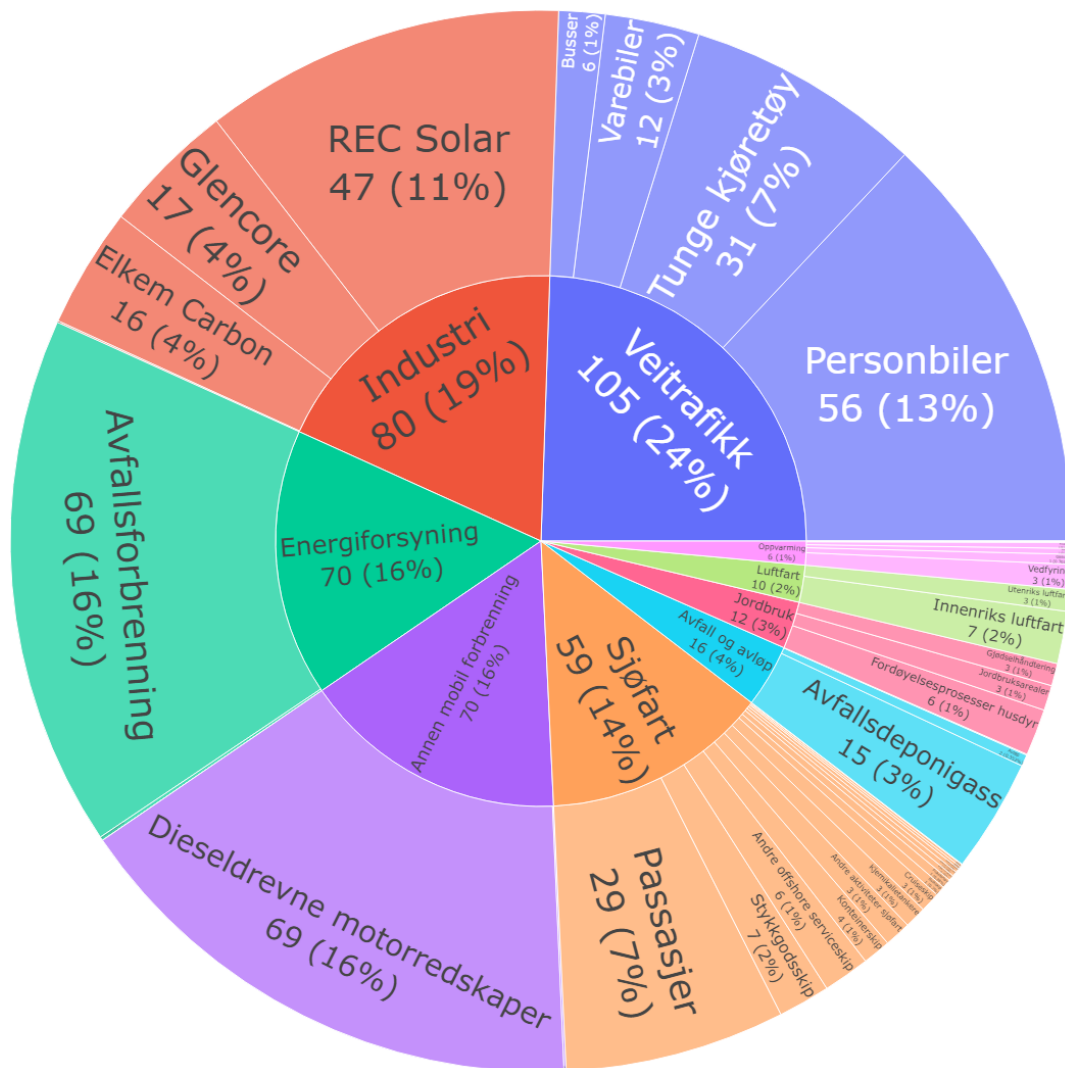
CICERO Senter for Klimaforskning og Transportøkonomisk institutt (TØI) har utarbeidet en beregningsmodell og et sett med framskrivinger for klimagassutslipp i Kristiansand kommune fram til 2030. Framskrivingene omfatter en referansebane og anslått effekt av en rekke ulike utslippsreducerende tiltak. Framskrivingene kan brukes til å illustrere hvordan klimagassutslippene i Kristiansand kan tenkes å utvikle seg under ulike antakelser, og hvilken type innsats som kreves for å oppnå Kristiansand kommunes mål om 80 prosent nedgang i klimagassutslippene fra 2015 til 2030.

Referansebanen anslår hvordan utslippene kan utvikle seg uten nye utslippsreducerende tiltak eller virkemidler utover nåværende vedtatt politikk, og danner et grunnlag for å måle effekten av tiltak. Tiltaksberegningene er satt sammen i fire ulike tiltakspakker, som både er tematisk gruppert og samtidig gjenspeiler både økende effekt og stigende ambisjonsnivå:

1. *Elektrifisering*: Utvalgte tiltak for elektrifisering av veitransport, tidligere utredet av THEMA Consulting Group
2. *Klimaplan for 2021-2030*: Utvalgte relevante tiltak fra regjeringens Klimaplan for 2021-2030 (Meld. St. 13, 2020-2021) som har innvirkning på utslippene i Kristiansand.
3. *Klimakur 2030*: Utvalgte nasjonale tiltak fra Miljødirektoratets rapport «Klimakur 2030» (eller tilsvarende lokale tiltak) som ikke ble tatt videre i Klimaplanen, men som likevel kan være relevante for Kristiansand.
4. «*Radikale tiltak*»: Mer inngripende tiltak som f.eks. påbud om nullutslippsløsninger, som er mer utfordrende enn de foregående tiltakspakkene, men som kan være nødvendige for å lukke gapet mellom summen av tiltakspakke 1-3 og målet om 80 prosent nedgang innen 2030.

### Hvordan resultatene bør tolkes

Referansebanene og tiltakspakkene er ikke prognoser for hvordan klimagassutslippene faktisk kommer til å utvikle seg. De er anslag for hvordan klimagassutslippene kan utvikle seg i en tenkt situasjon der visse tiltak gjennomføres eller ikke gjennomføres, og hvor de antakelsene og forenklingene som ellers er gjort i modelleringen, er gyldige. Det vil i praksis aldri helt være tilfellet, og det er knyttet stor usikkerhet til mange deler av både beregningene og datagrunnlaget de bygger på. Resultatene må derfor heller ansees som illustrasjoner av retning og størrelsesorden for hvordan utslippene kan ventes å utvikle seg som følge av nåværende trender og eventuelle nye tiltak.



**Figur 1:** Utslipp (i 1000 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter) og fordeling av klimagassutslippene i Kristiansand mellom sektorer og utslippskilder i 2019. Den innerste sektoren viser utslipp fra hver sektor. Ringen utenfor viser utslippskildene under hver sektor, og hvor stor andel de hver for seg utgjør av samlede utslipp for alle sektorer. Merk at utslippene på denne figuren er hentet fra Miljødirektoratets kommunefordelte utslippsregnskap. Utslippet for Sjøfart er knapt 15 tusen tonn høyere enn tallene som brukes i denne rapporten på grunn av manglende justering for landstrøm og enkelte andre forskjeller i forhold til analysene utført for havna av THEMA Consulting. Se under «Sektorer og avgrensninger» i teksten.

### Utslippsbildet i Kristiansand

Kristiansand har et relativt krevende utslippsbilde, med mange store utslippskilder, men hvor ingen dominerer (se figur 1). Å oppnå dype utslippskutt krever derfor betydelig innsats på mange områder samtidig. Ifølge Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap (av februar 2021) var klimagassutslippene i Kristiansand 430 tusen tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter<sup>1</sup>, fra CO<sub>2</sub>, metan (CH<sub>4</sub>) og lystgass (N<sub>2</sub>O). Utslippene domineres av fem ulike sektorer som alle står for rundt 60-100 tusen tonn av utslippene: Veitrafikk, Industri, Energiforsyning, Annemobil forbrønnen, og Sjøfart. Energiforsyning domineres av avfallsforbrenning ved Returkraft, mens Annemobil forbrønnen

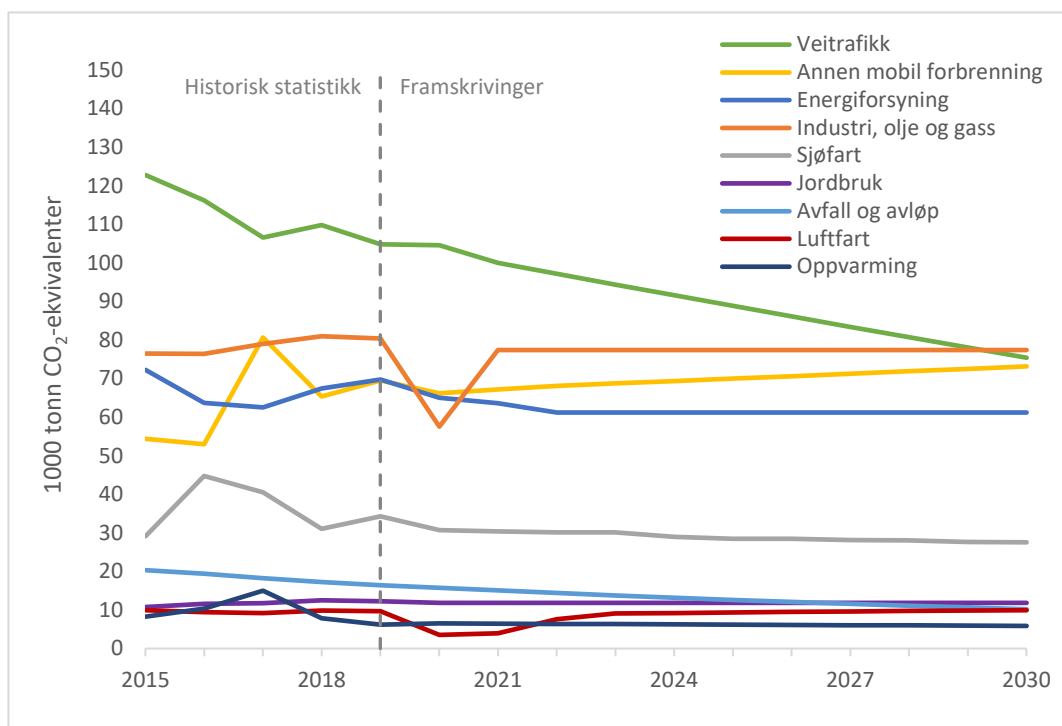
<sup>1</sup> CO<sub>2</sub>-ekvivalenter betyr at utslippet av hver klimagass regnes om til hvilken mengde CO<sub>2</sub> som ville forårsaket samme mengde samlet oppvarming over en viss periode. Denne rapporten følger standarden brukt av Miljødirektoratet og i det nasjonale utslippsregnskapet, hvor man ser på oppvarming over en 100-årsperiode, og multipliserer antall tonn CH<sub>4</sub> og N<sub>2</sub>O med henholdsvis 25 og 298.

utgjøres nesten fullstendig av utslippskilden Dieseldrevne motorredskaper (domineres av bygg/anleggsmaskiner og traktorer, med ytterligere bidrag fra andre typer veimaskiner, gaffeltrucker og alle andre maskiner som bruker avgiftsfri diesel utenom industrisektoren). Kristiansand utmerker seg særlig gjennom høye utslipp fra sjøfart, spesielt på grunn av hyppige anløp fra fergene mellom Kristiansand og Hirtshals, og fra industri på grunn av tre store industrivirksomheter med store prosessrelaterte utslipp: REC Solar, Elkem Carbon, og Glencore Nikkelverk.

### **Sektorer og avgrensninger**

Utsliffsframskrivingene bruker samme kategorier og definisjoner som Miljødirektoratets klimagassregnskap, og tar utgangspunkt i utslippstallene derfra for 2019. Det eneste unntaket er sektoren Sjøfart, hvor vi benytter utslippsberegninger for 2019 utført av THEMA Consulting på oppdrag fra Kristiansand havn i stedet for utslippstallene fra Miljødirektoratet. Dette gjør at utslippene fra Sjøfart i 2019 blir 34 615 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter, i stedet for 59 243 tonn fra Miljødirektoratets statistikk. Grunnen til dette er at Miljødirektoratets tall ikke tar høyde for bruk av landstrøm, og også ser ut til å bruke høyere tabellverdier for energiforbruk i havn for de aktuelle skipene enn det faktiske observasjoner i Kristiansand havn tilsier. Kristiansand har vært tidlig ute med å tilby landstrøm, og dette betyr mye for utslippene i havna. I de fleste andre sektorer har vi tilpasset beregningsmetodikken og prøvd å bevare konsistens med Miljødirektoratets tall selv om det er grunn til å tro at de reelle utslippene avviker fra Miljødirektoratets statistikk. Men for Sjøfart er forskjellen stor, og mangelen på justering for landstrøm ville gjøre det svært vanskelig å gi en god framstilling av effekten av klimatiltak i Kristiansand havn, hvor landstrøm spiller en dominerende rolle.

De beregnede utslippene inkluderer kun utslipp innenfor kommunegrensen til Kristiansand. Utslipp utenfor Kristiansand kommune regnes ikke med, selv om de skjer som følge av aktivitet i Kristiansand (for eksempel strømproduksjon og langdistansetransport). Tilsvarende regnes utslipp i Kristiansand med selv om de skjer som følge av aktivitet eller etterspørsel i andre kommuner eller land (f.eks. kjøring av innbyggere fra andre kommuner, eller produksjon av industrivarer til eksport).



**Figur 2:** Klimagassutslipp fra hver sektor i Kristiansand, historisk i Miljødirektoratets statistikk, og framskrevet i referansebanen (middelverdien).

## 1.2 Resultater

### Hovedfunn fra framskrivingene

Allerede med dagens klimapolitikk og dagens utviklingstrender er det sannsynlig at klimagassutslippene i Kristiansand vil gå ned innen 2030, men bare i beskjeden grad. Hvis alle tilgjengelige tiltak derimot tas i bruk, er det fullt mulig å oppnå og til og med overgå målet om 80 prosent reduksjon fra 2015 til 2030, men store deler av denne nedgangen vil kreve inngripende tiltak og en svært ambisiøs klimapolitikk. Mange av de nødvendige tiltakene vil kreve statlig drahjelp og virkemidler som ligger utenfor kommunens myndighet, men kommunen kan være pådriver for mange av dem, og både kan og bør levere betydelige bidrag til å gjennomføre de aller fleste av dem.

I referansebanen går klimagassutslippene i Kristiansand ned med 13 prosent fra 2015 til 2030, fra ca. 404 til 353 tusen tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter. Utslippene i 2019 var nesten de samme som i 2015, så reduksjonen blir nesten den samme målt i forhold til 2019 (siste år med statistikk fra Miljødirektoratet)<sup>2</sup>. Nedgangen domineres av nedadgående utslipp fra veitrafikk, på grunn av elektrifisering av personbiler gjennom hele perioden, samt økninger i omsetningskravet for biodrivstoff fra 2015 til 2021. Andre sektorer bidrar lite i forhold, og enkelte sektorer viser stigende utslipp (se figur 2).

I tiltakspakke 1, som inneholder allerede utredede, Kristiansand-spesifikke elektrifiseringstiltak, reduseres utslippene i 2030 med bare ett ytterligere prosentpoeng. Kombinert med de nasjonale tiltakene i pakke 2 (Klimaplan for 2021-2030), får man til sammen 23 prosent nedgang i utslippene fra 2015 til 2030, langt unna målet om 80 prosent reduksjon. Hvis man i tillegg gjennomfører andre

<sup>2</sup> Totalt klimagassutslipp for 2015 i Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap for Kristiansand er noe høyere i 2015, og viser en svak stigning til 2019, fra 424 til 428 tusen tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter. Forskjellen ligger i sektoren Sjøfart. Ifølge analyser gjennomført for havna av THEMA Consulting, og som nevnt ovenfor, skyldes det hovedsakelig at Miljødirektoratets tall ikke tar hensyn til landstrøm, og sannsynligvis også antar høyere energiforbruk ved havneligge enn det som faktisk er blitt observert i havna.



tiltak som ble utredet i Klimakur 2030 (tiltaksplanke 3) gjør man et byk ned til 42 prosent under 2015-nivå, men mesteparten av dette bykset skyldes innføring av karbonfangst på avfallsforbrenning ved Returkraft, et relativt ambisiøst tiltak.

For å nå målet om 80 prosent, må man gjennomføre størstedelen av den enda mer ambisiøse tiltaksplanke 4 (“Radikale tiltak”), inkludert nullutslippssone for de fleste typer kjøretøy og motorredskaper i hele Kristiansand, og enten karbonfangst i industrien eller å erstatte fossilt karbon i industrielle prosesser med biomasse. Alle tiltaksplanke til sammen gir 87 prosent utslippsreduksjon fra 2015 til 2030, altså en viss margin for at noen få tiltak ikke gjennomføres fullt ut eller gir mindre effekt enn antatt, men ikke nok til å la noen store tiltak ligge.

Kommunen har en viktig rolle å spille i gjennomføringen av nesten alle de analyserte tiltakene og i å være pådriver for å utløse dem. Dette gjelder selv om beslutningsmyndighet for noen av de mest krevende tiltakene ligger på statlig eller delt statlig og kommunalt nivå, og selv om en fullstendig gjennomføring ofte vil være avhengig av finansiell støtte fra staten og/eller EU, og av innsatsvilje fra private aktører.

Detaljerte beskrivelser av resultatene for hver sektor og tiltaksplanke finnes i kapittel 6 i hovedrapporten, mens nærmere gjennomgang av virkemidler og barrierer finnes i kapittel 4.

### **Viktigste trender i referansebanen**

Samlede utslipp i referansebanen går ned 13 prosent fra 2015 til 2030, eller ca. 52 tusen tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter. Nedgangen er fullstendig dominert av veitrafikk, hvor utslippene går ned med 39 prosent, eller 47 tusen tonn. Omtrent en fjerdedel av nedgangen kan tilskrives økt omsetning av biodrivstoff fra 2015 til 2021. Resten kommer fra elektrifisering, hovedsakelig for personbiler, hvor utslippene går ned nesten 70 prosent (47 tusen tonn), samt et lite bidrag fra varebiler (ca. 5 tusen tonn). Økt tungtransport gjør derimot at utslippene fra tunge kjøretøy går opp med 15 prosent, omtrent like mange tonn som utslipp fra varebiler går ned, til tross for økt andel biodiesel.

Mindre men betydelige bidrag til nedgangen kommer fra moderate reduksjoner i mengden forbrent avfall (tilsvarende 11 tusen tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter) og fra reduksjon i metanutslipp fra avfallsdeponier i takt med at tidligere deponert avfall brytes ned (10 tusen tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter). I tillegg kommer et lite bidrag fra utfasing av olje til permanent byggvarme på drøyt 2 tusen tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter fra 2015 til 2020, og knapt 2 tusen tonn fra sjøfart på grunn av økt bruk av landstrøm og LNG- og hybriddrift på nye og oppgraderte skip.

Den eneste sektoren hvor utslippene øker betydelig i referansebanen, er annen mobil forbrenning, som øker med 35 prosent, eller 18 tusen tonn. Rundt tre fjerdedeler av denne økningen har imidlertid allerede funnet sted mellom 2015 og 2019. Vi anslår at omtrent halvparten av økningen kommer fra bygg og anlegg, mens resten kommer hovedsakelig fra tjenesteyting og handel/annet, som kan bestå blant annet av brøyte- og vedlikeholdsmaskiner, traktorer utenfor jordbruket, gaffeltrucker og andre motorredskaper brukt i lagerdrift, i havna og annen logistikk. Det er imidlertid svært stor usikkerhet rundt sammensetningen av utslippstallene i sektoren Annen mobil forbrenning. Jordbruk bidrar også med en svak økning i utslippene (ca. ett tusen tonn) på grunn av en moderat økning i antall husdyr.

### **Utslippsreduksjoner fra tiltaksplanke**

tabell 2 til slutt på side 13 viser en liste over alle tiltakene i hver tiltaksplanke og anslått utslippsreduksjon i 2030 i forhold til referansebanen.

Hvis alle tiltakene i de fire tiltaksplanke gjennomføres, anslår vi at utslippene i 2030 kan bli 87 prosent eller 354 tusen tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter lavere enn i 2015, som tilsvarer et kutt på 86 prosent eller 302 tusen tonn i forhold til referansebanen i 2030. Planke består av til sammen 33 tiltak, hvorav de fleste bidrar med ca. 1-5 tusen tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter i kutt hver. De aller fleste tiltakene gir dermed betydningsfulle bidrag. Likevel er det de krevende tiltakene i tiltaksplanke 4 som står for over halvparten (185 tusen tonn) av reduksjonen i forhold til 2015-utslipp, og nesten to tredjedeler av kuttene i forhold til referansebanen i 2030. Over en tredjedel av utslippskuttene i

tiltaksplaner 1, 2 og 3 til sammen kommer fra karbonfangst på avfallsforbrenning ved Returkraft (i tiltaksplaner 3), altså også et nokså ambisiøst tiltak.

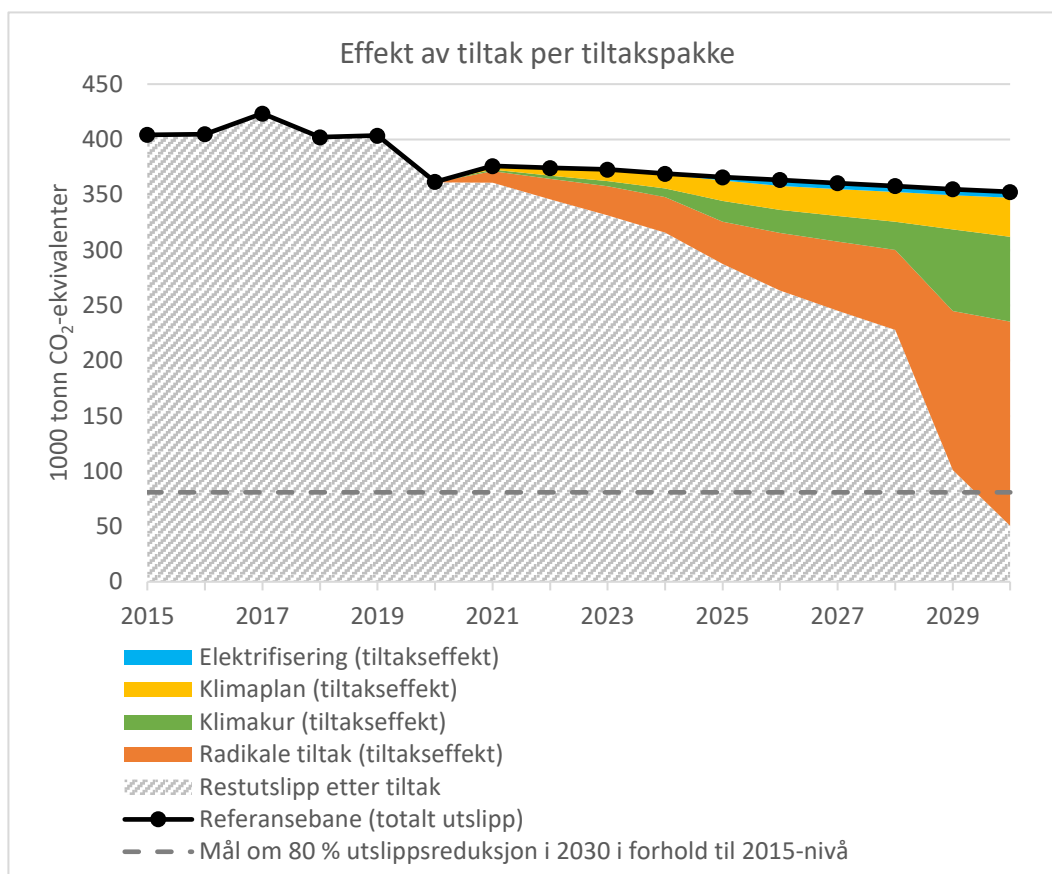
De tiltakene som bidrar mest i tiltaksplaner 4, er å erstatte fossile råstoffer ved REC Solar og Elkem Carbon med biomasse (tiltak I4.1) og/eller karbonfangst ved disse virksomhetene og eventuelt Glencore Nikkelverk (til sammen 61-75 tusen tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter), påbud om fossilfrie motorredskaper i Kristiansand (47 tusen tonn), og nullutslippssone for tungtransport i hele Kristiansand (29 tusen tonn). Hvis målet om 80 prosent kutt fra 2015 til 2030 skal nås, kan ingen av disse tiltakene utelates.

Det er så vidt rom for å utelate nullutslippssone for personbiler, busser og varebiler (til sammen 25 tusen tonn), men bare fordi utslippene fra disse kjøretøyene allerede er antatt å ha blitt kraftig redusert både i referansebanen og i tiltak i tiltaksplaner 1-3. Hvis noen av tiltakene i de tidligere pakkene utelates eller hvis utviklingen ellers viser seg ikke å samsvare med referansebanen, kan nullutslippssone for alle typer kjøretøy bli påkrevd.

I tiltaksplaner 3 (tiltak fra Klimakur 2030 som ikke er med i Klimaplan for 2021-2030) er det overlegent viktigste tiltaket karbonfangst for avfallsforbrenning. De viktigste tiltakene utenom dette er å få installert hybrid fossil/elektrisk drift på Hirtshals-fergene eller andre løsninger som lar disse skipene gjennomføre inn- og utseiling utslippsfritt (10 tusen tonn), samt tiltak for å gjøre at minst 70 prosent av nysolgte ikke-veigående maskiner er utslippsfrie innen 2030 (12 tusen tonn).

Tiltaksplaner 2 (Klimaplan for 2021-2030, tilsvarende Meld. St. 13) inneholder små og store tiltak innen en rekke sektorer, som vi anslår at til sammen gir 35 tusen tonn kutt i forhold til referansebanen i 2030. Det eneste enkelttiltaket her som gir mer enn 10 tusen tonn kutt, er omsetningskrav for biodrivstoff i anleggsdiesel (12 tusen tonn).

Tiltaksplaner 1, som inneholder et utvalg av elektrifiseringstiltak tidligere utredet for Kristiansand kommune av THEMA Consulting, reduserer til sammen utslippene i 2030 med bare 5 tusen tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter i forhold til referansebanen. Det viktigste tiltaket er elektrifisering av busser, som gir knapt 5 tusen tonn reduksjon. De to andre tiltakene, elektrifisering av taxiflåten og å erstatte alle kommunale lette kjøretøy med nullutslippskjøretøy, gir henholdsvis bare ca. 480 og 160 tonn kutt. Det er likevel viktig å ikke avfeie disse tiltakene, ettersom de er relativt lette å gjennomføre med virkemidler som kommunen rår over, og å gjennomføre dem kan dermed ha en viktig signaleffekt.



Figur 3: Samlet effekt av tiltak i hver av de fire tiltakspakkene

### 1.3 Kommunens rolle og viktige hensyn

#### Behov for kommunalt pådriv

Når man tar høyde for usikkerhet i beregningene, er det klart at 80-prosentsmålet ikke gir rom for å la utfordrende tiltak ligge, og vil kreve stor innsatsvilje og en god dose politisk mot fra politikere og kommunal administrasjon i Kristiansand. Det er også viktig å huske på at selv om referansebanen gjenspeiler nåværende politikk, så gjennomfører heller ikke den seg nødvendigvis selv. Den må følges opp, og politikere og administrasjon må være klare til å innføre kompenserende tiltak hvis det viser seg at utslippene ikke går like mye ned som forventet, eller hvis forutsetningene endrer seg. Eksempler på situasjoner som kan oppstå kan være at høyere strømpriser gjør landstrøm mindre attraktivt, eller et bortfall av nasjonale insentiver for kjøp av elbiler.

Dette krever at kommunepolitikere og administrasjon er proaktive for å igangsette de tiltakene som kommunen selv har myndighet og midler til å gjennomføre, og at de tar initiativ overfor stat og private der hvor kommunen ikke har nødvendig handlingsrom alene.

#### Kommunens handlingsrom

De virkemidlene som kommunen råder sterkest over er vedtak om tiltak i egen virksomhet, aktivt eierskap og kravstilling i anskaffelser. Ved å feie for egen dør kan kommunen være en foregangsaktør i klimaarbeidet. Stat, fylkeskommuner og kommuner er alle store innkjøpere som kan bruke innkjøpsmakten til å få ned klimagassutslippene og drive næringsutviklingen i en klimavennlig retning. Dette vil kunne ha effekt langt ut over kommunens grenser.

Kommunene har imidlertid begrenset kontroll over størstedelen av utslippene innenfor kommunens grenser, da andre aktører står for en større andel av utslippene enn kommuneorganisasjonen selv. Dermed er påvirkningsmuligheter på næringsliv, husholdninger og samspill med nasjonalt og regionalt nivå avgjørende. Dette krever et bredt sett av virkemidler, og ofte er ikke ett virkemiddel alene tilstrekkelig til å utløse et bestemt tiltak. (CICERO et al., 2020)

Selv om kommunen mangler myndighet eller ressurser til å utløse full effekt av et tiltak alene, kan kommunen av og til utløse deler av tiltaket på egen hånd. I andre tilfeller kan kommunen ha en essensiell rolle både ved å ta initiativ til å starte nødvendige prosesser på statlig nivå eller starte dialog med private aktører, og/eller som deltaker i gjennomføringen.

For eksempel vil mange tiltak i tiltakspakke 2 kunne se ut som rene statlige tiltak, utløst av statlige påbud, forbud eller avgifter, som forbud mot fossil byggvarme, påbud om bestemte omsetningsandeler av biodiesel i anleggsgas, eller insentiver for å øke nullutslippsandelen i nysalg av alle typer kjøretøyer og motorredskaper. Men kommunen kan gå langt i å bidra til at tiltakene gjennomføres lokalt gjennom å stille krav om nullutslipp eller fossilfrihet i kommunale byggeprosjekter, gi fordeler i behandling av byggesaker, og gi fordeler som reduserte bompenger eller reserverte parkeringsplasser til nullutslippskjøretøyer, samt bidra til å øke etterspørselen gjennom å kjøpe nullutslippsmaskiner eller biodiesel til eget forbruk. Tilsvarende har kommunen neppe myndighet til å innføre nullutslippssoner på alle veier i Kristiansand, men statlige myndigheter vil heller ikke overveie å åpne for denne typen tiltak uten sterkt pådriv fra kommunen selv.

Typiske virkemidler som kommunen kan gjøre bruk av, er oppsummert i Tabell 1. Se kapittel 4.1.3 i hovedrapporten for en mer detaljert liste over virkemidler per tiltak.

**Tabell 1:** Noen virkemidler og tiltak som kommunen råder over.

Noen virkemidler og tiltak som kommunen råder over
<b>Vedtatt om tiltak i egen virksomhet</b>
<b>Aktivt eierskap</b> i havner, energi- og avfallsanlegg, etc.
<b>Innkjøp – kravstilling i anskaffelser</b> , som fossilfrie/utslippsfrie bygge- og anleggsplasser, massetransport, avfallstransport, driftskontrakter (brøyting, feiing, etc.), transport ved innkjøp av varer og tjenester, kollektivtrafikk vei og sjø (fylkeskommunalt)
<b>Fysisk tilrettelegging, omregulering, grønn prioritet</b> , som utbygging av ladeinfrastruktur og regulering av areal til energistasjoner, landstrøm / utslippsfri havn, fysisk tilrettelegging for sykkel og gange, gate- og parkeringsbestemmelser, etablere innfartsparkeringer, arealplanlegging som reduserer transportbehov
<b>Forbud og påbud</b> , som krav til nullutslippsdrosjer, fjerning parkeringsplasser, mulig utvidelse i klimakrav til utbyggere i reguleringsplaner og for nullutslippssoner. Kommunens hjemmel til å innføre forbud og påbud er imidlertid begrenset, og grenseoppgangen kan kreve juridisk vurdering.
<b>Økonomiske virkemidler</b> , som miljødifferensierte parkeringstakster og bomtakster, tilskuddsordninger
<b>Dialog med næringsaktører</b> som byggeiere, entreprenører, industribedrifter
<b>Kommunikasjon, mobilisering, holdningsskapende arbeid, nettverk for økt kompetanse og kunnskap, FoU-prosjekter, utredninger, planer og piloter</b>
<b>Påvirke statlige rammebetingelser</b>

### Indirekte utslipp og forhold mellom utslipp i Kristiansand og globalt

Miljødirektoratets kommunefordelte utslippsregnskap inneholder kun utslipp som finner sted innenfor Kristiansands grenser (direkte utslipp), og ikke indirekte utslipp, dvs. utslipp andre steder som forårsakes av innbyggere eller næringsaktivitet i Kristiansand. Analysene i denne rapporten har derfor også vært avgrenset til direkte utslipp. Det betyr ikke at Kristiansand ikke bør ta hensyn til

indirekte utslipp eller arbeide for å redusere dem. En analyse gjennomført av Asplan Viak viser at samlede direkte og indirekte utslipp bare fra husholdningene i Kristiansand er to og en halv gang så store som alle utslippene innenfor kommunegrensa til sammen. Dette tallet vil bli enda større når indirekte utslipp fra næringsvirksomhet og offentlige myndigheter tas med. Alle klimagassutslipp bidrar til globale klimaendringer, uansett hvor i verden de finner sted, og det er derfor viktig å redusere både direkte og indirekte utslipp.

Kommunen har ofte begrensede muligheter til å påvirke indirekte utslipp fra andre aktører i kommunen, men har stor grad av kontroll over egne indirekte utslipp. Tiltak for å redusere indirekte utslipp i egen virksomhet vil typisk være knyttet til å velge produkter med lavt klimafotavtrykk, vurdere og stille krav til leverandørers klimafotavtrykk i anskaffelsesprosesser, og generelt å redusere forbruk der det lar seg gjøre.

Av samme grunn som det er viktig å redusere indirekte utslipp, er det også viktig å *ikke* redusere *direkte* utslipp på en måte som bare flytter utslippet til et annet sted, for eksempel å redusere inntak av avfall til forbrenning hos Returkraft hvis dette fører til avfallet i stedet blir brent på forbrenningsanlegg i en annen kommune, eller å pålegge industrien tiltak som gjør at produksjon blir flyttet fra Kristiansand til andre steder, slik at det samlede utslippet i og utenfor Kristiansand ikke går ned.

Når det gjelder industrien er det spesielt viktig å ta med i betraktningen at industrivirksomhetene i Kristiansand har relativt lave utslipp per tonn produkt på grunn av lavt eller null bruk av fossile brenslere til energiformål, og elektrisitet som i stor grad kommer fra vannkraft. Dette betyr at tiltak som bygger ned produksjon i Kristiansand, sannsynligvis ville føre til *økte* utslipp globalt. Denne rapporten har derfor ikke vurdert tiltak som innebærer redusert industriell produksjon, og forutsetter at de foreslåtte tiltakene kan gjennomføres på en måte som ikke går hardt ut over lønnsomheten til industrivirksomhetene.

### **Skog og arealbruk**

Denne rapporten omfatter ikke utslipp og opptak fra skog og arealbruksendringer. Det er likevel viktig at kommunen ikke overser sitt ansvar som planmyndighet for å forhindre avskoging og forvalte eksisterende arealer av skog, myr og andre karbonrike landtyper. Miljødirektoratets beregninger for 2015 (siste år med tall) anslår at netto opptak av karbon (det vil si fjerning av karbon fra atmosfæren) i vegetasjon og jordsmonn i Kristiansand tilsvarte en tredjedel av det samlede utslippet fra andre sektorer. Dette skyldtes hovedsakelig tilvekst i eksisterende skogområder. Å bevare og forvalte skogressurser på en god måte er derfor en nødvendig del av kommunens klimaarbeid.

Opptak av karbon i skog bør likevel ikke settes opp mot utslippsreduksjoner i andre sektorer eller gå på bekostning av innsats for å kutte utslipp fra fossile kilder. Opptaket i skog kommer hovedsakelig fra tilvekst av ny vegetasjon, og vil normalt avta over tid. Dessuten er ikke opptak nødvendigvis permanent, ettersom økt hogst, skogbranner, tørke eller andre begivenheter i framtiden kan føre til at karbonet slipper ut igjen i atmosfæren som CO<sub>2</sub>.

### **Biodrivstoff**

Noen av tiltakene i denne rapporten innebærer å erstatte fossile brenslere med biodrivstoff. Miljødirektoratets klimagassregnskap regner CO<sub>2</sub> fra biodrivstoff som klimanøytralt ettersom en tilsvarende mengde CO<sub>2</sub> ble tatt ut av atmosfæren da råstoffet for biodrivstoffet vokste. Det regnes derfor ikke med i klimagassregnskapet, slik at overgang fra fossile brenslere til biodrivstoff medfører en regnskapsmessig reduksjon av CO<sub>2</sub>-utslipp. Dette er ikke uproblematisk, ettersom produksjon av biodrivstoff kan medføre inngrep i økosystemer og true biologisk mangfold, kan føre til høye CO<sub>2</sub>-utslipp fra avskoging hvis skogarealer brukes til å dyrke biodrivstoff, og kan også fortrenge matproduksjon. Klimanøytralitet forutsetter også at den biomassen som høstes til å produsere biodrivstoff, vokser tilbake raskt for å unngå en vesentlig midlertidig økning av CO<sub>2</sub> i atmosfæren, og dette er ikke alltid garantert.

I analysene forutsetter vi at biodrivstoff som brukes i tiltakene, er produsert på bærekraftige måter og ikke på arealer som er konvertert fra matproduksjon. Ideelt sett vil biodrivstoffet være produsert fra matavfall, jordbruksavfall eller andre avfallskilder. Det er imidlertid grenser for hvor mye biodrivstoff som kan produseres på denne måten. I de sektorene hvor det er omsetningskrav for biodrivstoff, vil økt bruk av biodrivstoff i Kristiansand dessuten kunne medføre redusert bruk andre steder i landet og dermed null effekt nasjonalt sett. I mange av tiltakene har vi derfor prioritert å bruke elektrifisering og andre nullutslippsløsninger framfor biodrivstoff, selv om biodrivstoff ville gi omtrent samme regnskapsmessige utslippsreduksjon. Unntakene er hvis nullutslippsløsninger sannsynligvis vil være veldig utfordrende eller dyre sammenliknet med biodrivstoff, eller de tilfellene hvor vi benytter tiltak som allerede er utredet i andre kilder og som eksplisitt gjør bruk av biodrivstoff.

**Tabell 2:** Liste over tiltak i hver tiltakspakke, med anslått utslippsreduksjon i forhold til referansebanen i 2030. Se kapittel 3.3 i hovedrapporten for en nærmere beskrivelse av tiltakspakkene innholdet i hvert tiltak.

Tiltakspakke		1 - Elektrifisering
Nr.	Tiltaksnavn	Tiltakseffekt i 2030 (1000 tonn CO <sub>2</sub> -ekv.)
T1.1	Elektrifisering av bybussene	4,6
T1.2	Elektrifisering av taxiflåten	0,5
T1.3	Nullutslipp fra kommunale lette kjøretøy	0,2
Tiltakspakke		2 - Klimaplan
Nr.	Tiltaksnavn	Tiltakseffekt i 2030 (1000 tonn CO <sub>2</sub> -ekv.)
T2.1	100 % av nye personbiler er elektriske innen utgangen av 2025	1,9
T2.2	100 % av nye lette varebiler er nullutslipp innen utgangen av 2025	1,0
T2.3	100 % av nye tyngre varebiler er nullutslipp innen utgangen av 2030	0,0
T2.4	50 % av nye lastebiler er nullutslipp i 2030	4,1
T2.5	Omsetningskrav for biodrivstoff i veitransport	4,2
E2.1	Økt utsortering av plastavfall og brukte tekstiler til materialgjenvinning	4,1
AT2.1	Omsetningskrav for biodiesel i anleggsgass fra 2022	11,5
AT2.2	Utfasing av mineralolje og gass til byggvarme på byggeplasser	3,2
J2.1	Bærekraftig kosthold	1,9
J2.2	Redusert matsvinn	0,5
J2.3	Bedre bruk og lagring av gjødsel	0,1
LU2.1	Krav om 30 % biodrivstoff i luftfart innen 2030	3,0
Tiltakspakke		3 - Klimakur 2030
Nr.	Tiltaksnavn	Tiltakseffekt i 2030 (1000 tonn CO <sub>2</sub> -ekv.)
T3.1	Nullvekstmål for personbiltransporten	1,1
T3.2	Forbedret logistikk for varebiltransport	0,5
T3.3	Forbedret logistikk og økt effektivisering av lastebiler	3,5
E3.1	CCS på avfallsforbrenning hos Returkraft	45,8
AT3.1	70 % av nye ikke-veigående maskiner utslippsfrie innen 2030	11,8
S3.1	Forsert innføring av landstrøm utenfor Vestre Kvadraturen	1,6
S3.2	Hybridisering av Hirtshals-fergene	10,2
O3.1	Erstatte gassbruk til permanent oppvarming av bygg	0,9
O3.2	Forsert utskifting av vedovner	1,4

Tiltakspakke		4 - Radikale tiltak
Nr.	Tiltaksnavn	Tiltakseffekt i 2030 (1000 tonn CO <sub>2</sub> -ekv.)
T4.1	Nullutslippssone for personbiler i hele Kristiansand	16,2
T4.2	Nullutslippssone for varebiler i hele Kristiansand	7,0
T4.3	Nullutslippssone for tungtransport i hele Kristiansand	29,1
T4.4	Nullutslippssone for busser i hele Kristiansand	1,8
I4.1	Overgang til biomasse ved REC Solar og Elkem Carbon	60,6
I4.2	Karbonfangst ved store industrivirksomheter	14,3
AT4.1	Påbud om fossilfrie motorredskaper i Kristiansand	46,7
S4.1	Full landstrømsdekning og nullutslipp for alle nye/oppgraderte skip	5,7
LU4.1	Kun fylling av jetparafin med rent eller høy innblandingsgrad av biodrivstoff ved Kjevik	3,4

## 2 Innledning

Kristiansand kommune har satt seg et ambisiøst mål om 80 prosent reduksjon av klimagassutslipp innen 2030, sammenliknet med 2015. I likhet med flere andre bykommuner har Kristiansand vedtatt et klimabudsjett som skal styre arbeidet med å redusere klimagassutslippene i kommunen. Det inneværende klimabudsjettet (del av Økonomiplan for 2020-2023) inneholder imidlertid relativt få tiltak som kan ventes å gi vesentlige utslippsreduksjoner fram mot 2030. Det er derfor et fokus på å identifisere nye tiltak som til sammen kan gi kraftige reduksjoner i klimagassutslippene, samt å kartlegge hva effekten av eventuelle tiltak vil være innen 2030.

Som del av dette arbeidet har Kristiansand kommune gitt CICERO Senter for klimaforskning og Transportøkonomisk institutt (TØI) i oppdrag å utarbeide framskrivinger for klimagassutslipp i Kristiansand kommune fram til 2030. Framskrivingene består i en referansebane, som anslår hvordan utslippene vil utvikle seg uten nye tiltak og virkemidler utover vedtatt politikk, samt fire tiltakspakker. Tiltakspakkene inneholder anslått effekt (utslippsreduksjon i forhold til referansebanen) av tiltak som er relevante for Kristiansand fra THEMA Consultings vurdering av elektrifiseringspotensialet i Kristiansand (THEMA Consulting, 2019a, 2019b, 2019c), fra regjeringas Klimaplan for 2021-2030 (Klima- og miljødepartementet, 2021b), fra Klimakur 2030 (Miljødirektoratet et al., 2020b), og ytterligere tiltak som kan bli nødvendig for å oppnå Kristiansand kommunes mål om 80 prosent reduksjon i klimagassutslippene fra 2015 til 2030. Dette vil bidra til å illustrere hvilke områder som vil være særlig utfordrende for å nå Kristiansand kommunes klimamål.

De samlede utslippene<sup>3</sup> i Kristiansand var 430 tusen tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter ifølge Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap for 2019, det siste tilgjengelige året med statistikk. Utslippene domineres av de fem utslippssektorene Veitrafikk, Industri, Energiforsyning, Annen mobil forburning og Sjøfart, som til sammen sto for 89 prosent av utslippene i 2019. De øvrige 11 prosentene er fordelt på utslippssektorene Avfall og avløp, Jordbruk, Luftfart og Oppvarming.

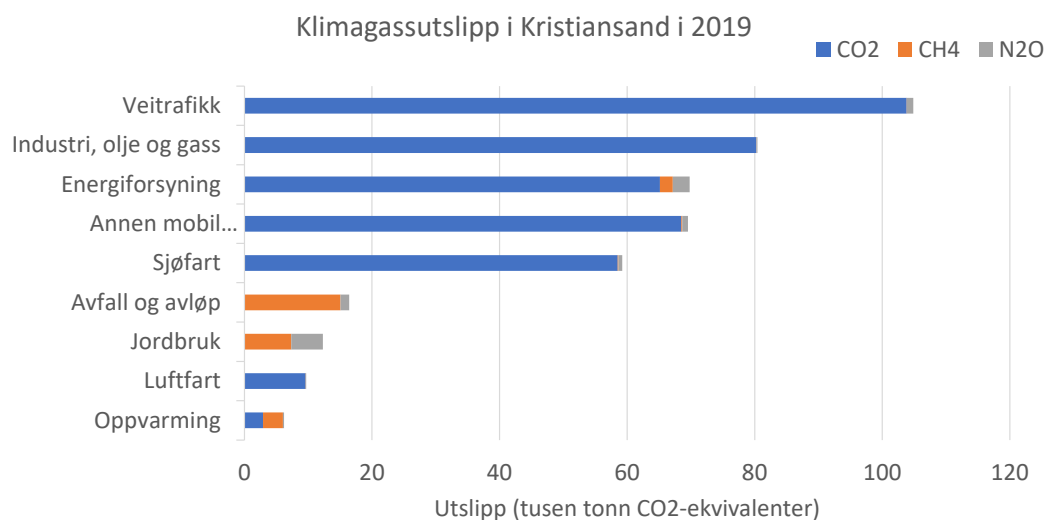
I arbeidet med denne rapporten har vi laget en referansebane for hver sektor og hver utslippskilde innen hver sektor, samt anslått hvordan utslippsbanene endrer seg som følge av tiltak som utføres utover referansebanen.

---

<sup>3</sup>Fra klimagassene som er inkludert i Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap: karbondioksid (CO<sub>2</sub>), metan (CH<sub>4</sub>) og lystgass (N<sub>2</sub>O).







**Figur 5:** Hvilke sektorer som står bak de direkte klimagassutslippene i Kristiansand i 2019, ifølge Miljødirektoratets kommunefordelte statistikk for klimagassutslipp (Miljødirektoratet, 2021c).

### 2.1.1 Sentrale avgrensninger, og forhold til indirekte utslipp og skog-/arealbruk

Referansebanen og tiltaksanalysene i denne rapporten omfatter kun direkte utslipp (utslipp innenfor Kristiansand kommune) og ikke indirekte utslipp (utslipp utenfor Kristiansands grenser, men som er forårsaket av kommunens og innbyggernes forbruk av varer og tjenester). Avgrensningen til direkte utslipp skyldes først og fremst at kommunene per i dag mangler et godt nok grunnlag til å inkludere indirekte utslipp i klimabudsjettarbeidet. Avgrensningen innebærer ikke at klimaarbeidet hverken bør eller kan begrenses til tiltak rettet mot direkte utslipp. Utfordringene det internasjonale samfunnet står overfor for å nå målsetningene i Parisavtalen krever en bred og omfattende samfunnsomstilling uten sidestykke i historien. Dette forutsetter en helhetlig tilnærming til klimaarbeidet hvor alle steiner må snus. Alle byer generer store klimagassutslipp utenfor sine egne grenser, ettersom en stor andel av mat, elektrisitet og varer som forbrukes i byen vanligvis produseres utenfor byen selv, slik at det samlede klimafotavtrykket til byen vanligvis er langt høyere enn klimagassutslippene innenfor byens grenser. For Kristiansand kan forholdet mellom klimafotavtrykk og egne utslipp være noe mindre enn det globale gjennomsnittet, ettersom utslippene forbundet med strømproduksjon i Norge er relativt små, og Kristiansand har forholdsvis store utslipp fra industri innenfor kommunegrensen. Men en analyse foretatt av Asplan Viak viser at klimafotavtrykket bare fra private husholdninger i Kristiansand er to og en halv gang så stort som utslippene innenfor kommunen (CICERO et al., 2020). Dette forholdet kan bli enda større når man også regner med næringsvirksomhet.

Av samme grunn som det er viktig å redusere indirekte utslipp, er det også viktig å ikke redusere direkte utslipp på en måte som fører til tilsvarende økte utslipp andre steder, som å sende avfall til forbrenningsanlegg utenfor Kristiansand, eller å redusere produksjonen ved industrivirksomhetene. Den typen tiltak er derfor ikke blitt vurdert i denne rapporten.

Analysen er også avgrenset til de ni utslippssektorene som vist i figur 4 og omfatter ikke utslipp og opptak av klimagasser fra arealbruk og arealbruksendringer<sup>4</sup>. Avgrensningen til å ikke inkludere sektoren Skog og annen arealbruk skyldes at denne sektoren ikke er omfattet av Kristiansand kommunes klimamål, og det foreligger ikke årlig statistikk for sektoren, hvilket gjør det vanskelig å behandle den innenfor samme rammeverk som de sektorene som er modellert i forbindelse med denne rapporten. Det er heller ikke nødvendigvis hensiktsmessig å sammenstille utslipp og opptak

<sup>4</sup> Det foreligger et separat kommunefordelt klimagassregnskap fra Miljødirektoratet for sektoren Skog og annen arealbruk, som ikke er inkludert i vår analyse.

fra arealbruk og arealbruksendringer med utslipp i andre sektorer<sup>5</sup>. Avgrensningen innebærer ikke at kommunen hverken bør eller kan overse viktigheten av sin rolle som planmyndighet, når det kommer til å forhindre permanent avskoging, bevare det biologiske mangfoldet og ivareta karbonrike arealer som skog og myr.

Miljødirektoratets regnskap for utslipp og opptak fra skog og arealbruk anslår at vegetasjon og jordsmonn i Kristiansand kommune netto tok opp 137 795 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter i 2015 (det siste året med tall), tilsvarende 33 prosent av det samlede utslippet fra de sektorene som er inkludert i denne rapporten, hovedsakelig på grunn av tilvekst av skog og annet opptak av karbon i eksisterende skogarealer. Å bevare og forvalte eksisterende arealer på en god måte er altså svært viktig for å begrense de samlede klimagassutslippene i Kristiansand og må ikke glemmes i en helhetlig klimastrategi. Samtidig er det viktig ikke å falle for fristelsen til å la store opptak av klimagasser i skogarealer regnes mot økninger i klimagasser i andre sektorer eller svekke innsatsen for å kutte utslipp fra fossile kilder. Mye av dagens opptak kommer hovedsakelig fra tilvekst i ung skog, og det må ventes at denne tilveksten kan avta over tid etter hvert som skogen eldes og vekstraten avtar. Karbon bundet i skog er dessuten ikke nødvendigvis permanent bundet. Økt hogst eller naturkatastrofer som skogbrann eller plantesykdommer kan føre til at betydelig deler av karbonet slipper ut igjen i framtiden, og opptak av karbon i skog er derfor ikke en trygg måte å kompensere for manglende kutt i fossile utslipp.

### 2.1.2 Leserveiledning

Kapittel 1 («Kortversjon») gir en oversikt over de viktigste funnene i rapporten og bakgrunnen for den. Det inneholder også en sammenstilling av ulike perspektiver som er spredt på mange forskjellige kapitler ellers i rapporten. Det anbefales derfor at alle leser kapittel 1 først. For dem som kun ønsker å få vite de viktigste budskapene fra rapporten, vil det som regel være tilstrekkelig å lese kapittel 1.

Andre kapitler inneholder detaljerte diskusjoner av resultater, generell og sektorspesifikk metodikk og andre temaer. 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 hvis man først leser kapittel 3, for å bli kjent med den generelle tilnærmingen og strukturen bak analysene.

I kapittel 3 beskriver vi den generelle metodikken for hvordan vi har framskrevet utslippene i referansebanen og anslått effekt av tiltakene i hver tiltakspakke, samt hvordan tiltakspakkene er konstruert. I kapittel 4 beskriver vi sentrale barrierer og virkemidler for gjennomføring av tiltak. I kapittel 5 gjør vi kort rede for hvordan referansebanen bør brukes (og ikke brukes), og eventuelt oppdateres i framtiden. I kapittel 6 presenterer vi så resultatene av beregningene sammen med kortfattede kommentarer om hvordan resultatene skal tolkes, samt konklusjoner om behov for ytterligere tiltak. I kapittel 7 beskriver vi utførlig hvordan utregningene er gjort spesifikt for hver sektor og hvert tiltak.

Utslippsbildet i Kristiansand er sammensatt av mange svært ulike sektorer, og datagrunnlaget for mange av dem på lokalt nivå er ofte mangelfullt. En modell for å framskrive utslipp og effekt av tiltak blir derfor nødvendigvis kompleks og avhengig av en rekke antakelser. For å sikre at forutsetningene for beregningene er tydelige, har vi beskrevet den sektorspesifikke metodikken i kapittel 7 i relativt høy detaljgrad. Lesere som er mest interessert i resultatene og/eller den overordnede metodikken kan derfor først og fremst konsentrere seg om kapittel 3 og 6, og heller slå opp detaljer i kapittel 7 etter behov.

Arbeidet med modellen og rapporten ble gjennomført i tidsrommet februar til mai 2021.

<sup>5</sup> På nasjonalt nivå foreligger det et separat klimamål for utslipp og opptak av klimagasser i sektoren Skog og annen arealbruk, som sier at de samlede utslippene ikke skal overstige opptaket i sektoren (netto null utslipp).

## 3 Metode

### 3.1 Generell metode

I dette oppdraget har vi beregnet et anslag for utviklingen av klimagassutslipp i Kristiansand kommune fram til 2030 i to ulike typer framskrivinger: 1) en *referansebane*, som i grove trekk antar at det ikke innføres nye klimatiltak etter utgangen av 2020, og 2) *tiltaks pakker*, som anslår hvordan utslippene vil utvikle seg med ulike sammensetninger av nye klimatiltak. Det er gjort beregninger for fire ulike tiltakspakker (se avsnitt 3.3). Alle framskrivingene starter med de samme utslippene som i Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap i 2019, som var det siste året med utslipp i gjeldende versjon av det kommunefordelte klimagassregnskapet da oppdraget ble utført (i 2021).

Referansebanen og tiltaksanalysene i denne rapporten omfatter kun direkte utslipp (utslipp innenfor Kristiansand kommune) og ikke indirekte utslipp (utslipp utenfor Kristiansands grenser, men som er forårsaket av kommunens og innbyggernes forbruk av varer og tjenester). Analysen er også avgrenset til de ni utslippssektorene som omtalt i kapittel 2 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 en rekke rapporter og modellberegninger gjennomført av tredjeparter, og fra kommunale og lokale virksomheter.

Modellen deler utslippene inn i *sektorer*, og sektorene er delt inn i *utslippskilder* på samme måte som i Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap (se tabell 3). I tillegg deler vi noen av utslippskildene inn i *bidrag* der hvor en finere inndeling er nødvendig for å modellere utslippene (for de fleste utslippskildene er imidlertid hele utslippskilden selv det eneste bidraget).

Utslippene fra hvert bidrag beregnes ut fra *faktorer*. For hvert bidrag lager vi en formel som regner ut utslippene fra bidraget ved hjelp av størrelser som er drivende faktorer bak utslippene (for eksempel antall innbyggere, ganger antall kilometer kjørt per person, ganger andel biler med forbrenningsmotor, ganger gjennomsnittlig utslipp per kilometer for utslippskilden/bidraget «Personbiler» i sektoren «Veitrafikk»). Vi beregner eller antar så en tidsutvikling for hver faktor fram til 2030, og tidsutviklingen i utslippene bestemmes dermed gjennom tidsutviklingen for hver faktor. I de aller fleste tilfellene er formelen for utslipp fra et bidrag lik produktet (multiplikasjon) av faktorene. I noen få tilfeller benyttes det andre formler. Se beskrivelse for hver enkelt sektor i kapittel 4. Der det finnes, baseres tidsutviklingen i hver faktor på eksisterende prognoser for Kristiansand, 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 Víctor et al. (2014)). Greenhouse Gas Protocol (2014b) (GPC) viser til referansebaneutvikling basert på tilsvarende metodikk for Chile og energisektoren i USA. Her i Norge gjør forvaltningen framskrivinger basert på dagens politikk og trender (Finansdepartementet, 2017, 2020; Miljødirektoratet, 2017a; Miljødirektoratet et al., 2020b), mens referansebaner også har blitt produsert for EU (European Commission, 2016).

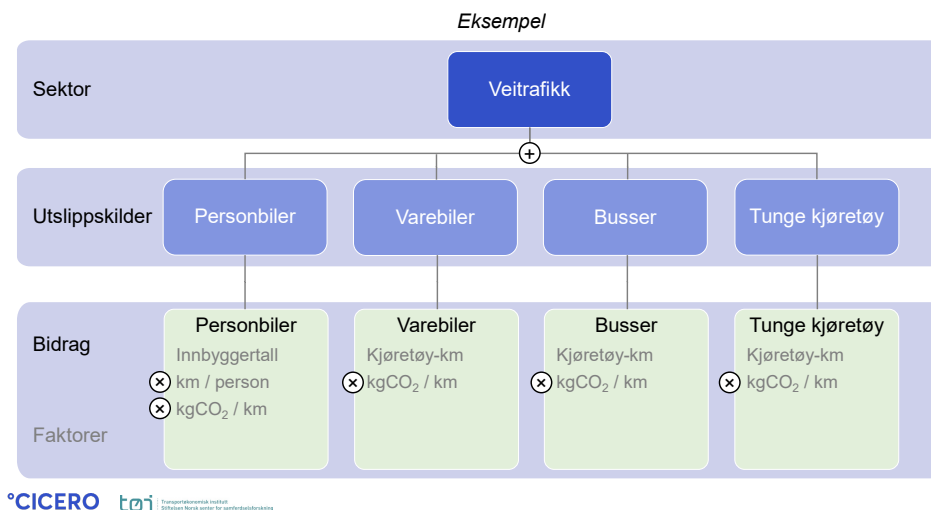
Se figur 6 for et eksempel på hele strukturen Sektor → Utslippskilde → Bidrag → Faktorer.

**Tabell 3:** Sektorer, utslippskilder og «bidrag» i Kristiansand kommune brukt i modellen. Inndelingen i sektor og utslippskilder følger Miljødirektoratets kommunefordelte utslippsstatistikk, med unntak av Sjøfart, hvor utslippskilden «Passasjer» er delt opp i «Utenlandsferger» og «Andre passasjerskip» for å kunne skille ut Hirtshals-fergene.

Sektor	Utslippskilde	Bidrag		
Veitrafikk	Personbiler			
	Varebiler			
	Busser			
	Tunge kjøretøy			
Industri, olje og gass	Industri, olje og gass	REC Solar		
		Glencore Nikkelverk		
		Elken Carbon		
		Andre industrivirksomheter		
Energiforsyning	Avfallsforbrenning	Husholdningsavfall		
	Fjernvarme unntatt avfallsforbrenning	Næringsavfall		
Annen mobil forbrenning	Dieseldrevne motorredskaper	Bygg og anlegg		
		Jord- og skogbruk		
		Offentlig og privat tjenesteyting		
		Handel og annet		
Sjøfart	Snøscootere			
	Bulkskip	Vestre Kvadraturen Andre kaier Reden Søgne (Høllen)	Inn- og utseiling	Gjennom- fart
	Cruiseskip			
	Fiskefartøy			
	Gasstankere			
	Kjemikalietankere			
	Kjøle-/ fryseskip			
	Konteinerskip			
	Offshore supply skip			
	Oljeprodukttankere			
	Passasjer			
	Ro Ro last			
	Råoljetankere			
	Stykkogdsskip			
	Andre offshore serviceskip			
	Andre aktiviteter sjøfart			
Avfall og avløp	Avfallsdeponigass			
	Avløp	Renseanlegg, septiktanker, industrielt avløpsvann <sup>6</sup>		
	Biologisk behandling av avfall			
Jordbruk	Fordøyelsesprosesser husdyr			
	Gjødselhåndtering			
	Jordbruksarealer			
Luftfart	Innenriks luftfart			
	Utenriks luftfart			
Oppvarming	Gass			
	Fossil olje			
	Fyringsparafin			
	Bioenergi			
	Annet			
	Vedfyring			

<sup>6</sup> 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. Renseanlegg er ventet å være langt på vei det største bidraget av de tre i Kristiansand.

## Struktur / Metode



**Figur 6:** Eksempel på inndeling av en sektor (Veitrafikk) i *utslippskilder* og *bidrag*, og beregning av utslipp fra hvert bidrag ved hjelp av *faktorer*. I denne sektoren består hver utslippskilde kun av ett bidrag, mens noen andre sektorer (Energiforsyning, Annen mobil forbrenning, og Avfall og avløp) har mer enn ett bidrag under noen av utslippskildene. Faktorene i figuren gjelder for utslipp av CO<sub>2</sub>, men i alle tilfeller benyttes tilsvarende formel for CH<sub>4</sub> og N<sub>2</sub>O.

### 3.2 Sentrale antakelser for referansebanen

Referansebanen inkluderer utslipp av klimagasser som skjer innenfor Kristiansand kommune (scope 1 i GPC-protokollen, betegnet som direkte utslipp). Klimagassene som inkluderes er karbondioksid (CO<sub>2</sub>), metan (CH<sub>4</sub>) og lystgass (N<sub>2</sub>O). For CO<sub>2</sub> inkluderes kun utslipp fra fossile brennstoffer, mens både fossile og biogene kilder inkluderes for CH<sub>4</sub> og N<sub>2</sub>O. Dette er samme avgrensning og klimagasser som benyttes i Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap. Utslipp av CH<sub>4</sub> og N<sub>2</sub>O omregnes til CO<sub>2</sub>-ekivalenter med vekt faktoren GWP(100) med tall fra den fjerde hovedrapporten fra IPCC (2007), henholdsvis 25 for CH<sub>4</sub> og 298 for N<sub>2</sub>O. Vi tar utgangspunkt i metodikk utarbeidet av Miljødirektoratet (Miljødirektoratet, 2020a, 2021a), UNFCCC (2013), IPCC (2006) og i C40 GPC-protokollen (Greenhouse Gas Protocol, 2014a). Vi følger internasjonale retningslinjer for utarbeidelse av referansebaner (se kap. 5 i Greenhouse Gas Protocol (2014b)).

Referansebanen er et estimat for hvordan klimagassutslippene i Kristiansand ville utvikle seg dersom det ikke gjennomføres noen politiske tiltak som påvirker utslippene utover hva som er igangsatt eller vedtatt innen en bestemt dato, valgt til å være 31.12.2020. Da arbeidet med denne rapporten ble gjennomført, forelå det ikke tall for 2020 i Miljødirektoratets klimagassregnskap. Framskrivningene i referansebanen starter derfor fra og med 2020 (heretter kalt «startår»), og referansebanen er kalibrert for å gjenskape tallene i Miljødirektoratets klimagassregnskap i 2019. Der hvor det foreligger reelle data for andre relevante størrelser i 2020 utenom Miljødirektoratets klimagassregnskap, benyttes disse for å anslå verdien på de ulike faktorene og dermed utslippene i 2020.

Utviklingen for sektorene Veitrafikk og Oppvarming påvirkes kraftig av henholdsvis omsetningskrav for biodrivstoff (biodrivstoffinnblanding) som er gradvis trappet opp fram mot 2021 (FOR-2004-06-01-922), og forbud mot bruk av mineralolje til oppvarming av bygninger fra og med 2020 (FOR-2018-06-28-1060). Dette er nasjonale tiltak vedtatt før 31.12.2020, og er derfor del av referansebanen. I begge tilfeller er det imidlertid foreslått utvidelser som ikke var vedtatt per

31.12.2020, og disse er inkludert i tiltakspakkene snarere enn del av referansebanen. For sektor Veitrafikk gjelder dette den foreslåtte økningen i omsetningskravet fram mot 2030 som omtalt i Klimaplan for 2021-2030 (Klima- og miljødepartementet, 2021b), for å holde omsatt biodrivstoffvolum konstant selv om drivstoffsalget faller som resultat av elektrifisering av bilparken. Dette inngår som tiltak i tiltakspakke «Klimaplan for 2021-2030». Det gjeldende forbudet mot bruk av mineralolje til oppvarming av bygninger som inngår i referansebanen, ble i januar 2021 utvidet til også å gjelde bruk av mineralolje til midlertidig byggvarme fra 2022 (FOR-2021-01-07-49). Forbud mot bruk av mineralolje til midlertidig byggvarme er derfor inkludert som tiltak i tiltakspakke «Klimaplan for 2021-2030», i kombinasjon med en skissert utfasing av bruk av gass til midlertidig byggvarme og byggtørk fram mot 2025, som ikke er omfattet av forbudet, men som omtales i Klimaplan for 2021-2030.

For sektoren Luftfart er det et omsetningskrav for biodrivstoff fra og med 2020 som inngår i referansebanen. En foreslått utvidelse fram mot 2030 som omtalt i Nasjonal transportplan 2018-2029 (Samferdelsdepartementet, 2017) (som ligger til grunn for Klimaplanen) er inkludert i tiltakspakke «Klimaplan for 2021-2030».

Tabell 4 viser tiltak vedtatt per 31.12.2020 som er inkludert i referansebanen.

**Tabell 4:** Statlige, regionale og lokale tiltak fra 2020 eller tidligere som ligger inne i referansebanen.

Tiltak inkludert i referansebanen
Nasjonalt forbud mot mineralolje til permanent byggvarme fra 2020 (FOR-2018-06-28-1060) (nasjonalt) <sup>7</sup>
Nasjonalt omsetningskrav for biodrivstoff til veitrafikk, med stigende nivå fram til 2021 (FOR-2004-06-01-922) (nasjonalt)
Nasjonalt omsetningskrav for biodrivstoff i luftfart fra 2020 (FOR-2004-06-01-922) (nasjonalt)
Landstrøm innført i Kristiansand innen utgangen av 2020 og antatt å tas i bruk med nåværende politikk

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

For personbiltrafikken har vi benyttet en framskrivning av trafikkarbeidet gjort mot slutten av 2020 av Rambøll på oppdrag fra Statens vegvesen (Rambøll, 2020). Beregningen er gjort for 2018, 2020 og 2030 ved bruk av Regional transportmodell (RTM) sin delområdemodell for Kristiansandsområdet. Det er brukt samme forutsetninger som transportvirksomhetene har lagt til grunn for sine framskrivinger til Nasjonal transportplan (NTP) 2022-2033. Dette omfatter bl.a. at statlige veiprosjekter som påbegynnes i 2019 er inkludert i infrastrukturen i 2030, at både elbiler og andre biler har samme kilometerkostnader som i dag (dvs. ingen veiprising eller andre nye avgifter), som innebærer at gjennomsnittskostnaden ved å kjøre bil synker i takt med økt andel elbiler. Elbilsalget følger utviklingsbanen fra Nasjonalbudsjettet 2019. Dette er regnet om til andel elbiler i bilbestanden ved bruk av modellen BIG (Fridstrøm, 2019).

I beregningene for 2030 ligger bomstasjonene inne slik de var i 2020. Det er gjort en forutsetning om at gjennomsnittstaksten holdes uendret til 2030, som innebærer høyere bomtakst for biler med bensin- og dieslbiler i takt med økt elbilandel. Det er vanskelig å si om dette er den riktige forutsetningen for en referansebane, da det ved etablering av banen er en såkalt midlertidig stopp i bompengeneinnkreving, samtidig som det ikke foreligger beslutning om videreføring. Vi har likevel tolket situasjonen slik at det er en riktigst å la fortsatt bompengeneinnkreving ligge til grunn for referansebanen.

<sup>7</sup> Det er også vedtatt et forbud mot bruk av mineralolje til *midlertidig* byggvarme og byggtørk (typisk på byggeplasser) fra 2022. Dette forbudet ble vedtatt 7.1.2021, og er derfor ikke inkludert i referansebanen, men anses som et *tiltak* som går utover referansebanen.

I modellberegningenes er kollektivtilbudet holdt uendret til 2030 og det er heller ikke lagt inn endringer i tilbudet for gående og syklistene. Det ligger heller ikke inne nye restriktive tiltak mot bilkjøring eller økte parkeringsavgifter. Samlet sett innebærer dette at bilreiser blir relativt sett billigere i forhold til andre transportformer, i og med at andelen elbiler (som har lavere kostnader enn fossilbilen) øker.

Modellen tar ikke inn energikostnader eksplisitt som en drivende faktor i referansebanen. De fleste delene av referansebanen kan antas å være forholdsvis lite sensitive for energikostnader. Et vesentlig unntak er fjernvarmeproduksjon unntatt avfallsforbrenning. I dette tilfellet har vi lagt inn ulike antakelser om valg av energiformer i de ulike utslippsbanene, som implisitt forutsetter ulike prisnivåer for strøm, pellets og biodiesel. Vi har imidlertid ikke gjort en kvantitativ modellering av hvilke prisnivåer som er kompatible med de andelene vi forutsetter. Tilsvarende gjelder innen sjøfart. Rederienes villighet til å investere i og ta i bruk landstrøm eller alternative energikilder uten ytterligere og sterkere politiske virkemidler kan avhenge vesentlig av prisen for ulike energikilder, men dette er ikke analysert kvantitativt innenfor rammene av arbeidet med denne rapporten.

### 3.3 Tiltakspakker

#### 3.3.1 Overordnet beskrivelse

Referansebanen gir et anslag for forventet utvikling i klimagassutslipp i en tiltakspakke uten nye statlige eller fylkeskommunale klimatiltak og virkemidler utover dem som var vedtatt innen utgangen av 2020.

Kristiansand kommune har som mål å redusere klimagassutslipp i kommunen med 80 prosent innen 2030, i forhold til 2015. Utslippene har ligget forholdsvis stabilt mellom 2015 og 2019 (Miljødirektoratet, 2021c), men har ikke gått vesentlig ned. I referansebanen anslår vi at utslippene totalt går ned med 23 prosent fra 2015 til 2030, hovedsakelig på grunn av elektrifisering av personbiler og reduserte utslipp fra silisiumproduksjon hos REC Solar, i tillegg til økninger i nasjonalt omsetningskrav for biodrivstoff mellom 2015 og 2021. Det kreves derfor ambisiøse tiltak for å lukke gapet mellom denne nedgangen og målet om 80 prosent reduksjon.

I denne rapporten anslår vi effekten av ytterligere tiltak, satt sammen tiltakspakker som i ulik grad reduserer utslippene mellom 2020 og 2030 i forhold til referansebanen. Det er tidligere gjort et arbeid med vurdering av elektrifiseringstiltak for Kristiansand som det har vært ønskelig å bygge videre på (THEMA Consulting, 2019a, 2019b, 2019c). Utvalgte tiltak fra dette arbeidet er satt sammen i én tiltakspakke (Tiltakspakke 1).

Videre er tiltakene i regjeringas Klimaplan for 2021-2030 (Klima- og miljødepartementet, 2021b) som er relevante for Kristiansand, og ytterligere tiltak fra Klimakur 2030 (Miljødirektoratet et al., 2020b) som ikke er inkludert i Klimaplanen, et godt utgangspunkt for hvordan Kristiansand kan oppnå en viss del av sitt mer ambisiøse mål for 2030. Disse dokumentene fokuserer på ikke-kvotepliktige utslipp, men nær sagt alle utslipp i Kristiansand er i ikke-kvotepliktig sektor, så dette fokuset er ikke en begrensning. Utvalgte tiltak fra Klimaplanen er satt sammen i Tiltakspakke 2, mens ytterligere tiltak fra Klimakur 2030 er inkludert i Tiltakspakke 3.

Kristiansands mål om 80 prosent reduksjon er imidlertid vesentlig mer ambisiøst enn den omtrentlige halveringen som ligger til grunn for Klimakur 2030 og Klimaplan for 2021-2030 (selv om basisårene er ulike). I tillegg er ikke alle de nasjonale tiltakene relevante for Kristiansand, mens noen ikke gir samme prosentvise reduksjon i Kristiansand som på landsbasis. Derfor er det nødvendig med tiltak som går utover disse dokumentene. I noen sektorer, som veitrafikk og sjøfart, går mange av tiltakene i Klimakur 2030 og Klimaplan for 2021-2030 ut på å kreve nullutslippsløsninger for alle eller en viss andel av nye kjøretøy og ferger, ikke krav til eksisterende kjøretøy og fartøy. En utskifting av bilparken tar tid, trolig for lang tid for å oppnå de nødvendige ekstra utslippsreduksjonene som Kristiansand har satt mål om innen 2030, og det samme gjelder skip, som gjerne er langsiktige investeringer med lang levetid.



Strengere tiltak i form av påbud og forbud eller høye gebyrer rettet mot eksisterende bil-, skips- og utstyrspark vil trolig være påkrevd der hvor kommunen har myndighet til dette. I den siste tiltakspakken, Tiltakspakke 4, inngår det derfor relativt inngripende tiltak som kan sikre tilstrekkelig nedgang i de sektorene som har størst gjenværende utslipp i 2030, etter at tiltakene i de andre tiltakspakkene er gjennomført. Dette inkluderer tiltak som kan være svært politisk krevende og kostbare å gjennomføre.

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 fire tiltakspakker, med følgende navn:

1. **Elektrifisering:** Tre utvalgte elektrifiseringstiltak utredet av THEMA Consulting Group.
2. **Klimaplan for 2021-2030:** Alle tiltak i tiltakspakke 1, samt utvalgte relevante tiltak fra Klimaplan for 2021-2030.
3. **Klimakur 2030:** Alle tiltak i tiltakspakke 1 og 2, samt utvalgte relevante tiltak fra Klimakur 2030.
4. **Radikale tiltak:** Alle tiltak i tiltakspakke 1, 2 og 3, samt radikale tiltak som tilnærmet forbyr bruk av fossile alternativer i Kristiansand. 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 gjennomseiling), restutslipp fra karbonfangst i avfallsforbrenning og industri, samt CH<sub>4</sub>- og N<sub>2</sub>O-utslipp i jordbruk, avfall og avløp, og fra bruk av biodrivstoff 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., 2020b). 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 3.3.6, 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. En overordnet beskrivelse av hvorfor tiltakspakkene har den rekkefølgen de har og hvordan (og hvorvidt) kommunen kan prioritere mellom ulike tiltak er gitt i delkapittel 3.3.7.

### 3.3.2 Nærmere beskrivelse av tiltakspakke 1, «Elektrifisering»

THEMA Consulting har utredet tiltak for økt elektrifisering for Kristiansand kommune (THEMA Consulting, 2019a, 2019b, 2019c), og har lagt fram fire konkrete tiltak som anslås å redusere utslippene i 2030.

Tabell 5 viser tiltakene fra utredningen fra THEMA Consulting Group, som tas med i tiltakspakke 1, og som gir effekt utover referansebanen. THEMA utredet også et fjerde tiltak, «Kristiansand havn som et energiknutepunkt for elektrisitet og nullutslippsdrivstoff». Dette er et mer omfattende men hovedsakelig tilretteleggende tiltak som er vanskelig å beregne den konkrete effekten av, og er derfor ikke tatt med her. De delene av tiltaket som handler om nullutslippsløsninger for skip er implisitt inkludert i tiltak for økt bruk av landstrøm og nullutslippsløsninger i tiltakspakke 3 og 4.

Tiltakene i denne pakken kan i stor grad gjennomføres gjennom vedtak i kommunen eller i samarbeid med fylkeskommunen. Elektrifisering av bussene vil kreve at det stilles et tilsvarende krav i neste anbudsrunde høst AKT for innkjøp av bussdrift, mens elektrifisering av taxiflåten for eksempel kan oppnås gjennom å stille krav for utdeling av løyve. Se nærmere beskrivelse av implementering og virkemidler for tiltakene i THEMA Consultings rapport «Elektrifiseringspotensialet i Kristiansand – fra mål til handling» (THEMA Notat 2019-08).

**Tabell 5:** Tiltaksbeskrivelse for tiltak i tiltakspakke 1, «Elektrifisering»

Tiltakspakke		1 - Elektrifisering
Nr.	Tiltaksnavn	Sektor / utslippskilde
T1.1	Elektrifisering av bybussene	Veitrafikk
	Dette tiltaket innebærer full utskifting av hybride og biodiesel bybusser til elektriske bybusser fra sommeren 2025.	
T1.2	Elektrifisering av taxiflåten	Veitrafikk
	Dette tiltaket innebærer full utskifting av fossile taxier til nullutslipps taxier fra 2024.	
T1.3	Nullutslipp fra kommunale lette kjøretøy	Veitrafikk
	Dette tiltaket innebærer at alle kommunale lette kjøretøy er elektriske eller nullutslipp innen 2030.	

### 3.3.3 Nærmere beskrivelse av tiltakspakke 2, «Klimaplan for 2021-2030»

Regjeringa har satt som mål å redusere samlede ikke-kvotepliktige utslipp i Norge med 45 prosent innen 2030 i forhold til 2005-nivå, i tråd med tilknytning til EUs klimapolitikk<sup>8</sup>. Tiltak som kan være tilstrekkelige for å nå dette målet er lagt fram i Miljødirektoratets rapport «Klimakur 2030» (Miljødirektoratet et al., 2020b), hvor det ble utredet tiltak som til sammen kan gi mer enn 50 prosent reduksjon i innenlands ikke-kvotepliktige utslipp innen 2030 i forhold til 2005-nivå. I etterkant la Klima- og miljødepartementet 8. januar 2021 fram Stortingsmelding 13 (2020-2021), «Klimaplan for 2021-2030», som skal gi svar på hvordan Regjeringa ser for seg å innfri reduksjonsmålet for 2030, blant annet basert på tiltakene foreslått i Klimakur 2030.

Tiltak som inngår i «Klimaplan for 2021-2030» og som er relevante for Kristiansand, og hvor det er mulig å anslå hvor stor effekten blir for Kristiansand spesifikt, inkluderes i tiltakspakke 2. Klimaplanen inneholder en blanding av tiltak og målsetninger med direkte målbare effekter på utslippene, og mer indirekte virkemidler som er ment å utløse ett tiltak eller en rekke tiltak. For å kunne beregne tiltakseffekter inkluderer vi ikke virkemidlene selv i tiltakspakken, men i stedet de tiltakene som virkemidlene er ment å utløse. Vi vil legge til grunn at virkemidlene er tilstrekkelige til å utløse de tiltakene og oppnå de målsetningene som Klimaplanen forutsetter at de skal gjøre der hvor dette ikke er opplagt urimelig. De fleste aktuelle tiltakene har tilsvarende tiltak som er analysert i Klimakur 2030. For de tiltakene hvor det er tilfelle, tar vi i de fleste tilfeller utgangspunkt i den tilsvarende effektberegningen i Klimakur 2030, med justeringer for eventuelle ulikheter

<sup>8</sup> Det er sannsynlig at regjeringas mål vil måtte justeres som følge av at EU forsterket sine klimamål i desember 2020.

mellom tiltaket i Klimaplanen og i Klimakur, samt forskjeller mellom Kristiansand og landet som helhet der det er mulig.

I Tabell 6 og tilsvarende tabell for neste tiltakspakke (Tabell 7) har vi valgt å oppgi hvilken samfunnsøkonomisk kostnadskategori<sup>9</sup> Klimakur 2030 har plassert liknende tiltak i. Her er det ikke kostnaden for enkeltbedrifter eller for kommunebudsjettet som vurderes, men for samfunnet som helhet, med fokus på samfunnsøkonomiske kostnader på nasjonalt nivå. Sett i sammenheng med den utslippsreducerende effekten av hvert tiltak kan dette bidra til å belyse den samfunnsmessige kost-/nyttebalansen for et tiltak. Samtidig er det viktig å påpeke at samfunnsøkonomiske kostnader ofte er forbundet med høy usikkerhet og kan variere mye avhengig av hvilke antakelser som gjøres, og at usikkerheten vanligvis er enda større på lokalt nivå. Videre er det enda viktigere å være klar over at klimamål i tråd med det globale 2- eller 1,5-gradersmålet vil kreve at man gjennomfører en stor andel av de tiltakene som er tilgjengelige, og ikke gir rom for å velge bort alle kostbare tiltak. Gitt at utslippene må gå raskt og kraftig ned for å være i tråd med de globale klimamålene, vil praktisk gjennomførbarhet og mulighet til å implementeres raskt kunne være viktigere kriterier for å velge tiltak enn kun pris. En nærmere beskrivelse av hvordan tiltakskostander inngår i vurdering av tiltak i vår tiltaksanalyse er gitt i delkapittel 3.3.7.

Tabell 6 viser tiltakene fra Klimaplan for 2021-2030 (Klima- og miljødepartementet, 2021b) som tas med i tiltakspakke 2, og som kommer i tillegg til alle tiltak i tiltakspakke 1.

**Tabell 6:** Tiltaksbeskrivelse for tiltak i tiltakspakke 2, «Klimaplan for 2021-2030»

Tiltakspakke		2 - Klimaplan
Nr.	Tiltak	Sektor / utslippskilde
T2.1	100 % av nye personbiler er elektriske innen utgangen av 2025	Veitrafikk / Personbiler
	Dette tiltaket samt T2.2-T2.4, er beskrevet i NTP 2018-2029, som ligger til grunn for regjeringas Klimaplan. Tiltaket er også beskrevet i Klimakur 2030 (Tiltak T05). Tiltaket innebærer å øke salget av nye elektriske personbiler i tråd med NTP-målet om at nye personbiler skal være nullutslippskjøretøy i 2025. Dette tiltaket antas utløst av økt CO <sub>2</sub> -avgift og andre virkemidler. I Klimakur 2030 er tilsvarende tiltak plassert i kostnadskategori 500-1500 kr/tonn.	
T2.2	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). I Klimakur 2030 er tilsvarende tiltak plassert i kostnadskategori 500-1500 kr/tonn.	
T2.3	100 % av nye tyngre 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). I Klimakur 2030 er tilsvarende tiltak plassert i kostnadskategori < 500 kr/tonn.	
T2.4	50 % av nye lastebiler er nullutslipp i 2030	Veitrafikk / Tunge kjøretøy
	Dette tiltaket er beskrevet i NTP 2018-2029, som ligger til grunn for regjeringas Klimaplan. Tiltaket er også beskrevet i Klimakur 2030 (Tiltak T08). 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. I Klimakur 2030 er tilsvarende tiltak plassert i kostnadskategori 500-1500 kr/tonn.	

<sup>9</sup> I Klimakur 2030 er samfunnsøkonomisk tiltakskostnad beregnet som sum av netto nåverdi av merkostnader og mernytte for samfunnet som helhet, relativt til forventet utslippsreduksjon:

$$\frac{\text{Netto nåverdi av samlet samfunnsøkonomisk kostnad fra basisår til tiltakets slutt}}{\text{Summen av totale CO}_2\text{ekvivalenter redusert fra basisår til tiltakets slutt}}$$

Tiltakskostnaden beregnes over tiltakets levetid, uavhengig av analyseperioden. Det tas utgangspunkt i kostnader uten skatter og avgifter og basisåret for analysen er 2019. Utregningene gjøres opp mot en referansebane.

T2.5	Omsetningskrav for biodrivstoff i veitransport	Veitrafikk
	Omsetningskravet for biodrivstoff i veitransport, slik det er beskrevet i Klimaplan for 2021-2030, innebærer at omsatt absolutt volum av biodrivstoff i veidrivstoff holdes konstant dvs. at <i>andelen</i> biodrivstoff antas å øke i takt med at totalt volum drivstoff faller pga. elektrifisering.	
E2.1	Økt utsortering av plastavfall og brukte tekstiler til materialgjenvinning	Energiforsyning / Avfallsforbrenning
	Dette tiltaket er beskrevet i Klimakur 2030 (Tiltak E06 og E07). Det innebærer økt utsortering, til materialgjenvinning eller ombruk, av plast og av tekstiler, som er de to største kildene til fossilt karbon i forbrent avfall. Tiltaket antas utløst hovedsakelig av CO <sub>2</sub> -avgift for avfallsforbrenning, og av samarbeid med produsenter, forhandlere og andre sentrale aktører i verdikjeden. I Klimakur 2030 er økt utsortering av plastavfall plassert i kostnadskategori > 1500 kr/tonn, mens økt utsortering av brukte tekstiler er plassert i kostnadskategori < 500 kr/tonn.	
AT2.1	Omsetningskrav for biodiesel i anleggsdiesel fra 2022	Annen mobil forbrenning
	Omsetningskravet for biodiesel i anleggsdiesel fra 2022, slik det er beskrevet i Klimaplan for 2021-2030, innebærer at omsetningskravet for biodrivstoff i anleggsdiesel økes til samme nivå som i vegtrafikken fram mot 2030. Det tas sikte på å slå sammen omsetningskravene for veitransport og anleggsdiesel til et felles omsetningskrav. Dette tiltaket er også beskrevet i Klimakur 2030 (Tiltak AT05), men med en noe annen innretning enn det som går fram av Klimaplanen. I Klimakur 2030 er tilsvarende tiltak plassert i kostnadskategori > 1500 kr/tonn.	
AT2.2	Utfasing av mineralolje og gass til byggvarme på byggeplasser	Annen mobil forbrenning, Oppvarming
	Dette tiltaket er beskrevet i Klimakur 2030 (Tiltak O01) og innebærer å erstatte bruken av mineralolje (anleggsdiesel) og fossil gass (LPG) til midlertidig oppvarming og tørking av bygg under rehabilitering og oppføring med fossilfrie eller utslippsfrie energikilder eller energibærere. Tiltaket er todelt og tiltakseffekten for utfasing av mineralolje (anleggsdiesel) omtales under sektoren Annen mobil forbrenning, mens tiltakseffekten for utfasing av fossil gass (LPG) omtales under sektoren Oppvarming. Utfasing av mineralolje sikres ved at det gjeldende forbudet mot bruk av mineralolje til permanent oppvarming av bygninger, i januar 2021 ble utvidet til også å gjelde bruk av mineralolje til midlertidig byggvarme fra 2022. Bruk av fossil gass er ikke omfattet av forbudet, men regjeringas Klimaplan for 2021-2030 skisserer en utfasing av bruk av gass til midlertidig byggvarme og byggtørk fram mot 2025, utløst av gradvis økt CO <sub>2</sub> -avgift. I Klimakur 2030 er tilsvarende tiltak plassert i kostnadskategori < 500 kr/tonn.	
J2.1	Bærekraftig kosthold	Jordbruk
	Dette tiltaket er beskrevet i Klimakur 2030 (Tiltak J01) og innebærer at de delene av befolkningen som spiser mer rødt kjøtt og bearbeidet kjøtt enn hva kostrådene fra helsemyndighetene anbefaler, reduserer konsumet til maksimal anbefalt mengde og erstatter redusert mengde kjøtt med plantebasert kost og fisk. En overgang fra rødt kjøtt til plantebasert kost og fisk forventes å redusere utslippene fra jordbrukssektoren gjennom å endre sammensetningen og omfanget av jordbruksproduksjonen. I Klimakur 2030 er tilsvarende tiltak plassert i kostnadskategori < 500 kr/tonn.	
J2.2	Redusert matsvinn	Jordbruk
	Dette tiltaket er beskrevet i Klimakur 2030 (Tiltak J02) og innebærer å halvere det kartlagte matsvinnet målt i kilo per innbygger innen 2030, sammenliknet med 2015. Redusert matsvinn forventes å redusere utslippene fra jordbrukssektoren gjennom redusert behov for å produsere mat. I Klimakur 2030 er tilsvarende tiltak plassert i kostnadskategori < 500 kr/tonn.	
J2.3	Bedre bruk og lagring av gjødsel	Jordbruk
	Dette tiltaket er beskrevet i Klimakur 2030 (Tiltak J04) og består av flere deltiltak som er aktuelle for Kristiansand, som «Miljøvennlig spredning av husdyrgjødsel» (Tiltak J04-2), «Bedre spredetidspunkt og lagerkapasitet for husdyrgjødsel» (Tiltak J04-3) og «Bedre arealmessig fordeling av husdyrgjødsel» (Tiltak J04-4). I Klimakur 2030 er tilsvarende tiltak plassert i kostnadskategori > 1500 kr/tonn.	
LU2.1	Krav om 30 % biodrivstoff i luftfart innen 2030	Luftfart
	Dette tiltaket er beskrevet i NTP 2018-2029, som ligger til grunn for regjeringas Klimaplan. Fra 2020 er det et omsetningskrav på 0,5 prosent avansert flytende biodrivstoff i luftfart som inngår i referansebanen og dette tiltaket vil derfor være en utvidelse av det gjeldende omsetningskravet. Av Klimaplan for 2021-2030 framgår det at regjeringa vil se an erfaringene med det gjeldende omsetningskravet for deretter å vurdere mulig opptrapping.	

### 3.3.4 Nærmere beskrivelse av tiltakspakke 3, «Klimakur 2030»

De fleste aktuelle tiltak i Klimakur 2030 er tatt videre i regjeringas Klimaplan for 2021-2030 og dermed inkludert i tiltakspakke 2, men ikke alle. I denne pakken inngår ytterligere relevante tiltak fra Klimakur 2030 som ikke er inneholdt i tiltakspakke 2, og hvor tiltakseffekten for Kristiansand spesifikt er mulig å anslå.

I arbeidet med rapporten anslår vi hvordan hvert tiltak påvirker hver av faktorene som brukes til å beregne utslipp i referansebanen ut fra tiltaksbeskrivelsen og effektberegningen i Klimakur 2030, og etterstreber også å anslå hvordan dette slår ut spesifikt for Kristiansand basert på forskjellene mellom hver faktor i Kristiansand og det nasjonale gjennomsnittet. For mange av tiltakene er det ikke mulig å anslå nøyaktig hvor stor forskjellen mellom Kristiansand og landsgjennomsnittet er, og det må antas 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 Kristiansand vil være uvesentlig, eller fordi vi ikke anser det som realistisk eller hensiktsmessig å anslå hva effekten blir spesifikt for Kristiansand, på grunn av for høy kompleksitet eller manglende data.

Tabell 7 viser tiltakene fra Klimakur 2030 (Miljødirektoratet et al., 2020b) som tas med i tiltakspakke 3, og som kommer i tillegg til alle tiltak i tiltakspakke 1 og tiltakspakke 2.

**Tabell 7:** Tiltaksbeskrivelse for tiltak i tiltakspakke 3, «Klimakur 2030»

Tiltakspakke		3 - Klimakur
Nr.	Tiltak	Sektor / utslippskilde
T3.1	Nullvekstmål for personbiltransporten	Veitrafikk / Personbiler
	Dette tiltaket er beskrevet i Klimakur 2030 (Tiltak T01) og innebærer at personvekstransporten i byområdene skal tas med kollektivtransport, sykkel og gange. I Klimakur 2030 er tilsvarende tiltak plassert i kostnadskategori 500-1500 kr/tonn.	
T3.2	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. I Klimakur 2030 er tilsvarende tiltak plassert i kostnadskategori < 500 kr/tonn.	
T3.3	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. I Klimakur 2030 er tilsvarende tiltak plassert i kostnadskategori < 500 kr/tonn.	
E3.1	CCS på avfallsforbrenning hos Returkraft	Energiforsyning / Avfallsforbrenning
	Tilsvarende tiltak for tre andre byer (Oslo, Bergen, Trondheim) er beskrevet i Klimakur 2030 (Tiltak E01, E02, E03). Tiltaket innebærer å installere karbonfangst på Returkrafts avfallsforbrenningsanlegg, frakte CO <sub>2</sub> til et mellomlager på kai, og videre til en geologisk lagringsplass for CO <sub>2</sub> for permanent lagring. I Klimakur 2030 er tilsvarende tiltak plassert i kostnadskategori 500-1500 kr/tonn.	
AT3.1	70 % av nye ikke-veigående maskiner utslippsfrie innen 2030	Annen mobil forbrenning / Dieseldrevne motorredskaper
	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. I Klimakur 2030 er tilsvarende tiltak plassert i kostnadskategori > 1500 kr/tonn.	

S3.1	Forsert innføring av landstrøm utenfor Vestre Kvadraturen	Sjøfart
	<p>Kristiansand har vært en foregangshavn for innføring av landstrøm. Per 2020 er det landstrømmuligheter for ferger, cruiseskip og offshoreskip i Vestre Kvadraturen, og det leveres også landstrøm til rigger og offshorefartøy i Kongsgård/Vige og noen andre kaier. I sin rapport «Energi- og effektutredning for Kristiansand havn» har THEMA Consulting utarbeidet en referansebane for Vestre Kvadraturen som innebærer en vesentlig vekst i leveranse av landstrøm og antall skip som benytter landstrøm når de ligger ved i Vestre Kvadraturen. Dette gjenspeiler satsingen på landstrøm i dette havneområdet og er tatt inn i referansebanen i denne rapporten, men THEMA's referansebane analyserte ikke kaier i andre deler av Kristiansand havn, og impliserte ikke automatisk noen økning i landstrømbruk der. Tiltak S3.1 tilsvarer at landstrøm ved andre kaier bygges ut i samme takt som i Vestre Kvadraturen, og at skip som anløper der også oppgraderes til å bruke landstrøm i samme takt som skip som anløper Vestre Kvadraturen.</p> <p>Klimakur 2030 inneholder også økt bruk av landstrøm som et tiltak, men da som et nasjonalt tiltak og ikke spesifikt tilpasset forholdene i Kristiansand. Analysen av tiltaket her tar derfor utgangspunkt i THEMA Consultings analyser.</p> <p>I Klimakur 2030 er landstrøm plassert i kostnadskategori 500-1500 kr/tonn.</p>	
S3.2	Hybridisering av Hirtshals-fergene	Sjøfart
	<p>Dette tiltaket inngår som en del av «Nullutslippsscenariet» i THEMA Consultings analyse i «Energi- og effektutredning for Kristiansand havn». Det innebærer at Color Lines og Fjord Lines ferger mellom Hirtshals og Kristiansand gjøres om til hybridskip innen 2025, og kan seile på batteristrøm under hele inn- og utseilingsfasen (minst til/fra 12 nautiske mil fra grunnlinja). Utslippene forbundet med inn- og utseiling for disse skipene blir da tilnærmet null.</p>	
O3.1	Erstatte gassbruk til permanent oppvarming av bygg	Oppvarming
	<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. I Klimakur 2030 er tilsvarende tiltak plassert i kostnadskategori &gt; 1500 kr/tonn.</p>	
O3.2	Forsert utskifting av vedovner	Oppvarming
	<p>Dette tiltaket er beskrevet i Klimakur 2030 (Tiltak O03) og innebærer at en andel av husholdningene går over fra vedfyring til elvarme eller varmepumpe, samtidig som husholdninger som skal bytte vedovn anskaffer de beste vedovnene på markedet. Dette forventes å redusere metanutslipp fra vedfyring betydelig. I Klimakur 2030 er tilsvarende tiltak plassert i kostnadskategori &lt; 500 kr/tonn.</p>	

### 3.3.5 Nærmere beskrivelse av tiltakspakke 4, «Radikale tiltak»

Tiltakene i tiltakspakkene «Elektrifisering», «Klimaplan for 2021-2030» 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 Kristiansand i 2030, i forhold til 2015. I de foregående tiltakspakkene vil det derfor gjenstå forholdsvis store utslipp i mange sektorer (se kapittel 6 for gjenværende utslipp i hver sektor i hver tiltakspakke).

Tiltakspakken «Radikale tiltak» omfatter derfor i tillegg tiltak som i prinsippet kan redusere de gjenværende utslippene mot null i flest mulig sektorer (se beskrivelse av restutslipp i kapittel 6.1.3). Tiltakene har til felles at de foreløpig kan virke radikale på grunn av høye kostnader, teknologiske utfordringer eller sosiale eller politiske barrierer.

Tabell 8 viser tiltak som tas med i tiltakspakke 4, og som kommer i tillegg til alle tiltak i tiltakspakke 1, 2 og 3.

**Tabell 8:** Tiltaksbeskrivelse for tiltak i tiltakspakke 4, «Radikale tiltak»

Tiltakspakke		4 - Radikale tiltak
Nr.	Tiltaksnavn	Sektor / utslippskilde
T4.1	Nullutslippssone for personbiler i hele Kristiansand	Veitrafikk / Personbiler
	<p>Dette tiltaket innebærer at kun elbiler, hydrogenbiler og andre fossilfrie 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.</p>	
T4.2	Nullutslippssone for varebiler i hele Kristiansand	Veitrafikk / Varebiler
	<p>Dette tiltaket innebærer at kun el-, hydrogen- og andre fossilfrie 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 Kristiansand for tidlig avskrivning av fossile varebiler og innkjøp av utslippsfrie alternativer.</p>	
T4.3	Nullutslippssone for tungtransport i hele Kristiansand	Veitrafikk / Tunge kjøretøy
	<p>Dette tiltaket innebærer at kun el-, hydrogen- og andre fossilfrie 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.</p>	
T4.4	Nullutslippssone for busser i hele Kristiansand	Veitrafikk / Busser
	<p>Dette tiltaket innebærer at kun el-, hydrogen- og andre fossilfrie busser kjører innenfor kommunegrensa. Dette gjelder langdistansebusser, turbusser og andre busser som ikke er bybusser omfattes av tiltak T1.2 i tiltakspakke 1. Alle busser pålegges å gå over til fossilfri drift (utslippsfri eller 100 prosent biodrivstoff). Eventuelle langdistanseruter som fortsatt bruker fossil drift må terminere utenfor kommunegrensen og ha overgang til lokale fossilfrie transportmidler derfra.</p>	
I4.1	Overgang til biomasse ved REC Solar og Elkem Carbon	Industri
	<p>Fossilt karbon til prosessformål ved REC Solar og til katodematerialer hos Elkem Carbon erstattes med alternativer basert på biomasse, slik at fossile CO<sub>2</sub>-utslipp erstattes av biogent CO<sub>2</sub> (som ikke regnes med i klimagassregnskapet). Mulighetene for å bruke biomassebasert karbon undersøkes av industrivirksomhetene, det råvarer av tilstrekkelig renhet og som oppfyller andre krav, er foreløpig ikke tilgjengelig. Det er derfor ikke kjent om dette tiltaket vil la seg gjennomføre innen 2030 eller til hvilken kostnad.</p>	
I4.2	Karbonfangst ved store industrivirksomheter	Industri
	<p>CO<sub>2</sub>-utslipp fra Glencore Nikkelverk kommer hovedsakelig fra soda (karbonater) bruk i fellingsreaksjoner, og ikke fra fossile brenslere som kan erstattes med biomassebaserte alternativer. Eneste mulighet i den aktuelle tidsperioden er derfor karbonfangst. Dette tiltaket går derfor ut på å fange størstedelen av CO<sub>2</sub>-utslippene fra nikkelproduksjon ved Glencore Nikkelverk, og koble seg til infrastruktur for CO<sub>2</sub>-transport og lagring som bygges ut i forbindelse med karbonfangst ved Returkraft (tiltak E3.1). Dette tiltaket vil også være aktuelt å bruke på REC Solar og/eller Elkem Carbon, dersom akseptable biomassebaserte alternativer til fossilt karbon ikke blir tilgjengelig i tide slik at tiltak I4.1 ikke kan gjennomføres, eller dersom man ønsker å fange biogent CO<sub>2</sub> for å oppnå netto negative utslipp (det siste regnes foreløpig ikke med i klimagassregnskapet).</p>	
AT4.1	Påbud om fossilfrie motorredskaper i Kristiansand	Annen mobil forbrenning
	<p>Dette tiltaket innebærer at alle dieseldrevne motorredskaper som brukes i Kristiansand må være utslippsfrie innen 2030, eller pålegges kun å bruke 100 % biodrivstoff. Det legges tilsvarende restriksjoner på salg av avgiftsfri fossil diesel innenfor kommunegrensen.</p>	
S4.1	Full landstrømsdekning og nullutslipp for alle nye/oppgraderte skip	Sjøfart
	<p>Dette tiltaket inneholder alt i «Nullutslippsscenarioet» fra Energi- og effektutredningen fra THEMA Consulting som ikke allerede er dekket av tiltak S3.2 (hybridisering av Hirtshals-fergene). Det innebærer at alle skip som anløper Kristiansand regelmessig og som byttes ut eller fornyes i løpet av perioden 2020-2030, gjøres om til nullutslipp eller hybrid drift, og kan seile hele distansen fra og til territorialgrensa (12 nautiske mil fra grunnlinja) med batteridrift. Det forutsettes også at <i>alle</i> skip benytter landstrøm eller skrur av motorene når de ligger til kai, slik at utslippene i kai går til null innen 2030.</p>	

LU4.1	Kun fylling av jetparafin med rent eller høy innblandingsgrad av biodrivstoff ved Kjevik	Luftfart
	Dette tiltaket innebærer at alt flydrivstoff som fylles på Kjevik går over til 100 % biodrivstoff, mens salg av fossilt drivstoff fases ut. Dette fører til at størstedelen av utslipp forbundet med flyavganger og tilhørende bakkebevegelser elimineres.	

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 eller hver utslippskilde i kapittel 4 og 5. Tiltakspakken forutsetter at Kristiansand kommune er i stand til å få med fylkeskommunale eller nasjonale myndigheter for å sikre både nødvendige vedtak og økonomiske midler.

I luftfart vil det potensielt være mulig å redusere nåværende utslipp noe ved bruk av elektriske eller hydrogendrevne fly og/eller helikopter. Så langt er kun svært små fly tilgjengelige med batteridrift, og det er uvisst om større flytyper vil være tilgjengelig for kommersiell drift innen 2030, og i så fall hvilke strekninger som ville kunne betjenes med slike fly. Det er også uvisst om det vil være betydelige innslag av fly med hydrogendrevne brenselceller innen 2030, men det lanseres stadig flere løsninger, og flere av de store flyprodusentene har lansert planer om å produsere nullutslippsfly med kapasitet til over 100 passasjerer og som kan fly 1000 km innen 2030. Elektrifisering og bruk av brenselceller i luftfart er likevel ikke tatt med som et tiltak i denne tiltakspakken. Det har heller ikke vært grunnlag for å vurdere tiltak for å redusere flytrafikken, som i så fall ville måtte gjennomføres nesten utelukkende gjennom nasjonale tiltak. I modellen antar vi derfor at all utslippsreduksjon i luftfart i denne tiltakspakken skjer gjennom bruk av biodrivstoff, men elektriske eller hydrogendrevne fly eller helikopter vil selvsagt også kunne bidra og eventuelt gi grunnlag for skjerpede miljøkrav hvis de blir tilgjengelige i tide.

### 3.3.6 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 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 og tekstiler fra husholdningsavfall kunne gi en nedgang både i forbrønt mengde husholdningsavfall (fordi mer sorteres ut og gjenvinnes) og i utslipp per tonn forbrønt avfall (fordi det blir lavere andel plast og tekstiler, 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.

### 3.3.7 Generelt om tiltakskostnader og prioritering av tiltak

Offentlige ressurser er knappe, og mange gode formål konkurrerer om tilgjengelige midler. Derfor er det viktig at prioriteringen mellom ulike formål er velbegrunnet, og at konsekvensene av alternative tiltak er undersøkt og dokumentert. Ifølge Miljødirektoratets veileder for klima- og energiplanlegging (Miljødirektoratet, u.å.-a) bør samfunnsøkonomiske vurderinger ligge til grunn for prioritering av klimatiltak i kommunene, da kommunebudsjettene er begrensede slik at kommunene bør prioritere tiltak som gir mest igjen for ressursene. For å gi politikere et



beslutningsgrunnlag er det i mange tilfeller nyttig å kvantifisere og vekte kostnadene ved et tiltak opp mot ventede nyttevirksomheter av tiltaket.<sup>10</sup>

På den andre siden innebærer ambisiøse klimamål gjerne at det er en mangel på tilgjengelige tiltak. Den største utfordringen på tiltakssiden er dermed ikke vurderingen mellom ulike klimatiltak, men å identifisere gjennomførbare tiltak som monner. Kommunen må derfor vurdere hvorvidt det er rom for å la tiltak ligge. FNs klimapanelers spesialrapport om 1,5 °C (IPCC, 2018) viser tydelig at en klimapolitikk som er i tråd med 1,5 eller 2 gradersmålet ikke gir mye rom for å la tiltak ligge, og at man ikke kommer utenom de dyre, drastiske og ambisiøse tiltakene fram mot 2030 dersom man skal komme helt i mål. Dette poenget reflekteres også i vår tiltaksanalyse gjennom tiltakspakke 4, hvor vi har trukket inn det vi velger å omtale som «Radikale tiltak» for å komme helt i mål med 80 prosent kutt i Kristiansand i 2030, i forhold til 2015.

Rekkefølgen for de fire tiltakspakkene er først og fremst bestemt av hvor enkelt tiltakene lar seg gjennomføre. Vurderingen av gjennomførbarhet bygger på en samlet, kvalitativ vurdering av politisk gjennomførbarhet, teknologisk gjennomførbarhet og økonomiske kostnader. Tiltakskostnader er med andre ord ikke eksplisitt kvantifisert i denne tiltaksanalysen, men inngår som én av flere kriterier for prioritering av tiltak. I vurderingen av tiltakskostnader på kommunenivå er det gjerne flere kostnader enn de rent samfunnsøkonomiske som er interessante, slik som kostnaden for enkeltbedrifter og kostanden for kommunebudsjettet. I praksis vil derfor tiltakspakkene i stigende grad innebære flere barrierer for politisk gjennomførbarhet, økende teknologiske barrierer og økende tiltakskostnader, samtidig som det vil kunne være stor variasjon i tiltakskostnader for enkelttiltak innad i hver tiltakspakke.

- I tiltakspakke 1, «Elektrifisering», inngår tiltak som langt på vei er vedtatt allerede, og som betraktes som politisk enkle å få gjennomført og uten betydelige teknologiske barrierer. De vurderes heller ikke som spesielt samfunnsøkonomisk kostbare.
- I tiltakspakke 2, «Klimaplan for 2021-2030», inngår en del tiltak som er dyrere samfunnsøkonomisk sett, men som ikke er spesielt politisk vanskelige eller kontroversielle siden tiltakspakken reflekterer gjeldende nasjonale politiske føringer, selv om Klimaplanen ennå ikke er vedtatt i skrivende stund. De teknologiske barrierene vurderes som enkle å overkomme, selv om spesielt veitrafikktiltakene vil kreve noe teknologiutvikling fram mot 2030.
- I tiltakspakke 3, «Klimakur», inngår også en del tiltak som er dyrere samfunnsøkonomisk sett, selv om enkelte tiltak vurderes som billige enn mange av tiltakene i tiltakspakke 2. Tiltakene i tiltakspakke 3 er også offentlig utredet og derav ikke spesielt kontroversielle og hovedforskjellen mellom denne tiltakspakken og tiltakspakke 2 ligger først og fremst i tiltakene i tiltakspakke 3 *ikke* er omfattet av regjeringens Klimaplan. Den nasjonale virkemiddelbruken vil derfor ikke være like tydelig og det vil være større behov for lokale virkemidler for å utløse disse tiltakene.
- I tiltakspakke 4, «Radikale tiltak», inngår eksempler på tiltak som kan være nødvendig for å komme helt i mål. Dette er tiltak som kan ha en betydelig samfunnsøkonomisk kostnad, tiltak som er teknologisk utfordrende å gjennomføre og tiltak som kan forventes å møte betydelig motstand blant velgere og næringslivet. I mange tilfeller er det usikkert om kommunen i det hele tatt har hjemmel til å innføre de virkemidlene som kreves.

<sup>10</sup> *Kostnadsvirkninger* er all bruk av ressurser som følger av tiltaket, i tillegg til andre negative effekter eller ulemper som reduserer velferden til en eller flere grupper i samfunnet. Eksempler kan være investerings-/anskaffelseskostnader, drift- og vedlikeholdskostnader, miljøkostnader som for eksempel naturinngrep eller lokal luftforurensning og tidskostnader. Kostnader som allerede har påløpt skal ikke inkluderes (Miljødirektoratet, u.å.a). *Nyttevirksomheter* er virkninger som øker velferden for en eller flere grupper i samfunnet. Eksempler kan være reduserte klimagassutslipp, redusert energiforbruk, bedre lokal luftkvalitet, bedre forhold for friluftsliv, bedre folkehelse, estetiske gevinster og økt kvalitet på kommunale tjenester. En virkning er den endringen som oppstår sammenlignet med situasjonen slik den er beskrevet i referansebanen i framskrivningene. Virkninger som ville ha oppstått også uten tiltaket, skal dermed ikke betraktes som en virkning av tiltaket (ibid.).

### 3.4 Usikkerhet

Usikkerhet i utslippene i referansebanen og i tiltakspakkene uttrykkes gjennom et usikkerhetsintervall, definert gjennom en nedre og en øvre grense for utslippene, samt et sentralestimat som ligger innenfor dette intervallet. Sentralestimatet er vårt beste estimat for hva de nåværende utslippene er og hvordan de vil utvikle seg gitt forutsetningene for referansebanen (ingen nye politiske tiltak).

Nedre og øvre grenser uttrykker grenser som det er overveiende sannsynlig at utslippene vil holde seg innenfor gitt antakelsene i referansebanen og i tiltakspakkene, men de er ikke absolutte grenser. De tar ikke høyde for uventede hendelser innenfor modellperioden eller andre faktorer 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 reflekterer vårt beste estimat av faktorens verdi og tidsutvikling. Øvre og nedre grense representerer de antakelsene eller verdiene for grunnlagstall som gir henholdsvis høyest eller lavest verdi for *utslippene*, ikke nødvendigvis høyest eller lavest verdi for faktoren selv.

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

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

Usikkerhetene kan i prinsippet påvirke både nivået for de absolutte tallene (altså hvor store de faktisk var i startåret 2019) og tidsutviklingen (dvs. veksthastighet mellom 2019 og 2030). Nivåusikkerheten mangler imidlertid for noen utslippskilder hvor vi tar utgangspunkt i bestemte grunnlagstall for de tilhørende faktorene i 2019 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 Kristiansand i 2019 (dvs. at hver utslippskilde multipliseres med forholdstallet mellom Miljødirektoratets tall for utslippskilden i 2019 og verdien som modellen beregner for 2018). 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 2019, slik at vi får et usikkerhetsintervall hvor bredden kun reflekterer usikkerhet i *tidsutviklingen* etter startåret.

For sektoren Sjøfart skalerer vi imidlertid ikke utslippene til å bli like Miljødirektoratets klimagassregnskap. Miljødirektoratets metodikk fanger ikke opp effekten av landstrøm, og bruker tabellverdier for energiforbruk i havn som ikke nødvendigvis reflekterer faktisk forbruk eller lokale variasjoner. I denne rapporten har vi brukt et datagrunnlag utarbeidet av THEMA Consulting som benytter lokale data fra havneanløp og justerer for landstrøm brukt av hvert enkelt skip. Ettersom

manglene i Miljødirektoratets metodikk har en svært stor påvirkning på utslippstallene for Kristiansand, har vi derfor brukt det mer lokalt tilpassede tallgrunnlaget fra THEMA Consulting og ikke skalert utslippstallene til å være lik Miljødirektoratets klimagassregnskap for 2019.

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

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

Usikkerhet i de historiske dataene fra Miljødirektoratet kjenner vi i de fleste tilfeller ikke kvantitativt. Vi vil derfor bare beskrive denne usikkerheten kvalitativt (i kapittel 6 Resultater). I noen tilfeller har vi flere ulike utslippsestimat for 2019. Selv om det i noen tilfeller kan være grunner til å basere seg på andre estimat, tar vi her utgangspunkt i Miljødirektoratets tall for 2019 (Miljødirektoratet, 2020b), 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.

## 4 Barrierer og virkemidler

### 4.1.1 Virkemidler og kommunenes rolle

Virkemidler defineres her som de verktøyene myndighetene kan innføre med sikte på å utløse tiltak, mens tiltakene er de faktiske fysiske endringene i samfunnet som gir reduserte klimagassutslipp. Tabell 9 viser eksempler på virkemidler som kommunen råder over.

De virkemidlene som kommunen råder sterkest over er vedtak om tiltak i egen virksomhet, aktivt eierskap og kravstilling i anskaffelser. Ved å feie for egen dør kan kommunen være en foregangsaktør i klimaarbeidet. Stat, fylkeskommuner og kommuner er alle store innkjøpere som kan bruke innkjøpsmakten til å få ned klimagassutslippene og drive næringsutviklingen i en klimavennlig retning. Dette vil kunne ha effekt langt ut over kommunens grenser. Kravstilling i offentlige anskaffelser er behandlet i et eget delkapittel 4.1.2 under.

Kommunene har imidlertid begrenset kontroll over størstedelen av utslippene innenfor kommunens grenser, da andre aktører står for en større andel av utslippene enn kommuneorganisasjonen selv. Dermed er påvirkningsmuligheter på næringsliv, husholdninger og samspill med nasjonalt og regionalt nivå avgjørende. Dette krever et bredt sett av virkemidler og ofte er ikke ett virkemiddel alene tilstrekkelig til å utløse et enkelt tiltak. (CICERO et al., 2020)

Samarbeid på tvers av kommunegrenser kan bidra til å styrke flere av virkemidlene (e.g. samordnet kravstilling til bygg og anlegg, samordnet areal- og transportplanlegging) og hindre karbonlekkasje (e.g. samkjøring av tiltak og virkemidler på skip).

**Tabell 9:** Noen virkemidler og tiltak som kommunen råder over.

Noen virkemidler og tiltak som kommunen råder over
<b>Vedtak om tiltak i egen virksomhet</b>
<b>Aktivt eierskap</b> i havner, energi- og avfallsanlegg, etc.
<b>Innkjøp – kravstilling i anskaffelser</b> , som fossilfrie/utslippsfrie bygge- og anleggsplasser, massetransport, avfallstransport, driftskontrakter (brøyting, feiing, etc.), transport ved innkjøp av varer og tjenester, kollektivtrafikk vei og sjø (fylkeskommunalt)
<b>Fysisk tilrettelegging, omregulering, grønn prioritet</b> , som utbygging av ladeinfrastruktur og regulering av areal til energistasjoner, landstrøm / utslippsfri havn, fysisk tilrettelegging for sykkel og gange, gate- og parkeringsbestemmelser, etablere innfartsparkeringer, arealplanlegging som reduserer transportbehov
<b>Forbud og påbud</b> , som krav til nullutslippsdrosjer, fjerning parkeringsplasser, mulig utvidelse i klimakrav til utbyggere i reguleringsplaner og for nullutslippssoner. Kommunens hjemmel til å innføre forbud og påbud er imidlertid begrenset, og grenseoppgangen kan kreve juridisk vurdering.
<b>Økonomiske virkemidler</b> , som miljødifferensierte parkeringstakster og bomtakster, tilskuddsordninger
<b>Dialog med næringsaktører</b> som byggeiere, entreprenører, industribedrifter
<b>Kommunikasjon, mobilisering, holdningsskapende arbeid, nettverk for økt kompetanse og kunnskap, FoU-prosjekter, utredninger, planer og piloter</b>
<b>Påvirke statlige rammebetingelser</b>

Kommunen som aktør har et bredt sett av roller i ulike sammenhenger, og i klimaarbeidet vil det være nødvendig å ta i bruk hele spekteret. Klimakur 2030 (Miljødirektoratet et al., 2020b) framhever at kommunene har følgende roller som er spesielt relevante i klimaarbeidet: 1) Eier og drifter, 2) Tjenesteyter, 3) Innkjøper, 4) Myndighetsutøver, 5) Samfunnsutvikler.

For flere av kommunenes virkemidler og roller kan mange kommuner i større grad enn i dag utnytte disse, samtidig som det også er behov for et utvidet handlingsrom på enkelte områder. Nasjonale rammebetingelser kan i enkelte tilfeller være en barriere for gjennomføring av tiltak lokalt og i enkelte tilfeller vil også statlige og kommunale virkemidler trekke i forskjellig retning. For å få gjennomført enkelte tiltak lokalt kan det derfor være nødvendig å aktivt påvirke statlige rammebetingelser og prioriteringer.

#### 4.1.2 Kravstilling i offentlige anskaffelser

Regjeringas Klimaplan for 2021-2030 (Klima- og miljødepartementet, 2021b) legger stor vekt på klima- og miljøkrav i offentlige anskaffelser som virkemiddel og en egen handlingsplan for økt andel grønne og innovative offentlige anskaffelser er også under utarbeidelse. Ifølge anskaffelsesloven § 5 (LOV-2016-06-17-73) er offentlige innkjøpere pålagt å innrette innkjøpspraksisen slik at den bidrar til å redusere skadelig miljøpåvirkning og fremme klimavennlige løsninger der det er relevant. Loven gir offentlige aktører et betydelig handlingsrom for å stille klima- og miljøkrav i offentlige innkjøp. Samtidig ønsker regjeringa å innføre konkrete krav om lav- eller nullutslipp i alle offentlige kjøp av personbiler og lette varebiler fra 2022, ferjer fra 2023, servicefartøy i havbruksnæringa fra 2024, bybusser fra 2025 og hurtigbåter fra 2025 (Klima- og miljødepartementet, 2021b).

Staten, fylkeskommunene og kommunene kjøper inn varer og tjenester for over 500 milliarder årlig, tilsvarende 16 prosent av BNP i 2018 (Miljødirektoratet og DFØ, 2020). Dette gir offentlige innkjøpere et betydelig potensial til å gå foran og drive teknologien og næringsutviklingen i en klimavennlig retning. Med riktig innretning kan offentlige innkjøp både bidra til å fremskynde teknologiutviklingen og potensielt også gi varige markedsendringer. Klimaplan for 2021-2030 identifiserer seks områder hvor offentlige innkjøp er særlig egnet som virkemiddel for å nå Norges klima- og miljømål: transport, bygg og anlegg, sirkulær økonomi, mat og matsvinn, plast og miljøgifter.

Analysene i denne rapporten omfatter i utgangspunktet kun direkte utslipp<sup>11</sup> og ikke indirekte utslipp<sup>12</sup>. Av de seks områdene identifisert i Klimaplanen er det spesielt innenfor transport og bygg og anlegg potensialet for reduksjon av *direkte utslipp* forventes å være størst. For de øvrige områdene kan det først og fremst forventes å være et potensial for reduksjon av *indirekte utslipp* ved kravstilling i offentlige anskaffelser. Avgrensning til direkte utslipp innebærer ikke at klimaarbeidet hverken bør eller kan begrenses til tiltak rettet mot direkte utslipp.

Tabell 10 gir en oversikt over segmenter og tiltak i tiltakspakkene hvor kravstilling kan spille en rolle som virkemiddel for å utløse (deler av) tiltaket. Tabellen omfatter også enkelt tiltak som ikke er omfattet av tiltakspakkene, men som er tatt med for å gi en mer utfyllende tiltaksoversikt innenfor de ulike segmentene. Flere tiltak vil også kunne være aktuelle.

<sup>11</sup> Direkte utslipp defineres her som utslipp innenfor Kristiansand kommune

<sup>12</sup> Indirekte utslipp defineres her som utslipp utenfor Kristiansands grenser, men som er forårsaket av kommunens egen virksomhet og innbyggernes forbruk av varer og tjenester

**Tabell 10.** Segmenter og tiltak i tiltakspakkene hvor kravstilling i offentlig anskaffelse kan spille en rolle som virkemiddel.

Segment	Kollektivtransport – Busser (fylkeskommunal drift)		Veitrafikk/Personbiler
Tiltak	T1.1	Elektrifisering av bybussene	
Segment	Kollektivtransport – Båter (fylkeskommunal drift)		Sjøfart/Passasjer
Ikke vurdert	Lav- og nullutslipp for fergesamband og hurtigbåter (ikke relevant for Kristiansand)		
Segment	Drosjer (pasientreiser, TT-tjenester, skoleskyss)		Veitrafikk/Personbiler
Tiltak	T1.2	Elektrifisering av taxiflåten	
Segment	Kommunens egne kjøretøy - Personbiler		Veitrafikk/Personbiler
Tiltak	T1.3	Nullutslipp fra kommunale lette kjøretøy	
Segment	Kommunens egne kjøretøy - Varebiler		Veitrafikk/Varebiler
Tiltak	T1.3	Nullutslipp fra kommunale lette kjøretøy	
Segment	Håndverker- og servicetjenester		Veitrafikk/Varebiler
Tiltak	T2.2	100 % av nye lette varebiler er nullutslipp innen utgangen av 2025	
Tiltak	T2.3	100 % av nye tynger varebiler er nullutslipp innen utgangen av 2030	
Segment	Leveranse av varer til det offentlig		Veitrafikk/ Varebiler
Tiltak	T2.2	100 % av nye lette varebiler er nullutslipp innen utgangen av 2025	
Tiltak	T2.3	100 % av nye tynger varebiler er nullutslipp innen utgangen av 2030	
Tiltak	T3.2	Forbedret logistikk for varebiltransport	
Segment	Leveranse av varer til det offentlige		Veitrafikk/Tunge kjøretøy
Tiltak	T2.4	50 % av nye lastebiler er nullutslipp i 2030	
Tiltak	T3.3	Forbedret logistikk og økt effektivisering av lastebiler	
Ikke vurdert	Krav til bruk av biogass i tunge kjøretøy		
Segment	Avfallsinnsamling		Veitrafikk/Tunge kjøretøy
Tiltak	T2.4	50 % av nye lastebiler er nullutslipp i 2030	
Ikke vurdert	Krav til bruk av biogass i tunge kjøretøy til avfallsinnsamling		
Segment	Bygg og anlegg – Massetransport til/fra anleggsområdene		Veitrafikk/Tunge kjøretøy
Tiltak	T2.4	50 % av nye lastebiler er nullutslipp i 2030	
Tiltak	T3.3	Forbedret logistikk og økt effektivisering av lastebiler	
Ikke vurdert	Krav til bruk av biogass i tunge kjøretøy til massetransport		
Segment	Bygg og anlegg – Aktiviteter på anleggsområdene		Annen mobil forbrenning/ Dieseldrevne motorredskaper
Tiltak	AT3.1	70 % av nye ikke-veigående maskiner utslippsfrie innen 2030	
Ikke vurdert	Forbedret logistikk og økt effektivisering av maskiner på bygge- og anleggsplasser		
Segment	Bygg og anlegg – Materialvalg		Indirekte utslipp
Ikke vurdert	Krav til lavutslipps materialbruk i bygg og anlegg		
Segment	Offentlig og privat tjenesteyting – Brøyting, feiing, vedlikehold av park og anlegg etc.		Annen mobil forbrenning/ Dieseldrevne motorredskaper
Tiltak	AT3.1	70 % av nye ikke-veigående maskiner utslippsfrie innen 2030	
Segment	Kommunens egne maskiner		Annen mobil forbrenning/ Dieseldrevne motorredskaper
Tiltak	AT3.1	70 % av nye ikke-veigående maskiner utslippsfrie innen 2030	
Segment	Innkjøp av mat og serveringstjenester og matsvinn		Jordbruk Indirekte utslipp
Tiltak	J2.1	Bærekraftig kosthold	
Tiltak	J2.2	Redusert matsvinn	

Miljødirektoratet og DFØ<sup>13</sup> (2020) har i rapporten «Nullutslippstransport i leveranser til det offentlige» utredet segmenter hvor det er hensiktsmessig å stille krav til nullutslipp for leveranser av varer og tjenester til offentlig sektor. Utredningen gir tall på nasjonalt nivå, altså for kommunale, fylkeskommunale og statlige innkjøp samlet. Rapporten tar for seg følgende segmenter innenfor veigående transport og bygg og anlegg:

- Drosjer (pasientreiser, TT-tjenester, skoleskysst)
- Håndverker- og servicetjenester
- Leveranse av varer
- Avfallsinnsamling
- Bygg og anlegg – Aktiviteter på anleggsområdene
- Bygg og anlegg – Massetransport til/fra anleggsområdene

Kollektivtjenester (busser, ferger, hurtigbåter) er ikke tatt med i vurderingen. Kravstilling i offentlige driftskontrakter (brøyting, feiing, vedlikehold av park og anlegg etc.) og kommunens egne kjøretøy og maskiner er heller ikke vurdert. Figur 7 viser Miljødirektoratets og DFØs anslag for *utslipp* fra de ulike segmentene og anslag for *hvor stor andel av utslipp* innenfor hvert segment som kan tilskrives offentlige innkjøp i 2020, sett opp mot størrelsen for totale utslipp innenfor hver sektor i 2020 hentet fra Klimakur 2030.

Figur 7 viser tydelig at potensialet for utslippsreduksjon ved kravstilling er størst innenfor bygg- og anleggssektoren hvor offentlige innkjøpere samlet sett står for størsteparten av etterspørselen og hvor Miljødirektoratet og DFØ (2020) anslår at hele 65 prosent av direkte utslipp kan tilskrives offentlige innkjøp<sup>14</sup>. Teknologiske og kostnadmessige barrierer for nullutslipp innen bygg- og anleggssektoren kan gjøre at det er enklere og billigere for kommunen å utløse potensialet innenfor de øvrige segmentene. Markedet for utslippsfrie anleggsmaskiner er imidlertid i rask utvikling og for enkelte bruksområder er utslippsfrie løsninger allerede økonomisk lønnsomme. Det vil derfor være sentralt å ta i bruk utslippsfrie løsninger der det er mulig, og utforme kontrakter og krav på en måte som fremmer bruk av utslippsfrie løsninger. Mye av markedsutviklingen innenfor utslippsfrie løsninger som vi har sett de siste årene har vært drevet nettopp av klima- og miljøkrav i offentlig sektor.

Et per i dag billigere alternativ enn nullutslipp for å oppnå utslippskutt er å ta i bruk flytende biodrivstoff, men biomasse er en knapp ressurs og utstrakt bruk av flytende biodrivstoff kan være problematisk fra et bærekraftperspektiv<sup>15</sup>. Kostanden for flytende biodrivstoff er også forventet å øke betydelig i kommende år. Tiltak som reduserer behovet for flytende biodrivstoff, som effektiviseringstiltak og elektrifiseringstiltak bør derfor prioriteres over biodrivstofftiltak (CICERO, 2021). Det er også viktig å være klar over at i tilfeller hvor offentlige anskaffelser av flytende biodrivstoff overlapper med et omsetningskrav, bidrar ikke nødvendigvis kravstilling i offentlige anskaffelser til ytterligere klimaeffekt utover volumet i omsetningskravet (Miljødirektoratet, 2020c). DFØ har av den grunn nylig revidert sine innkjøpsråd for tunge kjøretøy og busser til å ekskludere flytende biodrivstoff, og heller prioritere nullutslipp og biogass, og det samme forventes å gjelde innkjøpsrådene for anleggsdiesel og sjøfart etter innføring av omsetningskrav i 2022 (Miljødirektoratet, 2021b).

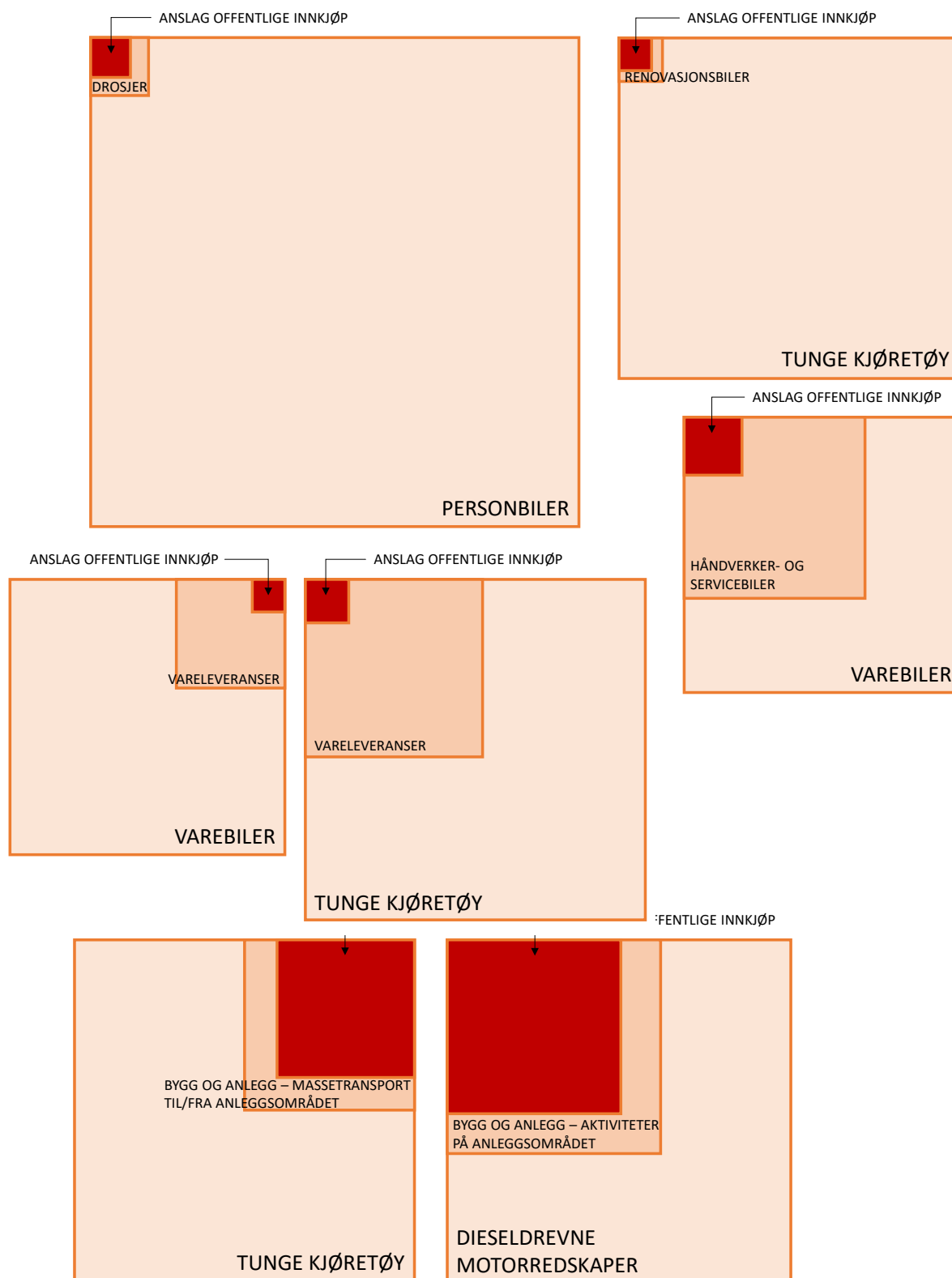
For anskaffelser hvor kommunen vurderer at det foreløpig ikke er realistiske alternativer til bruk av biodrivstoff, bør avansert biodrivstoff prioriteres foran konvensjonelt biodrivstoff i kravstillingen<sup>16</sup>. Videre bør avansert del A prioriteres foran avansert del B dersom man ønsker at biodrivstoffet skal være mest mulig bærekraftig og ha størst mulig klimaeffekt.

<sup>13</sup> DFØ står for Direktoratet for forvaltning og økonomistyring, tidligere Difi/Digdir

<sup>14</sup> I bygg og anlegg er det i tillegg et betydelig potensial for å redusere indirekte utslipp ved klimakrav til materialer.

<sup>15</sup> Produksjon av biodrivstoff kan være i konflikt med produksjon av mat og fôr, gi økt press på landarealer og medføre tap av områder med høyt karbonlager og høy biodiversitet.

<sup>16</sup> Se ordforklaringer i kapittel 8.



**Figur 7.** Anslag for utslipp fra ulike segmenter og anslag for hvor stor andel av utslipp innenfor hvert segment som kan tilskrives offentlige innkjøp i 2020 (Miljødirektoratet og DFØ, 2020), sett opp mot størrelsen for totale utslipp for hver utslippskilde i 2020 (Miljødirektoratet et al., 2020b). Illustrasjon: CICERO



Ved utforming av krav og kontrakter er det sentralt å få til en riktig kombinasjon av minimumskrav, tildelingskriterier og kontraktsvilkår, og i mange tilfeller vil det være nødvendig å initiere lokal markedsdialog for å avklare hva leverandørene faktisk kan tilby. For mer informasjon om hvordan kravstillingen bør innrettes i praksis kan tidligere nevnte rapport «Nullutslippstransport i leveranser til det offentlige» (Miljødirektoratet og DFØ, 2020) være en god ressurs. Videre gir Direktoratet for forvaltning og økonomistyring (DFØ) veiledning knyttet til offentlige anskaffelser gjennom nettsidene [Anskaffelser.no](https://www.anskaffelser.no) og [Kriterieveviseren – Veiviser for bærekraftige offentlige anskaffelser](#), samtidig som de nylig har lansert [Sparretelefonen for bærekraftige anskaffelser](#). I kriterieveviseren kan innkjøpere hente ut forslag til komplette kriteriesett. En annen aktør som bistår offentlige innkjøpere er Nasjonalt program for leverandørutvikling, også kalt Leverandørutviklingsprogrammet (LUP). LUP arrangerte senest i september 2020 en [Leverandørkonferanse for utslippsfrie bygge- og anleggsplasser](#). Se også nettsiden [Innovativeanskaffelser.no](https://www.innovativeanskaffelser.no).

Videre anbefales det å samarbeide med andre kommuner/fylkeskommuner, både for å innhente erfaringer fra kravstilling i anskaffelser fra andre som jobber aktivt med dette, men også for å samordne etterspørselen etter fossilfri og utslippsfrie løsninger på tvers av offentlige virksomheter. Samordnet etterspørsel bidrar til å styrke kravstilling som virkemiddel ved at det gir forutsigbarhet for entreprenører og leverandører. Mange av kommunene som har kommet lengst i arbeidet med kravstilling har mottatt [Klimasats-støtte](#) for å jobbe målrettet med klimavennlige anskaffelser og i mange tilfeller også for å dekke merkostnad ved kravstilling. [Enova](#) har også flere støtteordninger som kan være relevant.

### 4.1.3 Barrierer og virkemidler for hver tiltakspakke

Tiltakspakkene er i all hovedsak satt sammen på bakgrunn av hvor enkelt det er å gjennomføre tiltakene. Barrierene for gjennomføring av tiltak kan derfor forventes å være høyere jo høyere nummer tiltakspakken har.

#### Tiltakspakke 1, «Elektrifisering»

Tiltakene i denne tiltakspakken er grundig utredet og langt på vei vedtatt allerede og vurderes som de enkleste å få gjennomført på kort sikt. Tabell 11 oppsummerer barrierer og virkemidler for tiltakene i tiltakspakke 1.

**Tabell 11:** Barrierer og virkemidler for tiltak i tiltakspakke 1.

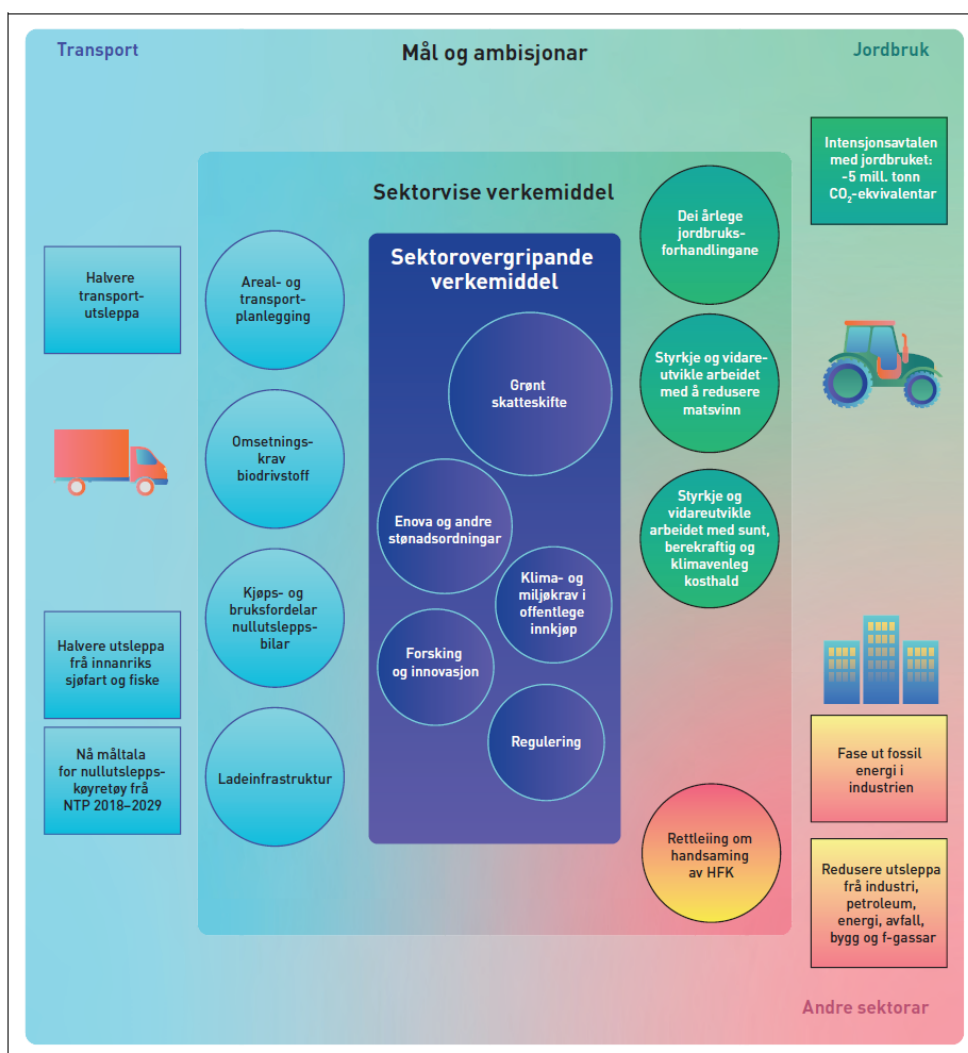
Tiltakspakke	1 - Elektrifisering		
Tiltak	T1.1	Elektrifisering av bybussene	Veitrafikk
Barrierer	<ul style="list-style-type: none"> <li>Noe høyere innkjøpskostnader</li> <li>Krav til ladeinfrastruktur, mulig begrenset rekkevidde og for lang ladetid til</li> </ul>		
Virkemidler	<ul style="list-style-type: none"> <li>Styrevedtak i AKT</li> <li>Kravstilling i anbud for busstjenester</li> </ul>		
Tiltak	T1.2	Elektrifisering av taxiflåten	Veitrafikk
Barrierer	<ul style="list-style-type: none"> <li>Høye investeringskostnader for fylkeskommunen til utbygging av hurtiglader på strategiske plasser for å kunne sette krav til drosjenæringen</li> <li>Mulig høyere innkjøpskostnader for taxisjåførene</li> </ul>		
Virkemidler	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gå i dialog med fylkeskommunen om gjennomføring av løyvepåbud for el-taxier</li> </ul>		
Tiltak	T1.3	Nullutslipp fra kommunale lette kjøretøy	Veitrafikk
Barrierer	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sannsynligvis lave; marginale ekstra kostnader; kanskje rekkevidde hvis kjøretøyer må kjøre langt uten lademulighet.</li> </ul>		
Virkemidler	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vedtak i bystyret</li> </ul>		

#### Tiltakspakke 2, «Klimaplan for 2021-2030»

Tiltakene i denne tiltakspakken er satt sammen på bakgrunn av at de inngår i regjeringas Klimaplan. Vi har lagt til grunn at virkemidlene er tilstrekkelige til å utløse de tiltakene og oppnå de målsetningene som Klimaplanen forutsetter at de skal gjøre der hvor dette ikke er opplagt urimelig. Disse tiltakene antas utløst av statlige virkemidler som vist i Figur 8.

Gjennomføringen av tiltak som er basert på disse virkemidlene forutsetter at Stortinget i all hovedsak de skisserte virkemidlene vedtar Klimaplanen eller andre virkemidler som er tilstrekkelige til å utløse disse tiltakene. Enkelte av virkemidlene vil kreve årlige forhandlinger og vedtak i Stortinget, slik at gjennomføringen også forutsetter at ambisjonsnivået ikke svekkes i de kommende stortingsperiodene fram mot 2030.

For mange av tiltakene vil det kunne være vanskelig for kommunen å oppnå tilsvarende effekt med virkemidler lokalt. Et eksempel kan være tiltaket for bærekraftig kosthold hvor tiltakseffekten i Kristiansand forutsetter at tiltaket gjennomføres nasjonalt og ikke bare i Kristiansand. En viss andel av husdyrholdet i Kristiansand må antas å være drevet av forbruk av landbruksprodukter utenfor Kristiansand kommune, og denne andelen vil ikke bli redusert dersom tiltaket kun gjennomføres i Kristiansand.



**Figur 8:** Hovedvirkemidler for ikke-kvotepliktige utslipp i regjeringas Klimaplan for 2021-2030. (Klima- og miljødepartementet, 2021a)

Et av de sentrale virkemidlene regjeringa ønsker å innføre en gradvis økning i CO<sub>2</sub>-avgiften til om lag 2000 kr/tonn CO<sub>2</sub> i 2030. Dette er et sektorovergripende virkemiddel som forventes å redusere utslippene både fra transport og fra andre sektorer, herunder bidra til utfasing av bruk av fossile brensel til energiformål i industrien og til utfasing av bruk av gass til midlertidig byggvarme og byggtørk.

Videre er omsetningskrav for biodrivstoff i veitrafikk, anleggsdiesel, skipsfart og luftfart et av virkemidlene regjeringa forventer vil ha størst effekt samlet sett.

Klima- og miljøkrav i offentlige innkjøp trekkes også fram som et av de sentrale virkemidlene, og forventes å redusere utslipp fra veitrafikk, fra anleggsplasser i transportsektoren, innen skipsfart og fiske og fra jordbrukssektoren.

Innenfor jordbruket er det først og fremst en mulig avgift på mineralgjødsel, samt virkemidler rettet mot redusert matsvinn og bærekraftig kosthold som ligger inne som konkrete virkemidler i Klimaplanen. Ut over dette er virkemidlene innen jordbruk i mindre grad konkretisert i Klimaplanen da det foreligger en egen «Klimaplan for landbruket» (Norges Bondelag, 2020). «Klimaplan for landbruket» er en videreføring av en klimaavtale mellom Norges Bondelag, Norsk Bonde- og Småbrukarlag og regjeringa som ble inngått i juni 2019, hvor organisasjonene i jordbruket satte seg mål om å kutte utslippene med 5 millioner tonn for perioden 2021-2030. «Klimaplan for

landbruket» skisserer tiltak og mulige virkemidler for å oppnå utslippskuttene, men den konkrete innrettingen av tiltak og virkemidler vil være en del av de årlige jordbruksforhandlingene.

Innenfor avfallsforbrenning er det sentrale virkemidlet en avgift på forbrenning av avfall fra 2021.

Andre virkemidler som trekkes fram er reguleringer, informasjon om klimavennlige valg, økonomisk støtte ny teknologi og satsing på forskning og innovasjon,

En sentral barriere for å få realisert tiltakene i denne tiltakspakken kan sies å være politisk ønske og vilje til å gjennomføre Klimaplanen som skissert fram mot 2030.

En annen barriere kan være teknologisk utvikling. Klimaplanen understreker at en forutsetning for å nå måltallene for NTP 2018-2029 er forbedringer i teknologisk modenhet i ulike deler av transportsektoren. Dette er særlig et usikkerhetsmoment for tungtransport, hvor innslaget av nullutslippsbiler (batteri eller hydrogen) så langt er svært begrenset i forhold til personbiler.

For mange tiltak vil hovedbarrieren være at det være et særlig behov for adferdsendring blant forbrukerne for å utløse det fulle potensialet. Forbrukernes handlingsmønstre er komplekse og sammensatte prosesser som det er vanskelig å påvirke med enkeltstående virkemidler. Forbruksforskningsinstituttet SIFO (2020) har identifisert de tiltakene i Klimakur 2030 som krever stor adferdsendringer, og dette omfatter følgende tiltak i tiltakspakke 2: T2.1 100 % av nye personbiler er elektriske innen utgangen av 2025, E2.1 Økt utsortering av plastavfall og brukte tekstiler til materialgjenvinning, J2.1 Bærekraftig kosthold, J2.2 Redusert matsvinn.

Tabell 12 oppsummerer virkemidlene i Klimaplan for 2021-2030 som antas å utløse tiltakene i tiltakspakke 2.

**Tabell 12:** Virkemidler i Klimaplan for 2021-2030 for tiltak i tiltakspakke 2.

Tiltakspakke	2 - Klimaplan		
Tiltak	T2.1	100 % av nye personbiler er elektriske innen utgangen av 2025	Veitrafikk
	T2.2	100 % av nye lette varebiler er nullutslipp innen utgangen av 2025	
	T2.3	100 % av nye tynger varebiler er nullutslipp innen utgangen av 2030	
	T2.4	50 % av nye lastebiler er nullutslipp i 2030	
Virkemidler	Disse tiltakene antas utløst av økt CO <sub>2</sub> -avgift og andre virkemidler for transportsektoren som Enova-støtte og klima- og miljøkrav i offentlige innkjøp. Tilstrekkelig utbygging av ladeinfrastruktur er en viktig forutsetning og regjeringen sier i Klimaplanen at de vil legge til rette for rask utbygging av ladeinfrastruktur i hele landet.		
Tiltak	T2.5	Omsetningskrav for biodrivstoff i veitransport	Veitrafikk
Virkemidler	Dette tiltaket antas utløst av et omsetningskrav og krever ingen ytterligere virkemidler ut over selve kravet.		
Tiltak	E2.1	Økt utsortering av plastavfall og brukte tekstiler til materialgjenvinning	Energiforsyning
Virkemidler	Dette tiltaket antas utløst hovedsakelig av CO <sub>2</sub> -avgift for avfallsforbrenning, og av samarbeid med produsenter, forhandlere og andre sentrale aktører i verdikjeden.		
Tiltak	AT2.1	Omsetningskrav for biodiesel i anleggsdiesel fra 2022	Annen mobil forbrenning
Virkemidler	Dette tiltaket antas utløst av et omsetningskrav og krever ingen ytterligere virkemidler ut over selve kravet.		
Tiltak	AT2.2	Utfasing av mineralolje (og gass) til byggvarme på byggeplasser	Annen mobil forbrenning
Virkemidler	Dette tiltaket er todelt og tiltakseffekten for utfasing av mineralolje (anleggsdiesel) omtales her, mens tiltakseffekten for utfasing av fossil gass (LPG) omtales under oppvarming. Utfasing av mineralolje sikres ved at det gjeldende forbudet mot bruk av mineralolje til permanent oppvarming av bygninger, i januar 2021 ble utvidet til også å gjelde bruk av mineralolje til midlertidig byggvarme fra 2022.		
Tiltak	J2.1 J2.2	Bærekraftig kosthold Redusert matsvinn	Jordbruk
Virkemidler	Disse tiltakene antas utløst av en lang rekke virkemidler rettet mot forbruksendringer som indirekte kan gi utslippsreduksjoner i jordbrukssektoren, som klima og miljøkrav i offentlige		

	innkjøp av mat- og måltidstjenester, samarbeid med matbransjen for å redusere matsvinn, informasjons-/holdningsskapende arbeid for å redusere matsvinn og bidra til bærekraftig kosthold med mer.		
Tiltak	J2.3	Bedre bruk og lagring av gjødsel	Jordbruk
Virkemidler	Dette tiltaket inngår i «Klimaplan for landbruket» og antas utløst av virkemidlene som utformes i det videre arbeidet med denne.		
Tiltak	LU2.1	Krav om 30 % biodrivstoff i luftfart innen 2030	Luftfart
Virkemidler	Dette tiltaket antas utløst av et omsetningskrav og krever ingen ytterligere virkemidler ut over selve kravet. Av Klimaplanen framgår det at regjeringa vil se an erfaringene med det gjeldende omsetningskravet for luftfart på 0,5 prosent for deretter å vurdere en mulig opptrapping. En utvidelse av omsetningskravet for luftfart er derav ikke like klart skissert i Klimaplanen som de øvrige omsetningskravene. Regjeringa har imidlertid tidligere satt seg mål om 30 prosent innblanding av biodrivstoff i luftfarten innen 2030, og dette er også beskrevet i NTP 2018-2029, som ligger til grunn for regjeringas Klimaplan.		
Tiltak	AT2.2	Utfasing av (mineralolje og) gass til byggvarme på byggeplasser	Oppvarming
Virkemidler	Dette tiltaket er todelt og tiltakseffekten for utfasing av mineralolje (anleggsgjødning) omtales under annen mobil forburning, mens tiltakseffekten for utfasing av fossil gass (LPG) omtales her. Utfasing av bruk av gass til midlertidig byggvarme og byggtørk antas utløst av økt CO <sub>2</sub> -avgift.		

### Tiltakspakke 3, «Klimakur 2030»

For disse tiltakene har vi vurdert at tiltakene ikke er omfattet av regjeringas Klimaplan eller at virkemidlene i Klimaplan ikke er tilstrekkelig for å utløse tiltakene.

Tabell 13 oppsummerer de viktigste barrierene og mulige virkemidler per tiltak for tiltakspakke 3, med hovedfokus på virkemidler som kommunene råder over. Listen er basert på tiltaksutredninger fra Klimakur 2030. For utfyllende informasjon se de respektive tiltaksarkene i vedlegg I, og liste over kommunale virkemidler i Tabell A38 i kapittel 12 «Kommunenes rolle» i Klimakur 2030.

**Tabell 13:** Barrierer og virkemidler for tiltak i tiltakspakke 3.

Tiltakspakke	3 - Klimakur		
Tiltak	T3.1	Nullvekstmål for personbiltransporten (T01 i Klimakur)	Veitrafikk
Barrierer	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Behov for endret adferd</li> <li>• Tids- og ulempekostander knyttet til økt tidsbruk, økt behov for planlegging, usikkerhet rundt tidsbruk og ulemper ved frakt av for eksempel varer eller barn for gange/sykkel/kollektiv</li> <li>• Forskjeller i trygghet og komfort for bil versus gange/sykkel/kollektiv</li> <li>• Infrastrukturbarrierer</li> <li>• Reguleringer som reduserer framkommelighet for sykkel (enveiskjøring, sykkelrestriksjoner)</li> <li>• Kostander knyttet til investering og drift av kollektivtilbud</li> <li>• Kostnader knyttet til utbygging av infrastruktur for sykkel og gange</li> <li>• Manglende koordinering og samordning i areal- og transportplanlegging på tvers av forvaltningsnivåer og sektormyndigheter</li> <li>• Motstridende interesser og manglende samordning i areal- og transportplanlegging på tvers av kommunegrenser</li> <li>• Behov for langsiktig arbeid</li> </ul>		
Virkemidler	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Økt CO<sub>2</sub>-avgift (statlig)</li> <li>• Andre avgifter som gjør det mindre attraktivt å kjøpe og eie bil (statlig)</li> <li>• Tilskuddsordninger for klimavennlig areal- og transportplanlegging (Klimasats)</li> <li>• Tilskuddsordninger for utbygging av sykkelinfrastruktur (Statens Vegvesen)</li> <li>• Lokale tilskuddsordninger som fremmer sykling</li> <li>• Byvekstavtaler</li> <li>• Samordnet areal- og transportplanlegging innad og på tvers av kommunegrenser</li> <li>• Arealplanlegging som reduserer transportbehovet</li> </ul>		

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arealplanlegging som styrker framkommelighet, trygghet og tilgjengelighet for gange, sykkel og kollektivtrafikk</li> <li>• Investeringer i infrastruktur for sykkel, gange og kollektivtransport</li> <li>• Utvikle og forbedre kollektivtilbudet</li> <li>• Begrense parkeringsplasser og stille krav om sykkelparkering i arealplaner</li> <li>• Bompengerordninger, veiprisning</li> <li>• Økte parkeringsavgifter</li> <li>• Miljøfartgrenser</li> <li>• Økt bruk av lysregulering</li> <li>• Redusere reiser gjennom aktiv bruk av IKT-løsninger i egen drift</li> <li>• Tilrettelegge for hjemmekontor</li> <li>• Tilby prøvekjøring av elsykkel</li> <li>• Informasjon om helseeffekter ved sykkel og gange</li> </ul>	
Tiltak	T3.2 Forbedret logistikk for varebiltransport (T03 i Klimakur)	Veitrafikk
Barrierer	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Behov for endret adferd, nye samarbeidsmåter og ny teknologi (software/app)</li> <li>• Omstillingskostnader knyttet til tidsbruk (informasjonsinnhenting, planlegging, organisering med mer) i forbindelse med endring av adferd og etablering av nye samarbeidsmåter</li> <li>• Manglende samarbeid mellom leverandører</li> <li>• Manglende samarbeid mellom bestillere</li> <li>• Manglende/ikke god nok planlegging hos leverandørene</li> <li>• Manglende /ikke god nok planlegging hos bestillere</li> <li>• Manglende insentiver</li> </ul>	
Virkemidler	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kravstilling i offentlige anskaffelser (krav til håndverker- og servicetjenester, krav ved leveranser av varer til det offentlige)</li> <li>• Samarbeid om kravstilling på tvers av etater, kommuner, fylkeskommuner og stat</li> <li>• Lage bylogistikkplan i tett samarbeid med næringslivet</li> <li>• Tilrettelegge samlastingssentraler</li> </ul>	
Tiltak	T3.3 Forbedret logistikk og økt effektivisering av lastebiler (T04 i Klimakur)	Veitrafikk
Barrierer	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Logistikkoptimalisering: Behov for endret adferd, nye samarbeidsmåter og ny teknologi (software/app)</li> <li>• Logistikkoptimalisering: Omstillingskostnader knyttet til tidsbruk (informasjonsinnhenting, planlegging, organisering med mer) i forbindelse med endring av adferd og etablering av nye samarbeidsmåter</li> <li>• Logistikkoptimalisering: Manglende samarbeid mellom leverandører</li> <li>• Logistikkoptimalisering: Manglende samarbeid mellom bestillere</li> <li>• Logistikkoptimalisering: Manglende/ikke god nok planlegging hos leverandørene</li> <li>• Logistikkoptimalisering: Manglende /ikke god nok planlegging hos bestillere</li> <li>• Logistikkoptimalisering: Manglende insentiver</li> <li>• Overgang til tyngre og lengre vogntog: Begrenset hvilke veier som er godkjent for modulvogntog</li> </ul>	
Virkemidler	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kravstilling i offentlige anskaffelser (krav til massetransport i bygg og anlegg, krav ved leveranser av varer til det offentlige)</li> <li>• Samarbeid om kravstilling på tvers av etater, kommuner, fylkeskommuner og stat</li> <li>• Lage bylogistikkplan i tett samarbeid med næringslivet</li> <li>• Tilrettelegge samlastingssentraler</li> </ul>	
Tiltak	E3.1 CCS på avfallsforbrenning hos Returkraft (E01, E02, E03 i Klimakur)	Energiforsyning
Barrierer	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Behov for store investeringer i anlegg for karbonfangst, transport</li> <li>• Ingen åpenbar forretningsmodell for CCS-prosjekter, avhengig av langvarig statlig støtte eller stabilt høy karbonpris</li> <li>• Usikkerhet om framtidig politikk og framtidige virkemidler på området</li> <li>• Umoden teknologi og behov for teknologitvikling, spesielt for industriprosesser av den typen som er aktuelle for industrivirksomhetene i Kristiansand.</li> <li>• Markedsmessige utfordringer i CCS-kjeden</li> </ul>	
Virkemidler	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CO<sub>2</sub>-avgift for avfallsforbrenning</li> <li>• Økonomisk støtte til investering og drift (statlig, EU-midler)</li> <li>• Regulering (statlig)</li> <li>• FoU&amp;D-virkemidler</li> <li>• Regelverksendringer (internasjonalt)</li> </ul>	

Tiltak	AT3.1	70 % av nye ikke-veigående maskiner utslippsfrie innen 2030 (AT02 i Klimakur)	Annen mobil forbrenning
Barrierer		<ul style="list-style-type: none"> <li>Høyere innkjøpskostnad for utslippsfrie anleggsmaskiner</li> <li>Mangel på elektrisk infrastruktur og kostnader ved etablering av ladeinfrastruktur med tilstrekkelig effekt</li> <li>Begrenset tilgang på modeller, få forhandlere og få servicepunkter</li> <li>Kontraktutforming i offentlige bygge- og anleggsprosjekter</li> <li>Manglende standardisering av kravstilling i offentlige bygge- og anleggsprosjekter</li> <li>Høyere tidsbruk for byggherre i anskaffelsesprosessen</li> <li>Behov for økt kompetanse og adferdsendring</li> <li>Manglende hjemmel for å stille klimakrav til private utbyggere i reguleringsplaner</li> </ul>	
Virkemidler		<ul style="list-style-type: none"> <li>Økt mineraloljeavgift og/eller økt CO2-avgift på anleggsdiesel (statlig)</li> <li>Kravstilling i offentlige anskaffelser (bygg og anlegg, drift og vedlikehold)</li> <li>Samarbeid om kravstilling på tvers av etater, kommuner, fylkeskommuner, stat</li> <li>Utslippsfrie maskiner i kommunens egen virksomhet</li> <li>Tilrettelegging for og initiering av pilotprosjekter</li> <li>Økonomisk støtte til pilotprosjekter (Enova, Klimasats)</li> <li>Økonomisk støtte til merkostnad ved innkjøp av utslippsfrie maskiner (Enova, Klimasats)</li> <li>Økonomisk støtte til konseptutredning for lade-/energiløsninger (Enova)</li> <li>Økonomisk støtte til kompetanseheving for utforming av krav, kriterier og kontrakter (Klimasats)</li> <li>Lokal markedsdialog</li> <li>Informasjon- og erfaringsdeling fra pågående prosjekter</li> <li>Ordninger for utlån og utleie av utslippsfrie maskiner</li> <li>Krav om utslippsfri anleggsdrift som del av reguleringsplan (uklar hjemmel pt.)</li> <li>Påvirkningsarbeid og frivillig avtale med private utbyggere om utslippskutt fra bygge- og anleggsvirksomhet</li> </ul>	
Tiltak	S3.1	Forsert innføring av landstrøm utenfor Vestre Kvadraturen (S04 i Klimakur)	Sjøfart
Barrierer		<ul style="list-style-type: none"> <li>Kostnad for landstrømtilpasning om bord</li> <li>Kostnad for utbygging av landstrømanlegg i havn og for eventuell oppgradering av nettet</li> </ul>	
Virkemidler		<ul style="list-style-type: none"> <li>Økonomisk støtte til landstrømtilpasning om bord og til utbygging av landstrømanlegg (NOX-fondet, Enova)</li> <li>Tillate utkoblbar tariff ved landstrømsinstallasjoner (statlig)</li> <li>Vedta videre utbygging av infrastruktur på egne kaier</li> <li>Lokale tilskuddsordninger for utbygging av infrastruktur på industrikaiene</li> <li>Krav til nullutslipp eller utslippskrav ved anløp i havn</li> <li>Måltrettet bruk av havneavgifter</li> </ul>	
Tiltak	S3.2	Hybridisering av Hirtshals-fergene	Sjøfart
Barrierer		<ul style="list-style-type: none"> <li>Merkostnad til batterier, kraftelektronikk og ladesystemer om bord</li> <li>Kostnad for utbygging av ladeinfrastruktur i havn og for eventuell oppgradering av nettet</li> <li>Potensielt behov for utbygging av ladeinfrastruktur i Hirtshals, og høyere strømpriser i Danmark enn i Norge.</li> <li>Overenskomst om bruk av batteridrift ved inn-/utseiling i Kristiansand vs. i Hirtshals, hvis batterikapasitet og ladetid mellom ankomst og avgang ikke tillater begge deler på én lading.</li> </ul>	
Virkemidler		<ul style="list-style-type: none"> <li>Økt CO2-avgift fra marint drivstoff (statlig)</li> <li>Fjerne refusjonsordningen på mineralske produkter som brukes til gods- og passasjertransport i innenriks farvann (statlig)</li> <li>Økonomisk støtte (NOX-fondet, Enova)</li> <li>Krav til nullutslipp eller utslippskrav ved anløp i havn</li> <li>Måltrettet bruk av havneavgifter</li> <li>Dialog med havnemyndigheter, nettleverandør og/eller andre myndigheter knyttet til strømforsyning i Danmark. Mulige avtaler om kostnadsdeling og tilpassede tariffordninger for ladestrøm.</li> </ul>	
Tiltak	O3.1	Erstatte gassbruk til permanent oppvarming av bygg (O02 i Klimakur)	Oppvarming
Barrierer		<ul style="list-style-type: none"> <li>Merkostnad ved bytte fra fossil gass til fossilfrie løsninger, både investeringskostnad og driftskostnader</li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Teknologiske begrensninger for hvilke alternative løsninger som er tilgjengelig i ulike deler av landet (e.g. fjernvarme, biogass)</li> <li>Teknologiske begrensninger for hvilke alternative løsninger som er mulig å benytte på grunn av høye effektkrav i enkelte segmenter (e.g. driftsbygninger i landbruket)</li> </ul>
Virkemidler	<ul style="list-style-type: none"> <li>Økt CO<sub>2</sub>-avgift (statlig)</li> <li>Subsidier (statlige)</li> <li>Reguleringer (statlige, e.g. omsetningkrav for biogass, forbud mot fossil gass)</li> <li>Utfasing av fossil gass til permanent oppvarming i kommunens egne bygg</li> <li>Krav om tilknytningsplikt til fjernvarme</li> <li>Tilskuddsordninger for omlegging fra fossil gass til andre energiløsninger</li> <li>Supplerende aktivitet: Økt kunnskap gjennom kartlegging av gassbruk i kommunen</li> </ul>
Tiltak	O3.2 Forsert utskifting av vedovner (O03 i Klimakur) Oppvarming
Barrierer	<ul style="list-style-type: none"> <li>Manglende bruk av kommunens hjemmel til å regulere utslipp fra vedfyring</li> <li>Behov for endret adferd</li> <li>Kostnad for husholdningene for bytte til ny vedovn eller ny varmekilde (elvarme/ varmepumpe)</li> <li>Mangel på informasjon om effekt av vedfyring på klima og luftkvalitet</li> <li>Mangel på informasjon om potensielle besparelser ved bytte av varmekilde til elvarme/ varmepumpe</li> </ul>
Virkemidler	<ul style="list-style-type: none"> <li>Forbud mot vedfyring på forurensende dager / regulering av utslipp gjennom lokal forskrift eller enkeltvedtak, med hjemmel i kapittel 7 i Forurensingsloven</li> <li>Pante- og tilskuddsordninger for utskifting av gamle vedovner til nye rentbrennende ovner</li> <li>Merkeordninger for vedovner som viser hvilken standard ulike produkter holder</li> <li>Informasjon om energikostnad for ulike oppvarmingsalternativer</li> <li>Informasjon om helsekostnad for samfunnet ved vedfyring (e.g. i samarbeid med feiertjenesten)</li> <li>Tilrettelegging fra statlig hold slik at virkemidler lettere kan tas i bruk i kommunene og husholdninger</li> <li>Krav fra forsikringselskap / økt forsikringspremie for eldre vedovner knyttet til brannrisiko</li> </ul>

#### Tiltakspakke 4, «Radikale tiltak»

I den fjerde og siste tiltakspakken inngår relativt inngripende tiltak som kan sikre tilstrekkelig nedgang i de sektorene som har størst gjenværende utslipp i 2030, etter at tiltakene i de andre tiltakspakkene er gjennomført. Dette inkluderer tiltak som kan være svært politisk krevende og kostbare å gjennomføre, som eksplisitte påbud og forbud eller høye gebyrer rettet mot eksisterende bil-, skips- og utstyrspark. I mange tilfeller er det usikkert om kommunen i det hele tatt har hjemmel til å innføre påbud og forbud. Det er ikke foretatt noen utstrakt vurdering av dette, og en eventuell innføring av disse tiltakene vil kreve en nærmere utredning. For enkelte tiltak er man også avhengig av at private aktører spiller på lag, som for eksempel for sjøfart.

Tabell 14 oppsummerer de viktigste barrierene og virkemidlene for tiltakene i tiltakspakke 4.

**Tabell 14:** Barrierer og virkemidler for tiltak i tiltakspakke 4.

Tiltakspakke	4 - Radikale tiltak		
Tiltak	T4.1	Nullutslippssone for personbiler i hele Kristiansand	Veitrafikk
	T4.2	Nullutslippssone for varebiler i hele Kristiansand	
	T4.3	Nullutslippssone for tungtransport i hele Kristiansand	
	T4.4	Nullutslippssone for busser i hele Kristiansand	
Barrierer	<ul style="list-style-type: none"> <li>Uklart om det er hjemmel til å stille krav</li> <li>Politisk motstand blant velgere og i næringslivet</li> </ul>		
Mulige virkemidler	<ul style="list-style-type: none"> <li>Opprettelse av nullutslippssoner / forbud mot ulike fossile kjøretøy innenfor kommunegrensa</li> <li>Svært høye bompenger</li> <li>Parkeringsforbud</li> <li>Opprettelse av innfartsparkering for tilreisende med fossilbiler</li> <li>Oppstillingsplasser for utslippsfrie delebiler og leiebiler</li> </ul>		



		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Opprettelse av stasjoner for omlasting av varer til mindre, fossilfrie lastebiler og varebiler ved kommunegrensen</li> <li>• Støtteordninger</li> </ul>	
	I4.1	Overgang til biomasse ved REC Solar og Elkem Carbon	Industri
Barrierer		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Egnede biomassebaserte råstoffer er foreløpig ikke tilgjengelige. Prosessene og en produksjonskjede for råstoffet må ennå utvikles.</li> <li>• Potensielt høyere kostnader (uvisst)</li> </ul>	
Mulige virkemidler		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kommunal eller statlig FoU-støtte</li> <li>• Pågående dialog for å holdes orientert om status for utvikling av råstoffer og justerte prosesser</li> <li>• CO<sub>2</sub>-avgift</li> </ul>	
	I4.2	Karbonfangst ved store industrivirksomheter	Industri
Barrierer		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Høye kostnader</li> <li>• Lite erfaring og eksisterende prosjekter med karbonfangst på denne typen industrivirksomheter</li> <li>• Teknologiske begrensninger</li> </ul>	
Mulige virkemidler		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Økonomisk støtte</li> </ul>	
	AT4.1	Påbud om fossilfrie motorredskaper i Kristiansand	Annen mobil forbrenning
Barrierer		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uklart om det er hjemmel til å stille krav om fossilfrie motorredskaper</li> <li>• Uklart om det er hjemmel til å fase ut salg av fossil anleggsdiesel</li> <li>• Politisk motstand blant velgere og i næringslivet</li> </ul>	
Mulige virkemidler		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Påbud om alle dieseldrevne motorredskaper som brukes i Kristiansand må være utslippsfrie innen 2030, eller kun å bruke 100 % biodrivstoff</li> <li>• Restriksjoner på salg av avgiftsfri fossil diesel innenfor kommunegrensen.</li> </ul>	
	S4.1	Full landstrømsdekning og nullutslipp for alle nye/oppgraderte skip	Sjøfart
Barrierer		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kostnad for landstrømtilpasning om bord</li> <li>• Merkostnad til batterier, kraftelektronikk og ladesystemer om bord</li> <li>• Merkostnad til nye og så langt lite brukte framdriftsteknologier</li> <li>• Kostnad for utbygging av landstrømanlegg og ladeinfrastruktur i havn og for eventuell oppgradering av nettet</li> </ul>	
Mulige virkemidler		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Økonomisk støtte til landstrømtilpasning om bord og til utbygging av landstrømanlegg (NOX-fondet, Enova)</li> <li>• Lokale tilskuddsordninger for utbygging av infrastruktur på industri kaiene</li> <li>• Krav til nullutslipp eller utslippskrav ved anløp i havn</li> <li>• Måltrettet bruk av havneavgifter Fortsatt dialog med de involverte aktørene (rederier, industribedrifter), for å kartlegge behovene deres og for å påvirke dem til å velge lavutslippsløsninger når de skal bytte ut eller oppgradere skip</li> </ul>	
	LU4.1	Kun fylling av jetparafin med rent eller høy innblandingsgrad av biodrivstoff ved Kjevik	Luffart
Barrierer		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uklart om det er hjemmel til å stille krav om 100 % biojetdrivstoff i luffart</li> <li>• Per i dag er maksimalt 50 % innblanding av biojetdrivstoff sertifisert til luffart</li> <li>• Uklart om det er hjemmel til å fase ut salg av fossilt drivstoff på Kjevik</li> <li>• Politisk motstand blant velgere og i næringslivet</li> </ul>	
Mulige virkemidler		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Påbud om bruk av 100 % biojetdrivstoff</li> <li>• Restriksjoner på salg av fossil jetdrivstoff på Kjevik</li> </ul>	

## 5 Anbefalinger om bruk og tolkning

Referansebaner og tiltakspakker er ikke prognoser for hvordan klimagassutslippene faktisk kommer til å utvikle seg. De er anslag for hvordan klimagassutslippene ville utvikle seg i en tenkt situasjon hvor bestemte tiltak gjennomføres eller ikke gjennomføres, og hvor ellers alle antakelser og forenklinger gjort i beregningene faktisk holder. I praksis gjør de naturligvis aldri det, og i mange tilfeller, inkludert referansebanen her, vil man regne med at antakelsen nettopp ikke kommer til å inntreffe. Det er verken sannsynlig eller ønskelig at nasjonal eller kommunal klimapolitikk fryses på 2020-nivå.

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

Man bør også unngå å sammenlikne referansebanen eller tiltakspakkene 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 som regel være vanskelig å konkludere noe om årsak og virkning.

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

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

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

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

utslippene relativt til antakelsene som lå i den opprinnelige referansebanen med utgangspunkt i 2015, holder det å oppdatere sentrale antakelser som befolkningsvekst og økonomisk vekst med jevne mellomrom, samt å ta inn eventuelle revisjoner av Miljødirektoratets statistikk for 2015 og senere år. I tillegg kan det være hensiktsmessig å endre antakelser som i etterkant har vist seg å være feil eller ta inn mer presise underlagsdata som kan ha blitt tilgjengelige.

Hvis man derimot ønsker å se effekten av et gitt sett med tiltak eller i hvilke sektorer det er mest behov for ytterligere tiltak etter hvert som nåsituasjonen forandrer seg, vil man måtte gå grundigere til verks og oppdatere alle tall og antakelser som ikke lenger stemmer med nåsituasjonen. Det vil også være hensiktsmessig å ta inn ny politikk som er vedtatt opp til det tidspunktet man gjør oppdateringen, snarere enn å ta utgangspunkt i en utdatert 2020-situasjon. Dette vil bety å gjøre en vesentlig del av modellutviklingsarbeidet på nytt, selv om det eksisterende modellmaskineriet og modellstrukturen samt data som ikke har endret seg naturligvis vil gjøre arbeidet en del mindre omfattende.

## 6 Resultater

### 6.1 Overordnede resultater

#### 6.1.1 Utvikling i referansebanen

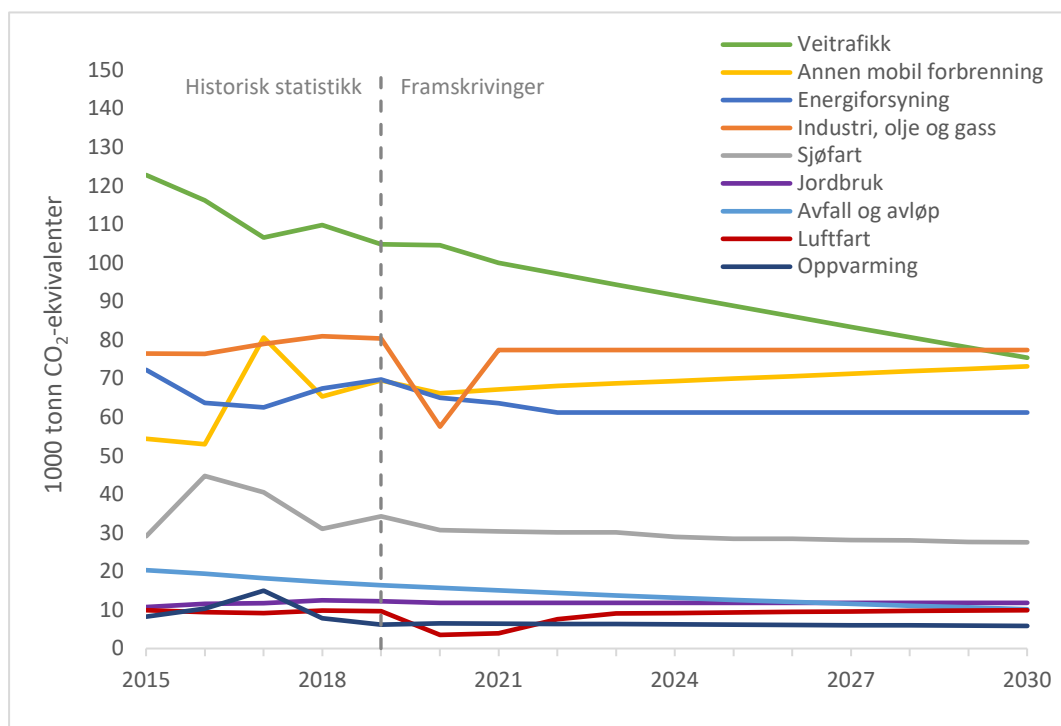
I referansebanen går utslippene ned med 13 prosent fra 2015 til 2030, selv uten tiltak utover dagens politikk. Nedgangen kommer i all hovedsak fra reduksjon av utslipp fra veitrafikk på grunn av økning i andelen elbiler for personbiler gjennom hele perioden og økt biodrivstoffandel fra 2015 til 2021, fra en moderat reduksjon i mengde forbrent avfall og metanutslipp fra avfallsdeponier, til dels motvirket av en moderat økning i utslipp fra dieseldrevne motorredskaper. Det er også mange små bidrag i andre sektorer, som økt bruk av landstrøm og økning av andelen LNG- og hybrid-/batteridrift i sjøfart, samt utfasing av oljefyring i tråd med nasjonalt forbud mot olje til permanent bygningsoppvarming. Utviklingen av utslippene for hver sektor i referansebanen er framstilt i figur 9, og samlet for alle sektorene i figur 10.

Selv om disse utslippsreduksjonene ligger i referansebanen, og selv om referansebanen i prinsippet følger fra nåværende politikk, er det viktig å huske på at referansebanen ikke skjer automatisk. Den krever at eksisterende politikk og tiltak følges opp, for eksempel at satsingen på landstrøm i Vestre Kvadraturen fortsetter, og at det fortsatt er tilstrekkelige insentiver til at veksten i elbilandel fortsetter. Som eksempel kan nevnes at trafikmodellene som framskrivningen for veitrafikk kommer fra, forutsetter bruk av bompenger, slik at utslippsreduksjonene i prinsippet kan bli mindre enn referansebanen antyder hvis ikke bompenger gjeninnføres.

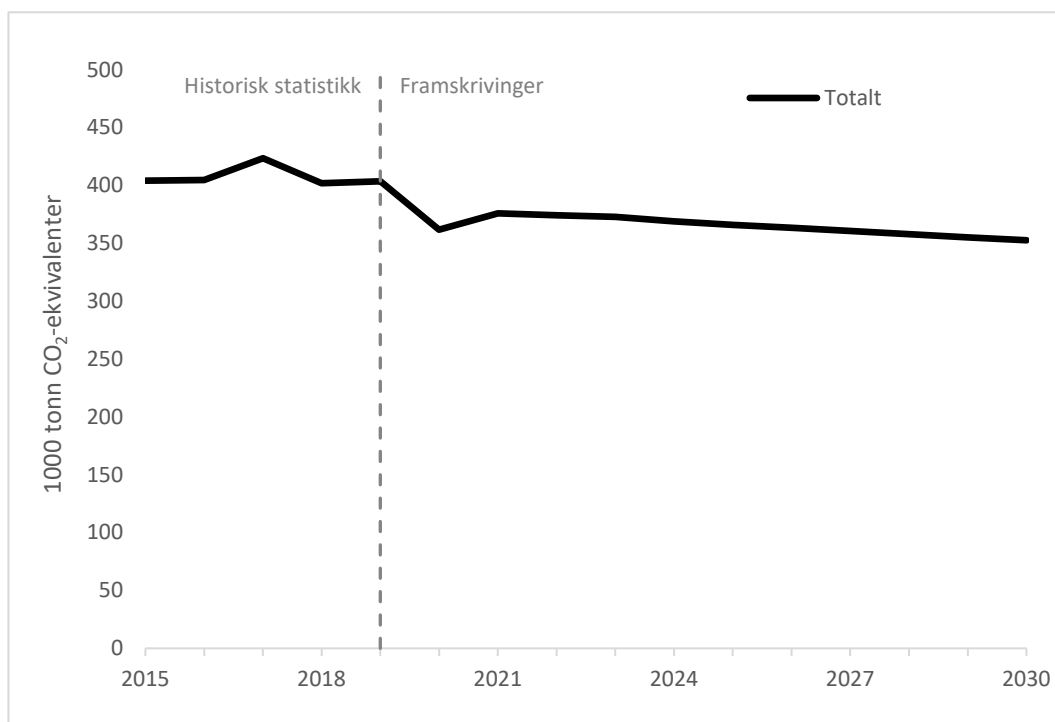
Det er også viktig at kommunepolitikere og administrasjon følger opp med økte tiltak hvis det viser seg at utviklingen ikke går like fort eller i samme retning som referansebanen tilsier. Hvis for eksempel strømpriser vokser nok til at det ikke blir økonomisk for rederiene å koble seg til landstrøm med dagens rammebetingelser, må politikerne og havna være klare til å følge opp med ekstra virkemidler, som økt differensiering av havneavgifter eller andre insentiver.

**Tabell 15:** Samlede klimagassutslipp i referansebanen og i hver tiltakspakke. Kolonnen «Prosent endring» oppgir endringen i forhold til 2015-utslipp for radene «2019, Statistikk» og «2030, Referansebane». For de andre radene angir den hvor mye hver tiltakspakke endrer utslippene i forhold til referansebanen i 2030, etter at både den gitte tiltakspakken og alle tiltakspakkene over den har blitt gjennomført. Siste rad («2030, Radikale tiltak») angir dermed samlet utslippsreduksjon gitt at *alle* tiltak i alle fire pakkene er blitt gjennomført.

År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense	Endring 2015-2030
<b>2015, Statistikk</b>	404 328				0 %
<b>2019, Statistikk</b>	403 544	0 %			0 %
<b>2030, Referansebane</b>	352 647	-13 %	260 447	470 399	-13 %
<b>2030, Elektrifisering</b>	347 377	-1 %	256 251	463 806	-14 %
<b>2030, Klimaplan</b>	312 038	-12 %	231 310	408 470	-23 %
<b>2030, Klimakur</b>	235 478	-33 %	172 388	296 787	-42 %
<b>2030, Radikale tiltak</b>	50 692	-86 %	46 928	57 618	-87 %

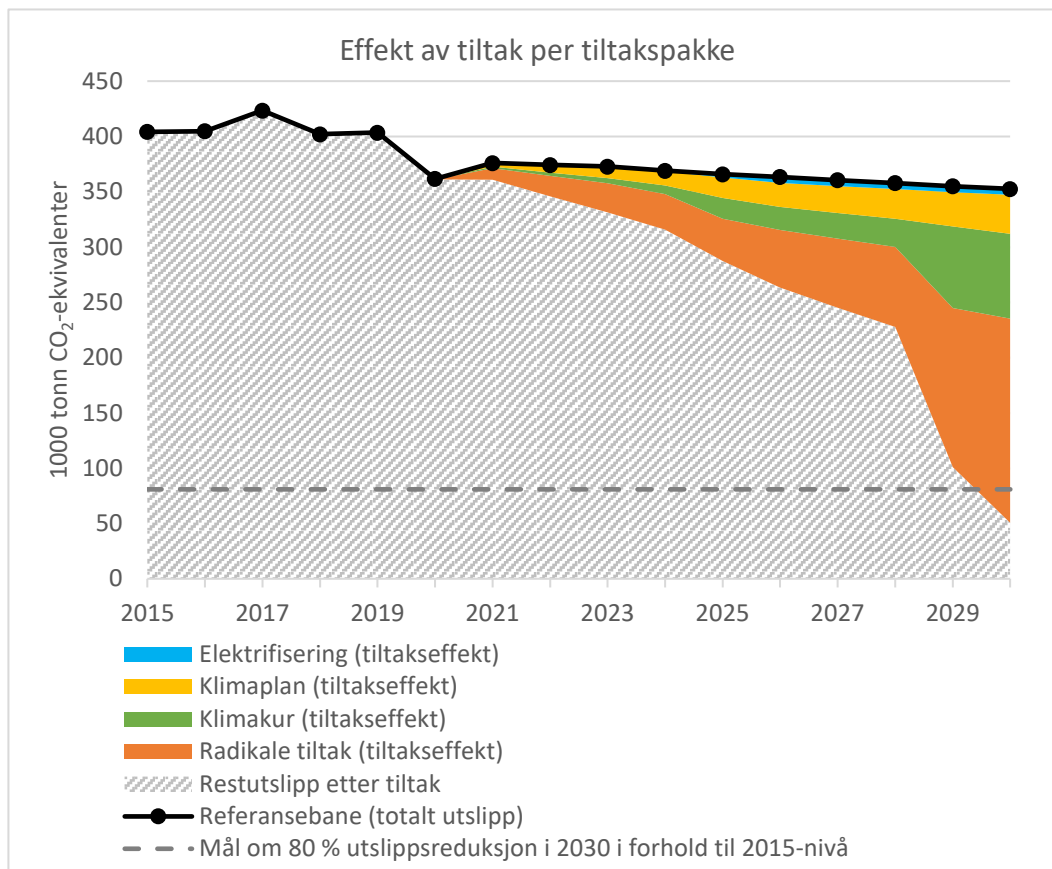


**Figur 9:** Klimagassutslipp fra hver sektor i Kristiansand, historisk i Miljødirektoratets statistikk, og framskrevet i referansebanen (middelverdien).



**Figur 10:** Totale klimagassutslipp i Kristiansand, for alle sektorer sett under ett, historisk i Miljødirektoratets statistikk, og framskrevet i referansebanen (middelverdien).

### 6.1.2 Effekt av tiltak i tiltakspakkene



Figur 11: Samlet effekt av tiltak i hvert av de fire tiltakspakkene

Vi anslår at tiltakene i de fire tiltakspakkene gir en utslippsreduksjon i 2030 på 86 prosent under referansebanen for 2030, som tilsvarer 87 prosent reduksjon i forhold til 2015-nivå. Tiltakene kan dermed overoppfylle målet om 80 prosent reduksjon, men dette forutsetter at de fleste av de utfordrende tiltakene i tiltakspakke 4 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. Uten ytterligere tiltak utover dem som er analysert her, vil det for eksempel ikke være mulig å oppnå 80 prosent kutt uten å innføre karbonfangst på avfallsforbrenning, nullutslippssone for tungtransport i hele Kristiansand, forbud mot fossile motorredskaper, og enten å erstatte fossile råstoffer med biomasse-baserte materialer eller innføre karbonfangst ved REC Solar og Elkem Carbon. I teorien kan man oppnå 80 prosent kutt uten å innføre nullutslippssone for de øvrige kjøretøytypene (personbiler, varebiler og busser), men det er kun fordi utslippene fra disse allerede antas å ha blitt redusert kraftig i referansebanen og av tiltak i tiltakspakke 1, 2 og 3. Hvis dette ikke viser seg å være tilfelle, vil nullutslippssone for alle kjøretøytyper i hele Kristiansand være påkrevd.

Rundt halvparten av utslippsreduksjonen fra tiltakene kommer fra tiltakspakke 4 med «radikale» tiltak, og stor grad av påbud og forbud eller tilsvarende sterke virkemidler. Å oppnå 80-prosentmålet vil dermed kreve stor grad av tilslutning og ikke rent lite politisk mot fra politikerne i kommunestyret. Videre inneholder alle tiltakspakkene unntatt pakke 1 tiltak som kommunen ikke har hjemmel eller ressurser til fullt ut å gjennomføre på egen hånd. Kristiansand vil dermed være avhengig av drahjelp og godt samarbeid med både stat og fylkeskommune, i tillegg til å ha en god dialog og skape forståelse for tiltakene blant private aktører. Selv om Kristiansand ikke fullt ut kan

gjennomføre tiltakene uten statlig hjelp, er det desto viktigere at Kristiansand tar initiativ overfor stat og private aktører, og gjør det som kan gjøres innenfor det kommunale handlingsrommet for å planlegge, koordinere og bidra til gjennomføringen av tiltak. Se kapittel 4 for mer om kommunens handlingsrom.

Som kan sees av figur 11, kommer mye av virkningen av tiltakene ikke før mot slutten av perioden, i 2028-2029. Dette skyldes at mange av de mest krevende tiltakene først får full effekt da. 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 til tiltakene må begynne snarest for at tiltakene skal få forventet effekt innen 2030.

Utslippskuttene fordeler seg på tiltakspakkene som følger:

#### Tiltakspakke 1, «Elektrifisering»

Tiltakspakke		1 - Elektrifisering
Nr.	Tiltaksnavn	Tiltakseffekt i 2030 (1000 tonn CO <sub>2</sub> -ekv.)
T1.1	Elektrifisering av bybussene	4,6
T1.2	Elektrifisering av taxiflåten	0,5
T1.3	Nullutslipp fra kommunale lette kjøretøy	0,2

Tiltak i tiltakspakke 1 «Elektrifisering» kommer fra THEMA Consultings rapportserie «Elektrifiseringspotensialet i Kristiansand». Tiltakene som er inkludert her, handler alle om elektrifisering av kjøretøy: AKTs busser, taxier, og kommunens egne lette kjøretøy. Effekten av tiltakene er svært begrenset, og gir bare 2 prosent reduksjon av utslippene i 2030 i forhold til referansebanen. Til gjengjeld er tiltakene relativt sett enkle å gjennomføre, ettersom de nødvendige avgjørelsene kan tas på lokalt nivå uten å kreve involvering av statlige myndigheter, og kommunen eller fylkeskommunen har bestemmelsesrett gjennom eierskap i AKT og hjemmel til å tildele taxiløyve, samt selvfølgelig makt til å bestemme hva slags kjøretøy de selv skal kjøpe inn.

Se nærmere omtale av tiltakspakken i kapittel 3.3, og av effekten i kapittel 6.2.2.

**Tiltakspakke 2, «Klimaplan for 2021-2030»**

Tiltakspakke		2 - Klimaplan
Nr.	Tiltaksnavn	Tiltakseffekt i 2030 (1000 tonn CO <sub>2</sub> -ekv.)
T2.1	100 % av nye personbiler er elektriske innen utgangen av 2025	1,9
T2.2	100 % av nye lette varebiler er nullutslipp innen utgangen av 2025	1,0
T2.3	100 % av nye tynger varebiler er nullutslipp innen utgangen av 2030	0,0
T2.4	50 % av nye lastebiler er nullutslipp i 2030	4,1
T2.5	Omsetningskrav for biodrivstoff i veitransport	4,2
E2.1	Økt utsortering av plastavfall og brukte tekstiler til materialgjenvinning	4,1
AT2.1	Omsetningskrav for biodiesel i anleggsgass fra 2022	11,5
AT2.2	Utfasing av mineralolje og gass til byggvarme på byggeplasser	3,2
J2.1	Bærekraftig kosthold	1,9
J2.2	Redusert matsvinn	0,5
J2.3	Bedre bruk og lagring av gjødsel	0,1
LU2.1	Krav om 30 % biodrivstoff i luftfart innen 2030	3,0

Denne tiltakspakken er basert på regjeringens klimaplan for 2021-2030. Selv om mesteparten av planen ble forkastet under stortingsbehandling våren 2021, er det grunn til å tro at en tilsvarende ambisiøs plan vil bli vedtatt senere, ettersom kritikken fra opposisjonen heller gikk på at planen og virkemidlene var for *lite* ambisiøse.

Vi anslår at de tiltakene vi har tatt med i tiltakspakken, sammen med tiltakene i pakke 1, ville gi ca 12 prosent reduksjon av utslippene i 2030 i forhold til referansebanen. Av dette kommer drøyt halvparten fra annen mobil forbrenning / dieseldrevne motorredskaper, og mesteparten av resten fra veitrafikk, med kun små bidrag fra tiltakene i jordbruk. Det overlegent største tiltaket er omsetningskrav for biodrivstoff i anleggsgass, som står for nesten halvparten av hele effekten i tiltakspakken. Resten av effekten kommer hovedsakelig fra krav til nullutslippsandel i nysalget av personbiler, varebiler og lastebiler, samt utfasing av mineralolje og gass til midlertidig byggvarme på byggeplasser, og økt krav om omsetning av biodrivstoff til veitransport.

Nesten alle disse tiltakene vil kreve vedtak og virkemidler på nasjonalt nivå. Kommunen kan likevel bidra til å utløse tiltakene, hovedsakelig gjennom å insentivere til innkjøp av nullutslippsalternativer for personbiler og lastebiler gjennom differensierte bompenger, parkeringsbestemmelser og andre insentiver, og til biodrivstoffomsetning for avgiftsfri diesel gjennom å stille krav om biodrivstoffbruk (hvis ikke nullutslipp) i prosjekter hvor kommunen er byggherre, og å bruke biodiesel til egne motorredskaper.



**Tiltakspakke 3, «Klimakur 2030»**

Tiltakspakke		3 - Klimakur 2030
Nr.	Tiltaksnavn	Tiltakseffekt i 2030 (1000 tonn CO <sub>2</sub> -ekv.)
T3.1	Nullvekstmål for personbiltransporten	1,1
T3.2	Forbedret logistikk for varebiltransport	0,5
T3.3	Forbedret logistikk og økt effektivisering av lastebiler	3,5
E3.1	CCS på avfallsforbrenning hos Returkraft	45,8
AT3.1	70 % av nye ikke-veigående maskiner utslippsfrie innen 2030	11,8
S3.1	Forsert innføring av landstrøm utenfor Vestre Kvadraturen	1,6
S3.2	Hybridisering av Hirtshals-fergene	10,2
O3.1	Erstatte gassbruk til permanent oppvarming av bygg	0,9
O3.2	Forsert utskifting av vedovner	1,4

Klimakur 2030 inneholder enkelte tiltak som ikke ble tatt med eller ikke ble tillagt noen virkemidler i Klimaplanen, men som kan bidra til å redusere utslipp i Kristiansand. Tiltakene vi har analysert gir 80 tusen tonn reduksjon utover tiltakspakke 1 og 2, hvorav nesten 50 tusen tonn kommer fra innføring av karbonfangst på avfallsforbrenning ved Returkraft (E3.1), mens mesteparten av resten kommer fra hybridisering av Hirtshals-fergene (S3.2) og krav om minst 70 prosent nullutslippsandel for nysalg av ikke-veigående maskiner (dieseldrevne motorredskaper).

Sammen med tiltakspakke 1 og 2 gir denne tiltakspakken 38 prosent reduksjon av utslippene i 2030 i forhold til referansebanen.

Tiltakene i denne pakken er en blanding av tiltak som kan gjennomføres på lokalt nivå og som krever statlig medvirkning. Nullvekst i personbiltransporten (T3.1) og forbedret logistikk for vare- og lastebiler (T3.2 og T3.3) kan sannsynligvis i stor grad oppnås med kommunale virkemidler, som bompenger, forbedringer i kollektivtransporten, informasjon til transport- og håndtverkerfirmaer og ulike typer insentiver. Ytterligere økt satsing på landstrøm (S3.1) ligger sannsynligvis også innenfor hva kommunen kan utløse i samarbeid med Kristiansand havn, og forsert utskifting av vedovner (O3.2) kan også utløses gjennom kommunale forskrifter. Derimot vil karbonfangst ved Returkraft (E3.1) kreve statlig støtte eller EU-støtte gitt det forventet høye kostnadsnivået. Forbud eller andre tiltak mot bruk av gass til permanent byggvarme (O3.1) og krav om nullutslipp for 70 % av nysalget av ikke-veigående maskiner (AT3.1) krever også vedtak på statlig nivå, mens hybridisering av Hirtshals-fergene (S3.2) sannsynligvis er avhengig av godvilje fra rederiene, og kanskje også statlig støtte. Kommunen kan likevel tilrettelegge både gjennom insentiver og å garantere utbygging av tilstrekkelig ladekapasitet, inkludert planlegging og tilrettelegging for nødvendig infrastruktur og arealbruk.

**Tiltakspakke 4, «Radikale tiltak»**

Tiltakspakke		4 - Radikale tiltak
Nr.	Tiltaksnavn	Tiltakseffekt i 2030 (1000 tonn CO <sub>2</sub> -ekv.)
T4.1	Nullutslippssone for personbiler i hele Kristiansand	16,2
T4.2	Nullutslippssone for varebiler i hele Kristiansand	7,0
T4.3	Nullutslippssone for tungtransport i hele Kristiansand	29,1
T4.4	Nullutslippssone for busser i hele Kristiansand	1,8
I4.1	Overgang til biomasse ved REC Solar og Elkem Carbon	60,6
I4.2	Karbonfangst ved store industrivirksomheter	14,3
AT4.1	Påbud om fossilfrie motorredskaper i Kristiansand	46,7
S4.1	Full landstrømsdekning og nullutslipp for alle nye/oppgraderte skip	5,7
LU4.1	Kun fylling av jetparafin med rent eller høy innblandingsgrad av biodrivstoff ved Kjevik	3,4

Mange av tiltakene i tiltakspakke 4 har større effekt enn de typiske tiltakene i andre pakker, men er også vesentlig mer utfordrende å gjennomføre. Den største effekten kommer fra påbud om fossilfrie motorredskaper i hele Kristiansand, med karbonfangst i industrien, nullutslippssone for tungtransport og nullutslippssone for personbiler på 2.-4. plass. Sammen med tiltakspakkene 1-3 bringer pakke 4 utslippene i 2030 helt ned på 83 prosent under referansebanen, eller 87 prosent under 2015-nivå.

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. Det samme gjelder krav om biodrivstoff på Kjevik. CCS hos industribedriftene vil nesten sikkert kreve finansiering på statlig eller EU-nivå, med mindre industrien pålegges en svært høy, ukompensert CO<sub>2</sub>-avgift. Nullutslipp for nye/oppgraderte skip kan kommunen komme et stykke på vei mot gjennom insentiver i havna og dialog med rederiene, men kan ikke tvinge gjennom et slikt tiltak på egen hånd.

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.

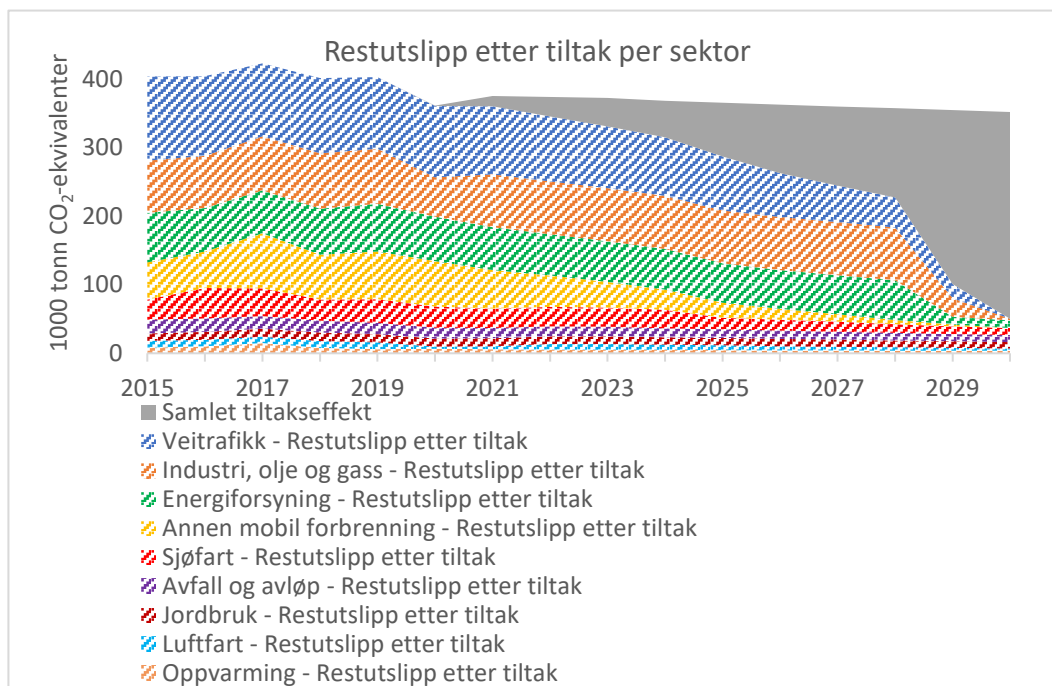
**6.1.3 Restutslipp etter tiltak**

Selv etter at alle analyserte tiltak er gjennomført, anslås det at det vil gjenstå ca. 50 tusen tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter i 2030, ca. 13 prosent av 2015-utslippene eller 14 prosent av utslippene i referansebanen for 2030. Disse er utslipp som er vanskelig å fjerne. De største bidragene kommer fra CH<sub>4</sub>- og N<sub>2</sub>O-utslipp i jordbruk og fra avfall og avløp som det ikke finnes noen god løsning for å redusere i særlig grad, samt restutslipp av CO<sub>2</sub> etter karbonfangst i avfallsforbrenning og i industrien. Det er også små bidrag fra luftfart, og fra vedfyring under oppvarming.

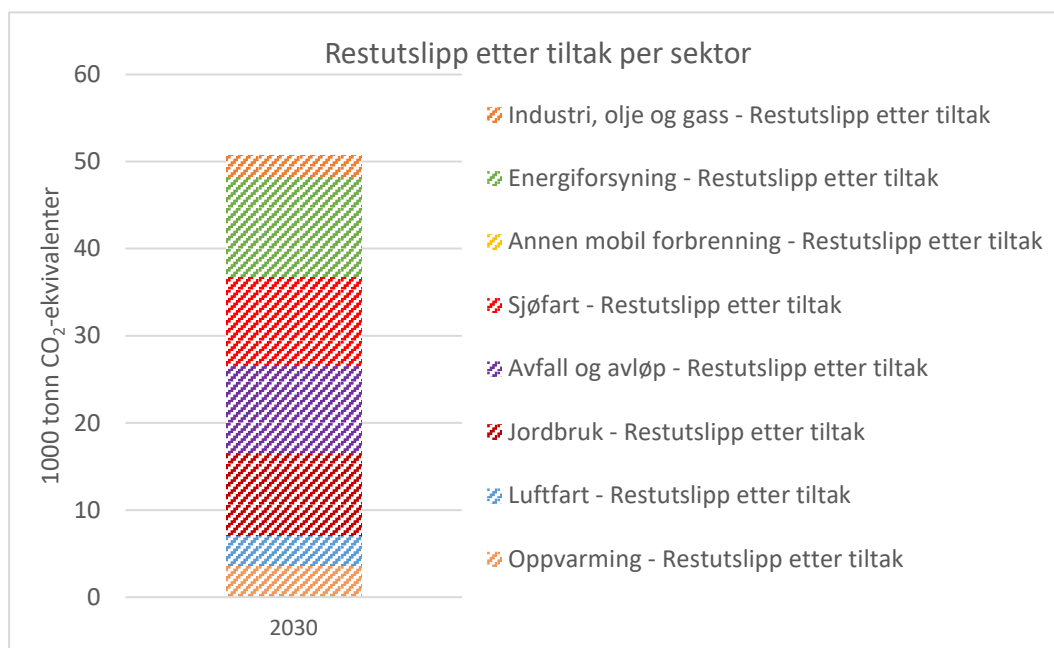
«Restutslipp» omfatter her alle utslipp av CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O og fossilt CO<sub>2</sub>. De angir altså hvor langt Kristiansand er fra å være «utslippsfritt» i 2030 i henhold til Miljødirektoratets klimagassregnskap, etter at alle tiltak er gjennomført. Mye av de gjenstående utslippene er CH<sub>4</sub> og N<sub>2</sub>O fra ikke-fossile kilder som er vanskelig å eliminere, eller fra biodrivstoff og bioenergi som erstatter fossile

brensler. Gjenstående fossile CO<sub>2</sub>-utslipp utgjør bare halvparten av restutslippene (25 tusen tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter), og Kristiansand er dermed enda nærmere å være «fossilfritt» enn fullstendig «utslippsfritt». De gjenværende fossile CO<sub>2</sub>-utslippene kommer fra gjennomseiling (skip som ikke anløper havna) samt en liten andel gamle skip som fortsatt anløper havna, ankomende fly på Kjevik som ikke bruker biodrivstoff eller nullutslippsløsninger, og den andelen av CO<sub>2</sub> fra avfallsforbrenning og industriprosesser som ikke fanges opp av karbonfangst.

Se figur 12 og figur 13 for en oversikt over restutslipp per år og per sektor i 2030, etter at alle tiltak er gjennomført.



**Figur 12:** Restutslipp per år etter at alle analyserte tiltak er innført.



**Figur 13:** Restutslipp i 2030 etter at alle tiltak er gjennomført. Restutslippene i hver sektor kommer hovedsakelig fra følgende kilder: **Industri, olje og gass, samt Energiforsyning:** Andelen CO<sub>2</sub> som ikke fanges ved karbonfangst på avfallsforbrenning og fra produksjonen ved Glencore Nikkelverk. **Sjøfart:** Gjennomseiling, samt små utslipp fra gjenværende diesel- eller LNG-drevne fartøy som ikke byttes ut. **Avfall og avløp:** Ingen tiltak, utslipp er lik referansebanen (kun biogene utslipp). **Jordbruk:** Restutslipp fra alle utslippskilder. Tiltakene her kan ikke eliminere noen av utslippene, bare redusere dem moderat. **Luftfart:** Gjenværende utslipp fra ankomst som ikke omfattes av tiltakene. **Oppvarming:** Vedfyring, og kategorien «Annet», som ikke omfattes av noen tiltak. I tillegg til kildene nevnt over, er det små restutslipp av CH<sub>4</sub> og N<sub>2</sub>O fra ikke-fossile kilder.

## 6.2 Veitrafikk

### 6.2.1 Samlet utvikling i referansebanen for veitrafikk

Veitrafikk er den største utslippssektoren i Kristiansand, selv om den ikke dominerer like mye som den gjør i mange andre store bykommuner. Den er også den sektoren hvor utslippene forventes å gå mest ned i referansebanen fram mot 2030 (se Tabell 16 og Figur 14). Utslippene i referansebanen går ned med 39 prosent fra 2015 til 2030, noe som tilsvarer mer enn 47 tusen tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter.

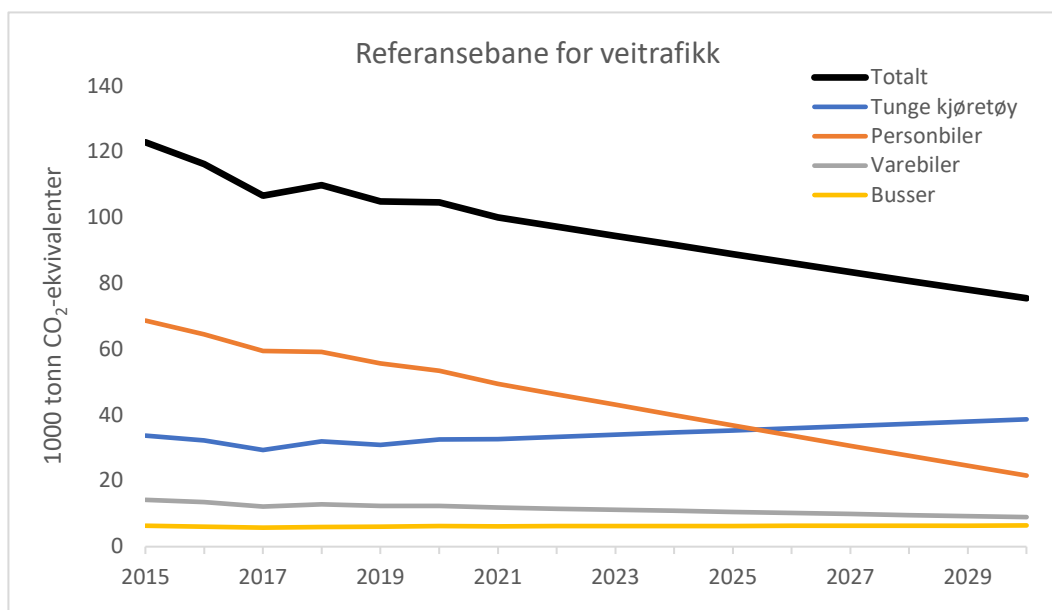
Utslippsreduksjonen fra 2020 kommer nesten i sin helhet fra elektrifisering av personbiler, kombinert med svak vekst i personbiltrafikken, i tråd med forventet befolkningsvekst. Tunge kjøretøy trekker derimot i motsatt retning, med en vesentlig økning i utslipp på grunn av økt transportvolum og svært liten overgang til nullutslippskjøretøy innen 2030.

Fram til utgangen av 2020 har et økende nasjonalt omsetningskrav for biodrivstoff vært den største årsaken til nedgangen i utslippene fra veitrafikk. Men i referansebanen antas det ikke videre økninger i omsetningskravet ut over det gjeldende kravet på 24,5 prosent fra 1.1.2021 (inkludert dobbelttelling av avansert biodrivstoff). Elektrifisering og andre nullutslippsløsninger er derfor den avgjørende faktoren for reduksjonen fra 2021 til 2030.

Trendene for både trafikkvolum og innføring av nullutslippsløsninger i referansebanen er usikre. Usikkerhetsintervallet for referansebanen strekker seg fra en nesten dobbelt så stor utslippsreduksjon som for middelerdien i 2030, til en svak *økning* av utslippene i den øvre grensen.

**Tabell 16:** Utslipp i sektoren Veitrafikk. Prosentvis endring i statistikk for 2019 og referansebanen for 2030 er angitt i forhold til utslipp i 2015. Endringer i tiltakspakkene er angitt i forhold til referansebanen i 2030.

Sektor	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Veitrafikk	2015, Statistikk	122 801			
	2019, Statistikk	104 840	-15 %		
	2030, Referansebane	75 401	-39 %	50 654	109 814
	2030, Elektrifisering	70 132	-7 %	46 458	103 221
	2030, Klimaplan	59 099	-22 %	40 368	78 933
	2030, Klimakur	54 067	-28 %	37 696	70 825
	2030, Radikale tiltak	0	-100 %	0	0



Figur 14: Utslipp i sektoren Veitrafikk i referansebanen

## 6.2.2 Samlet effekt av tiltak for veitrafikk

### Elektrifisering

Tiltakene i tiltakspakke 1, «Elektrifisering», gir 7 prosent reduksjon i forhold til referansebanen i 2030 (se Tabell 16 og Figur 15), hovedsakelig fra elektrifisering av AKTs busser. Effekten av denne tiltakspakken er beskjeden, men til gjengjeld er den relativt enkel å gjennomføre med virkemidler på lokalt nivå, ettersom kommunen og/eller fylkeskommunen kan sørge for at tiltakene gjennomføres gjennom eierskap i AKT, mulighet til å stille betingelser for drosjeløyver, og gjennom egne innkjøp av nullutslippskjøretøy.

### Klimaplan for 2021-2030

Med tiltakspakken i regjeringens Klimaplan for 2021-2030 i tillegg til tiltakspakke 1 anslår vi at veitrafikkutslippene reduseres ned til 22 prosent under referansebanen i 2030. De viktigste bidragene kommer fra å kreve at 50 prosent av nysalget av tunge kjøretøy er nullutslipp i 2030 (T2.4), og at omsatt volum av biodrivstoff skal opprettholdes på minimum samme nivå som i 2021, og ikke gå nedover i takt med økende andel nullutslippsbiler (T2.5).

Effekten av denne pakken er noe større enn pakke 1, men vil kreve nasjonale virkemidler for å gjennomføres i sin helhet. Virkemidler er omtalt i Stortingsmelding 13 (Klimaplan for 2021-2030), men ble i stor grad kritisert for å være utilstrekkelige i Stortingets behandling. 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. Konstruktiv dialog med nasjonale myndigheter og stortingsrepresentanter vil også kunne bidra.

### Klimakur 2030

Øvrige tiltak fra Klimakur 2030 kan bidra til en beskjeden ytterligere reduksjon i utslippene. Hovedbidraget her kommer fra effektivisering og forbedring av logistikk for lastebiltransport (T3.3), på grunn av det store utslippet fra tunge kjøretøy. Nullvekstmål for personbiltrafikken (T3.1) bidrar relativt lite, ettersom veksten i personbiltrafikken allerede er beskjeden i referansebanen, og

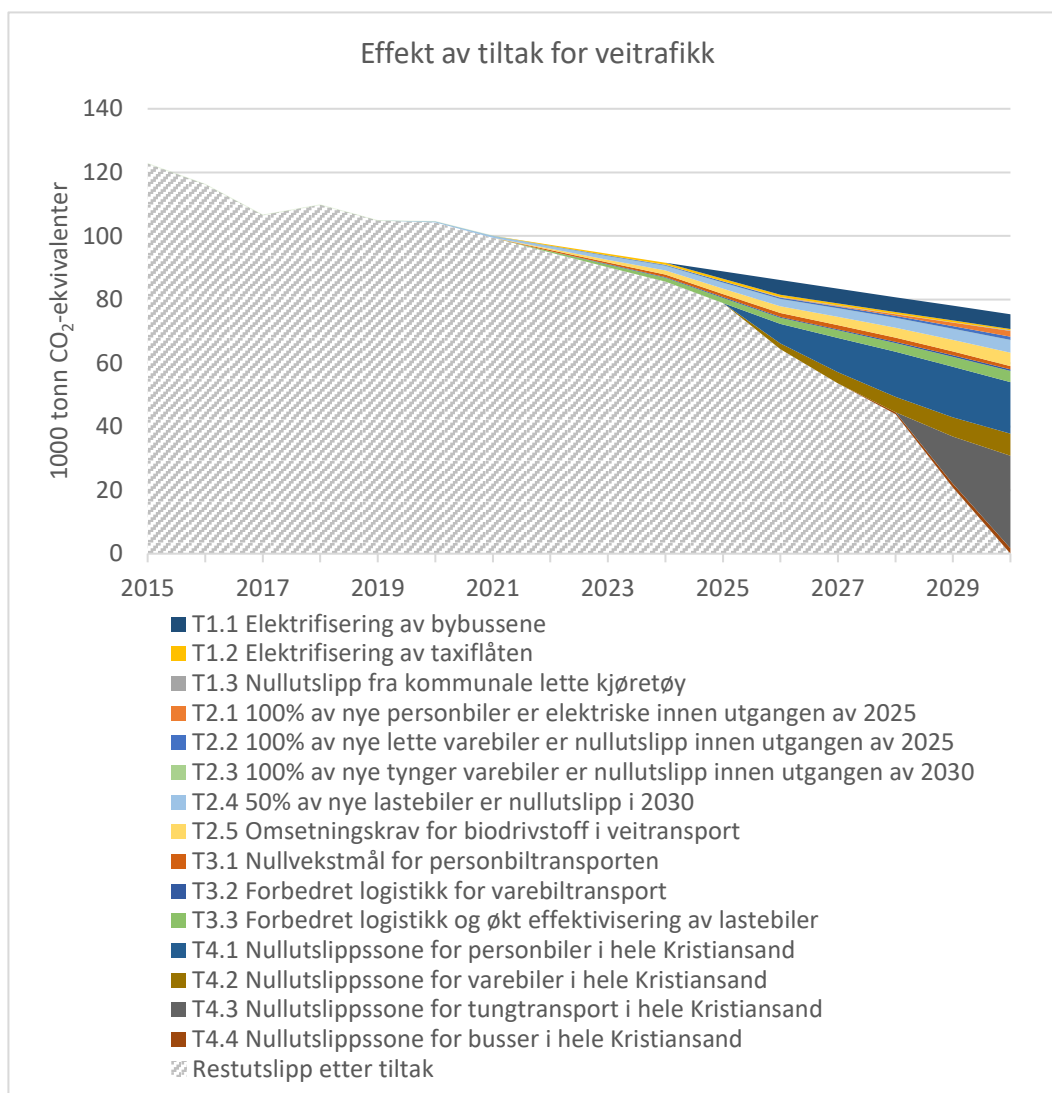
veksten i utslipp fra trafikkveksten motvirkes av solid vekst i elektrifiseringsgraden for personbiler både i referansebanen og som følge av krav om nullutslipp for alle personbiler kjøpt etter 2025 (tiltak T2.1). Tiltakene i denne pakken kan i stor grad utløses av kommunale virkemidler som bompenger og andre virkemidler som typisk er del av byvekstavtaler (for nullvekst i personbiltrafikken), og både bompenger og tilrettelegging for mer effektiv logistikk for lastebiler og varebiler.

### **Radikale tiltak**

Etter de foregående tiltakspakkene går utslippene for veitrafikk ned med bare 28 prosent i forhold til referansebanen i 2030, men med 66 prosent i forhold til 2015. I tiltakspakke 4 kan de resterende utslippene i prinsippet elimineres nesten helt, men dette krever ganske inngripende tiltak i form av å etablere en nullutslippssone for hele Kristiansand (tiltak T4.1-T4.4), for alle typer biler innen 2030. 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 lav, og effekten av tiltakene i de andre tiltakspakkene også er begrenset.

Dette tiltaket kan ligge innenfor hva kommunen kan vedta innenfor begrensede områder i Kristiansand by, men kommunen har neppe hjemmel til å gjennomføre noe slikt i hele Kristiansand 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 Kristiansand.

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 2015-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 nesten 87 prosent i forhold til 2015-nivå, så enkelte tiltak kan utelates eller gjennomføres med lavere ambisjonsnivå, men ikke mange.



**Figur 15:** Utslippsreduksjoner fra tiltak i sektoren Veitrafikk

### 6.2.3 Personbiler

#### Utvikling i referansebanen for personbiler

Utslippene fra personbiler reduseres med hele 69 prosent i referansebanen i forhold til 2015 (se Tabell 17). Drøyt to tredjedeler av reduksjonen skyldes en betydelig økning i andelen elbiler, mens resten hovedsakelig skyldes økning i biodrivstoffomsetning mellom 2015 og 2021.

Personbiltrafikken vokser beskjedent i løpet av perioden, og dette bidrar også til å gjøre en så stor utslippsreduksjon mulig. Gjennomsnittlig antall kilometer kjøring med personbil per innbygger ligger tilnærmet konstant, og personbiltrafikken øker derfor hovedsakelig som følge av bare befolkningsvekst.

#### Effekt av tiltak for personbiler

På grunn av den store økningen i elbilandel i referansebanen, har de fleste tiltakene i tiltakspakke 1-3 forholdsvis liten effekt. Det eneste tiltaket som gir en markant reduksjon utover referansebanen er nullutslippssone eller forbud mot fossil personbiler innenfor Kristiansand (tiltak T4.1 i pakke 4).



Samtidig er det viktig å huske på at det ikke er sikkert at utslippene vil gå ned like fort som i referansebanen. Det vil kreve at incentiver for å velge nullutslippsbiler opprettholdes. Trafikkmodelleringen som ligger til grunn for referansebanen, antar også at bompenger gjeninnføres på omtrent samme nivå som før. Eventuelle tilbakeskritt på disse områdene kan gjøre at utslippsreduksjonen går langsommere.

Tabell 17: Utslipp fra utslippskilden Personbiler

Utslippskilde	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Personbiler	2015, Statistikk	68 651			
	2019, Statistikk	55 628	-19 %		
	2030, Referansebane	21 526	-69 %	14 549	35 665
	2030, Elektrifisering	20 876	-3 %	14 095	34 663
	2030, Klimaplan	17 428	-19 %	12 067	21 956
	2030, Klimakur	16 216	-25 %	12 067	18 935
	2030, Radikale tiltak	0	-100 %	0	0

#### 6.2.4 Varebiler

##### Utvikling i referansebanen for varebiler

Utslippene fra varebiler reduseres med 38 prosent i referansebanen (se Tabell 18). Som for personbiler kommer dette hovedsakelig fra elektrifisering, og fra økt biodrivstoffandel før 2021. Kjøre lengden går svakt oppover i perioden og bidrar til å svekke utslippsreduksjonen noe.

##### Effekt av tiltak for varebiler

Relativt få tiltak har vesentlig effekt på utslippene fra varebiler. Krav om at alle nysolgte varebiler skal være nullutslipp (T2.2) i Klimaplanen er det eneste tiltaket som har vesentlig effekt, før forbud mot fossile varebiler i tiltakspakke 4 (T4.2).

Tabell 18: Utslipp fra utslippskilden Varebiler

Utslippskilde	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Varebiler	2015, Statistikk	14 222			
	2019, Statistikk	12 301	-14 %		
	2030, Referansebane	8 888	-38 %	6 067	13 319
	2030, Elektrifisering	8 888	0 %	6 067	13 319
	2030, Klimaplan	7 470	-16 %	5 303	9 896
	2030, Klimakur	6 992	-21 %	4 963	9 263
	2030, Radikale tiltak	0	-100 %	0	0

## 6.2.5 Tunge kjøretøy

### Utvikling i referansebanen for tunge kjøretøy

Utslippene fra tunge kjøretøy øker med 15 prosent i referansebanen (se Tabell 19). Dette kommer hovedsakelig fra en økning i kjørelengde, som bare motvirkes svakt av økende elektrifisering. I referansebanen er fortsatt bare 5 prosent av tunge kjøretøy nullutslippskjøretøy i 2030 (med et vesentlig usikkerhetsspenn fra 1 til 15 prosent i 2030).

### Effekt av tiltak for tunge kjøretøy

Krav om at 50 prosent av nysalget av tunge kjøretøy skal være nullutslipps innen 2030 er det viktigste tiltaket for tunge kjøretøy utenfor tiltakspakke 4, «takket» være at utslippene i referansebanen i utgangspunktet er høye og innslaget av nullutslippsbiler lavt. Men som for personbiler kommer det aller meste av effekten i pakke 4, tiltaket for nullutslippszone eller påbud om utslippsfrie tunge kjøretøy.

Tabell 19: Utslipp fra utslippskilden Tunge kjøretøy

Utslippskilde	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Tunge kjøretøy	2015, Statistikk	33 645			
	2019, Statistikk	30 889	-8 %		
	2030, Referansebane	38 617	15 %	24 877	53 120
	2030, Elektrifisering	38 617	0 %	24 877	53 120
	2030, Klimaplan	32 553	-16 %	21 759	44 991
	2030, Klimakur	29 063	-25 %	19 426	40 168
	2030, Radikale tiltak	0	-100 %	0	0

## 6.2.6 Busser

### Utvikling i referansebanen for busser

Utslippene fra busser øker med 1 prosent i referansebanen (se Tabell 20), på grunn av en beskjedne økning i busstrafikken, kombinert med en svak elektrifiseringsgrad på bare 3.3 prosent innen 2030.

### Effekt av tiltak for busser

Det foreligger ikke helt sikre tall for hvor stor del av busstrafikken i Kristiansand som kommer fra hvilke typer busser. Tall mottatt fra AKT og Multiconsult (på oppdrag fra AKT) tyder likevel på at AKTs busser stod for bortimot 75 prosent av utkjørt kjørelengde med buss i 2019. Det er derfor avgjørende å arbeide med AKT for å framskynde elektrifiseringsgraden. Busser er derfor også den eneste biltypen hvor tiltakspakke 1 står for en vesentlig del av utslippsreduksjonen.

Tabell 20: Utslipp fra utslippskilden Busser

Utslippskilde	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
<b>Busser</b>	<b>2015, Statistikk</b>	6 283			
	<b>2019, Statistikk</b>	6 022	-4 %		
	<b>2030, Referansebane</b>	6 371	1 %	5 161	7 709
	<b>2030, Elektrifisering</b>	1 750	-73 %	1 418	2 118
	<b>2030, Klimaplan</b>	1 649	-74 %	1 240	2 089
	<b>2030, Klimakur</b>	1 796	-72 %	1 240	2 459
	<b>2030, Radikale tiltak</b>	0	-100 %	0	0

## 6.3 Industri, olje og gass

### 6.3.1 Samlet utvikling i referansebanen for industri, olje og gass

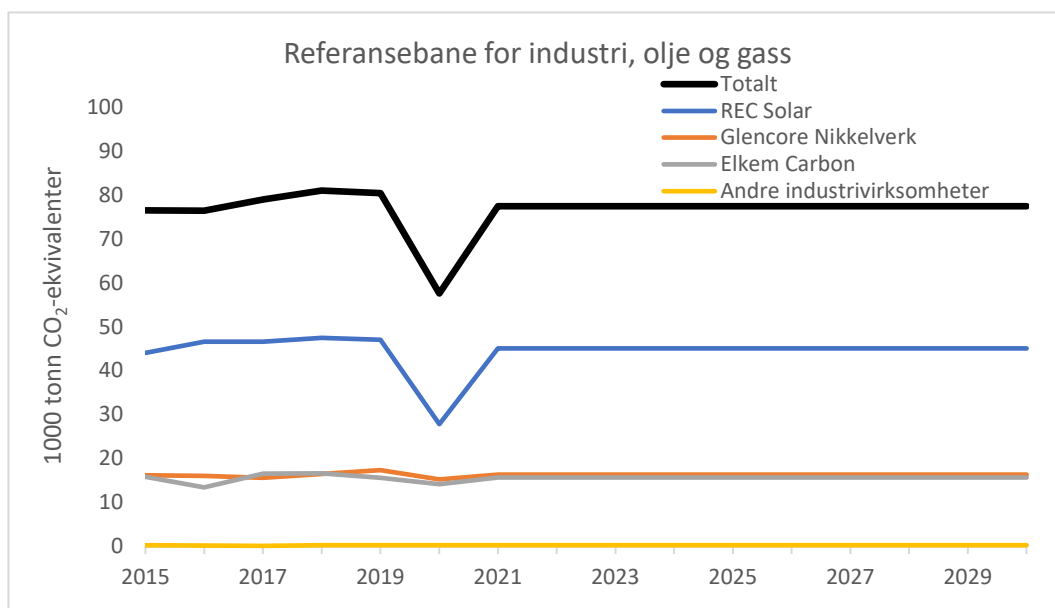
Sektoren Industri, olje og gass – spesifikt industri – var den nest største utslippssektoren i Kristiansand i 2019, kun overgått av Veitrafikk. Utslippene fra de tre største virksomhetene – REC Solar, Elkem Carbon og Glencore Nikkelverk – står for mer enn 99,5 prosent av utslippene i sektoren.

Utslippene fra de tre virksomhetene går noe opp og ned i takt med produksjonsvolumet, men har endret seg totalt sett lite fra 2015 til 2019. I løpet av 2020 har REC Solar startet en ny produksjonsprosess for silisium som benytter sagspon fra silisiumproduksjon ved andre fabrikker i stedet for å framstille nytt silisium. Dette krever langt mindre fjerning av oksygenatomer fra råstoffet (reduksjon), som krever bruk av karbon og produserer CO<sub>2</sub>, og er den største kilden til klimagassutslipp fra silisiumproduksjonen. I tillegg kan den nye prosessen bruke biobasert glykol slik at fossile CO<sub>2</sub>-utslipp elimineres. Bruk av den gamle prosessen og tilhørende bruk av fossilt karbon fortsetter imidlertid i parallell med den nye prosessen, slik at klimagassutslippene for REC Solar i referansebanen fortsetter på omtrent konstant nivå.

Klimagassutslippene hos Elkem Carbon og Glencore Nikkelverk (hovedsakelig CO<sub>2</sub> og CH<sub>4</sub>) kommer ikke fra bruk av fossile brenslere til energiformål og er tett forbundet med selve produksjonsprosessene. Det er lite rom for å redusere utslippene gjennom effektivisering. I referansebanen forblir utslippene fra disse to virksomhetene konstante på et nivå tilsvarende gjennomsnittet for 2015-2019, slik at de samlede utslippene i sektoren endrer seg lite til 2030.

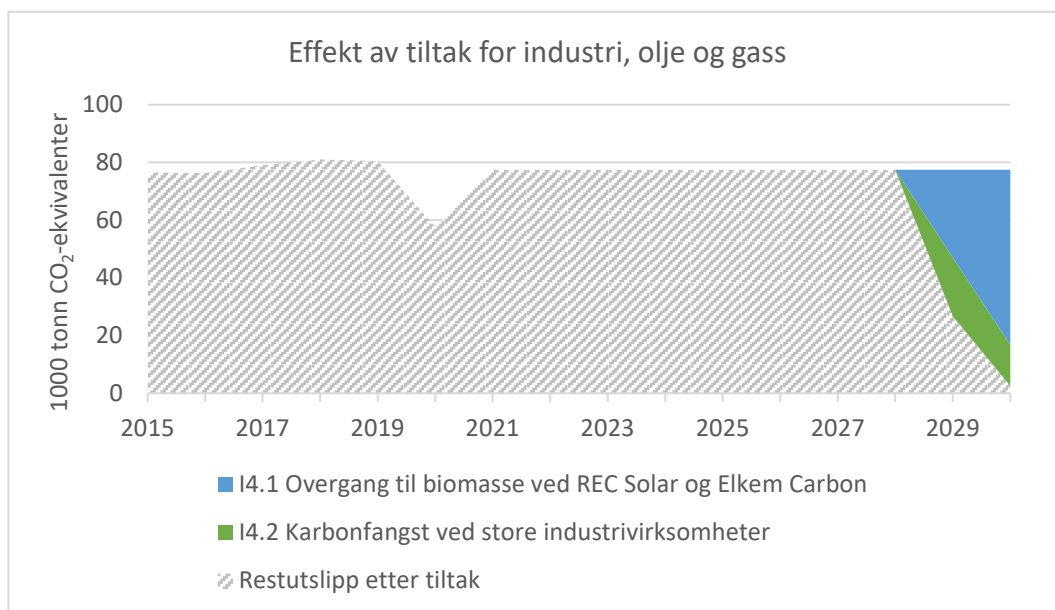
**Tabell 21:** Utslipp i sektoren Industri, olje og gass. Prosentvis endring i statistikk for 2019 og referansebanen for 2030 er angitt i forhold til utslipp i 2015. Endringer i tiltakspakkene er angitt i forhold til referansebanen i 2030.

Sektor	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
<b>Industri, olje og gass</b>	<b>2015, Statistikk</b>	76 472			
	<b>2019, Statistikk</b>	80 423	5 %		
	<b>2030, Referansebane</b>	77 432	1 %	53 013	94 443
	<b>2030, Elektrifisering</b>	77 432	0 %	53 013	94 443
	<b>2030, Klimaplan</b>	77 432	0 %	53 013	94 443
	<b>2030, Klimakur</b>	77 432	0 %	53 013	94 443
	<b>2030, Radikale tiltak</b>	2 547	-97 %	2 110	3 071



Figur 16: Utslipp i sektoren Industri, olje og gass i referansebanen

### 6.3.2 Samlet effekt av tiltak for industri, olje og gass



Figur 17: Utslipsreduksjoner fra tiltak i sektoren Industri, olje og gass

Som nevnt kommer utslippene fra industribedriftene nesten bare fra bruk av fossilt karbon og av karbonater til prosessformål, ikke fra bruk av fossile brensler til energiformål. De direkte utslippene kan derfor ikke reduseres nevneverdig gjennom energieffektivisering eller å erstatte fossil energi med fornybare alternativer.

De fossile CO<sub>2</sub>-utslippene ved REC Solar og Elkem Carbon kommer fra fossilt karbon som i teorien kan erstattes av karbon fra biomasse, som da ikke ville slippe ut fossilt CO<sub>2</sub>. Dette gjøres i tiltak I4.2, som reduserer CO<sub>2</sub>-utslippene fra REC Solar og Elkem Carbon til tilnærmet null. CO<sub>2</sub>-utslippene fra Glencore Nikkelverk kommer fra karbonater, og kan ikke erstattes av biomasse-basert

karbon. Her ser karbonfangst og -lagring ut til å være det eneste aktuelle alternativet innen 2030. Dette gjøres i tiltak I4.2, som reduserer CO<sub>2</sub>-utslippene fra Glencore med ca. 87 prosent, tilsvarende antatt fangstgrad for karbonfangstprosessen (samme som antatt for karbonfangst for avfallsforbrenning ved Returkraft). Det kan også bli aktuelt å bruke karbonfangst ved REC Solar og/eller Elkem Carbon, hvis det viser seg at biomasse-baserte råvarer som oppfyller kravene i prosessene deres ikke lar seg frambringe innen 2030.

REC Solar og Elkem vurderer mulighetene for å produsere de karbonholdige materialene de bruker fra biomasse, men det er foreløpig ikke klart hvordan dette skal gjøres eller hvilke endringer det eventuelt vil kreve i prosessene. I beregningene har vi latt dette tiltaket ha delvis effekt fra 2029 og full effekt fra 2030, men det foreligger ingen bekreftet tidslinje for dette tiltaket, eller bekreftelse på at det overhodet vil la seg gjennomføre.

Karbonfangst fra de aktuelle virksomhetene er heller ikke grundig utredet, og vil være et relativt kostbart tiltak. Det forutsettes at tiltaket koordineres med utbygging av karbonfangst for avfallsforbrenning hos Returkraft (tiltak E3.1), og at infrastrukturen for transport og lagring av CO<sub>2</sub> vil kunne deles i stor grad. På den måten kan kommunen bidra til å utløse tiltaket ved å være en pådriver for å innføre karbonfangst hos Returkraft og å sørge for koordinering mellom Returkraft og industribedriftene. Kommunen bør også bidra som pådriver for støtte fra statlig nivå eller fra EU, som sannsynligvis vil være nødvendig for å gjøre utbyggingen økonomisk gjennomførbar.

Tabell 22: Utslipp fra bidraget REC Solar

Bidrag	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
REC Solar	2015, Statistikk	44 094			
	2019, Statistikk	47 067	7 %		
	2030, Referansebane	45 107	2 %	27 712	54 167
	2030, Elektrifisering	45 107	0 %	27 712	54 167
	2030, Klimaplan	45 107	0 %	27 712	54 167
	2030, Klimakur	45 107	0 %	27 712	54 167
	2030, Radikale tiltak	107	-100 %	78	167

Tabell 23: Utslipp fra bidraget Elkem Carbon

Bidrag	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Elkem Carbon	2015, Statistikk	15 862			
	2019, Statistikk	15 654	-1 %		
	2030, Referansebane	15 685	-1 %	10 770	21 384
	2030, Elektrifisering	15 685	0 %	10 770	21 384
	2030, Klimaplan	15 685	0 %	10 770	21 384
	2030, Klimakur	15 685	0 %	10 770	21 384
	2030, Radikale tiltak	58	-100 %	40	100

Tabell 24: Utslipp fra bidraget Glencore Nikkelverk

Bidrag	År / scenario	Utslipp, middelerverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
<b>Glencore Nikkelverk</b>	<b>2015, Statistikk</b>	16 200			
	<b>2019, Statistikk</b>	17 400	7 %		
	<b>2030, Referansebane</b>	16 373	1 %	14 398	18 474
	<b>2030, Elektrifisering</b>	16 373	0 %	14 398	18 474
	<b>2030, Klimaplan</b>	16 373	0 %	14 398	18 474
	<b>2030, Klimakur</b>	16 373	0 %	14 398	18 474
	<b>2030, Radikale tiltak</b>	2 115	-87 %	1 860	2 387

Tabell 25: Utslipp fra bidraget Andre industrivirksomheter

Bidrag	År / scenario	Utslipp, middelerverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
<b>Andre industrivirksomheter</b>	<b>2015, Statistikk</b>	317			
	<b>2019, Statistikk</b>	302	-5 %		
	<b>2030, Referansebane</b>	266	-16 %	132	417
	<b>2030, Elektrifisering</b>	266	0 %	132	417
	<b>2030, Klimaplan</b>	266	0 %	132	417
	<b>2030, Klimakur</b>	266	0 %	132	417
	<b>2030, Radikale tiltak</b>	266	0 %	132	417

## 6.4 Energiforsyning

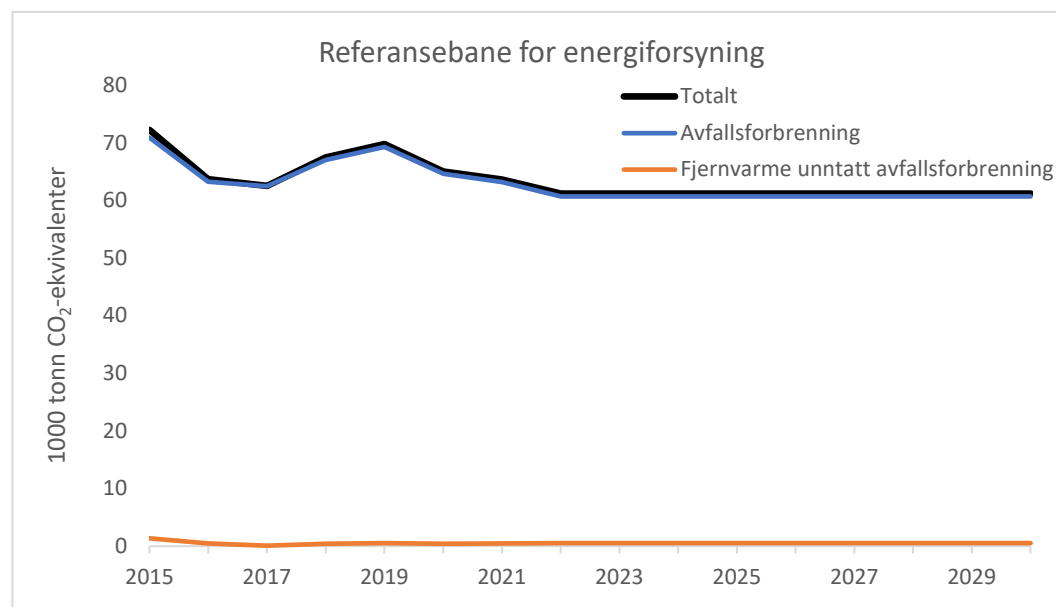
### 6.4.1 Samlet utvikling i referansebanen for energiforsyning

Over 99 prosent av klimagassutslippene i sektoren Energiforsyning kommer fra avfallsforbrenning ved Returkraft AS. I tillegg er det et lite utslipp (under 500 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter i 2019) fra øvrig fjernvarmeproduksjon. De to utslippskildene er knyttet sammen ved at det aller meste av varmen til fjernvarme i Kristiansand kommer fra avfallsforbrenningen. En vesentlig reduksjon i avfallsforbrenningen vil derfor kunne påvirke fjernvarmeproduksjonen og i ytterste konsekvens lede til økte utslipp derfra.

I referansebanen antas det at utslipp fra både avfallsforbrenning og fjernvarme unntatt avfallsforbrenning ligger mer eller mindre konstant, basert på trenden for fjernvarme de siste årene og på prognose for avfallsforbrenningen mottatt fra Returkraft. Utslippene fra avfallsforbrenning går noe ned, hovedsakelig på grunn av bedre tørking og lavere vanninnhold i avfallet. Dette gjør at utslippene for sektoren samlet går ned 15 prosent mellom 2015 og 2030 i referansebanen.

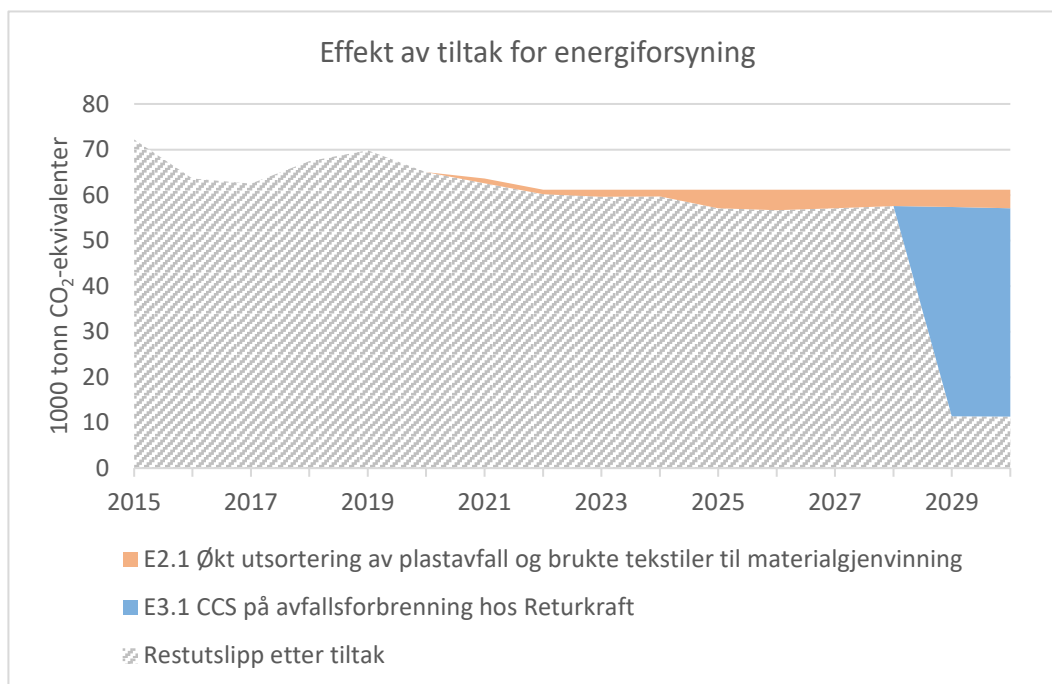
**Tabell 26:** Utslipp i sektoren Energiforsyning. Prosentvis endring i statistikk for 2019 og referansebanen for 2030 er angitt i forhold til utslipp i 2015. Endringer i tiltakspakkene er angitt i forhold til referansebanen i 2030.

Sektor	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Energiforsyning	2015, Statistikk	72 230			
	2019, Statistikk	69 806	-3 %		
	2030, Referansebane	61 211	-15 %	47 288	95 957
	2030, Elektrifisering	61 211	0 %	47 288	95 957
	2030, Klimaplan	57 138	-7 %	44 171	89 519
	2030, Klimakur	11 367	-81 %	9 153	17 180
	2030, Radikale tiltak	11 367	-81 %	9 153	17 180



**Figur 18:** Utslipp i sektoren Energiforsyning i referansebanen

## 6.4.2 Samlet effekt av tiltak for energiforsyning



**Figur 19:** Utslippsreduksjoner fra tiltak i sektoren Energiforsyning

Fjernvarmen i Kristiansand har allerede små utslipp og bruker minimalt av fossile brennstoffer. De to aktuelle tiltakene i sektoren er derfor knyttet til å redusere utslippene fra avfallsforbrenning. Av disse er det kun karbonfangst og lagring av CO<sub>2</sub> (CCS, tiltak E3.1) som har noen vesentlig effekt. Hvis dette tiltaket gjennomføres, vil det kunne gi en reduksjon i utslippene fra sektoren på over 80 prosent i 2030 i forhold til referansebanen. Ettersom avfallet som brennes inneholder mye biogent karbon i tillegg til fossilt karbon, vil en stor del av karbondioksidet som fanges være biogent og komme fra karbon som ble tatt ut av atmosfæren da plantene som karbonet kommer fra vokste. I prinsippet vil tiltaket derfor kunne medføre netto negative utslipp. Med dagens metodologi for utslippsregnskapet kan dette imidlertid ikke regnes med, og vi viser derfor bare reduksjonen i fossile CO<sub>2</sub>-utslipp. Se 6.4.3 for en nærmere beskrivelse og anslag for hvor store de fangede mengdene biogent CO<sub>2</sub> vil kunne være.

## 6.4.3 Avfallsforbrenning

### Utvikling i referansebanen for avfallsforbrenning

Utslippene fra avfallsforbrenning reduseres med 14 prosent i referansebanen (se Tabell 27), hovedsakelig på grunn av en antatt reduksjon i vanninnhold i avfallet i prognosen fra Returkraft som referansebanen er basert på.

Varmen fra avfallsforbrenningen leveres til fjernvarmenettet til Agder Energi, og Returkraft har leveranseplikt, i tillegg til at det er viktig for økonomisk drift å bruke kapasiteten i anlegget. Returkraft vil derfor søke å holde mer eller mindre konstant forbrenningsnivå fra år til år ved å fylle på med næringsavfall hvis det ikke er nok husholdningsavfall. Referansebanen reflekterer dette ved at utslippene ligger tilnærmet konstant fra 2022 til 2030.

I referansebanen står husholdningsavfall og næringsavfall for omtrent henholdsvis 45 og 55 prosent av den samlede mengden forbrent avfall og den samlede utslippsmengden fra avfallsforbrenning. Avfallsmengde og splitt mellom husholdnings- og næringsavfall kommer fra en prognose levert av Returkraft. Den nøyaktige splitten mellom husholdnings- og næringsavfall i denne prognosen er sannsynligvis mindre sikker enn samlet avfallsmengde.



### Effekt av tiltak for avfallsforbrenning

Vi har analysert to tiltak som kan redusere utslippene fra avfallsforbrenning: Økt utsortering og gjenbruk av plast og tekstiler (E2.1), og karbonfangst og lagring (CCS, tiltak E3.1). De første gir i praksis ingen effekt på mengde forbrent avfall i Kristiansand, ettersom Returkraft da øker inntak av næringsavfall for å opprettholde varmeleveranse og kapasitetsutnyttelse. Utslippsfaktoren (utslipp per tonn forbrent avfall) går likevel ned med ca. 7 prosent, fordi andelen plast og syntetiske tekstiler går ned, og disse materialene har høyere innhold av fossilt karbon enn andre avfallstyper. Reduksjonen i mengde avfall er på bare 4 prosent. Det ekstra inntaket av næringsavfall for å kompensere for dette, gjør at andelen næringsavfall øker litt i forhold til husholdningsavfall, men ikke betydelig.

I prinsippet kunne man pålagt Returkraft å ikke ta inn ekstra næringsavfall for å kompensere for redusert mengde husholdningsavfall, men det aktuelle næringsavfallet ville da sannsynligvis bli forbrent ved et annet anlegg, og samlede utslipp til atmosfæren ville ikke gå ned. I tillegg ville det kunne føre til økte utslipp hvis Agder Energi måtte bruke ekstra brennstoff for å opprettholde fjernvarmeleveransen, eller i «beste» fall bruk av ekstra elektrisitet, som både ville være unødvendig kostbart og potensielt kunne øke utslipp fra kraftproduksjon andre steder i Europa.

Hvis karbonfangst innføres, går utslippet av CO<sub>2</sub> ned med 87 prosent i forhold til referansebanen i 2030, basert på en vurdering av karbonfangst i Bergen gjennomført i forbindelse med Klimakur 2030. CH<sub>4</sub> og N<sub>2</sub>O fanges ikke, og utslippene går derfor bare ned med 83 prosent målt i CO<sub>2</sub>-ekvivalenter.

### CCS og regnskapsføring av CO<sub>2</sub>-utslipp

Bare omtrent 47 prosent av karbonet i avfallet er fossilt, ifølge antakelser brukt av Returkraft i tallene de rapporterer til Miljødirektoratet. Det betyr at 53 prosent av CO<sub>2</sub> som slippes ut og tilsvarende av det som eventuelt fanges ved karbonfangst, kommer fra biogent karbon som er tatt ut av atmosfæren av planter som ble brukt i materialene som senere er blitt til avfall levert til Returkraft.

Hvis dette karbondioksidet fanges og lagres permanent i et geologisk lager, vil det i prinsippet være et negativt utslipp som netto fjerner CO<sub>2</sub> fra atmosfæren. Etter nåværende metodikk kan dette negative utslippet ikke tas med i Miljødirektoratets klimagassregnskap og er derfor ikke tatt med som del av utslippsreduksjonene i denne rapporten, men vi kan regne ut hvor mye det ville utgjøre.

De fossile CO<sub>2</sub>-utslippene fra Returkraft i 2019 var på 64 650 tonn. Av dette ville 87 prosent bli fanget gjennom karbonfangst, men medregnet biogent CO<sub>2</sub> blir dette 119 790 tonn. Dette tilsvarer 185 prosent av de fossile utslippene, som betyr et netto negativt utslipp på 55 140 tonn CO<sub>2</sub>.

Tabell 27: Utslipp fra utslippskilden Avfallsforbrenning

Utslippskilde	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Avfallsforbrenning	2015, Statistikk	70 904			
	2019, Statistikk	69 311	-2 %		
	2030, Referansebane	60 714	-14 %	46 450	95 957
	2030, Elektrifisering	60 714	0 %	46 450	95 957
	2030, Klimaplan	56 641	-7 %	43 334	89 519
	2030, Klimakur	10 870	-82 %	8 316	17 180
	2030, Radikale tiltak	10 870	-82 %	8 316	17 180

#### 6.4.4 Fjernvarme unntatt avfallsforbrenning

Utslippene fra fjernvarme unntatt avfallsforbrenning reduseres med 63 prosent i referansebanen (se Tabell 28). Dette kommer fra en kraftig reduksjon av bruken av fossil gass og olje fra 2015 til 2016. Fjernvarmen er nå basert på varme fra avfallsforbrenning, i tillegg til en betydelig mengde biomasse, og kun små mengder fossil gass. Utslippene er på bare knapt 500 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter, og forblir konstante i referansebanen fra 2021 til 2030.

Tiltakspakkene inneholder ingen tiltak for fjernvarme unntatt avfallsforbrenning, og utslippene er derfor uendret i forhold til referansebanen.

**Tabell 28:** Utslipp fra utslippskilden Fjernvarme unntatt avfallsforbrenning. «Nedre» grense for usikkerhetsintervallet har her *høyere* utslipp enn middelveiden og øvre grense, fordi mengde forbrent avfall er lavere i den nedre grensen for usikkerhetsintervallet. Dette krever at det forbrennes mer av andre brensler, som fører til litt høyere utslipp. Den gjennomsnittlige utslippsfaktoren for energivarene som forbrennes i fjernvarme unntatt avfallsforbrenning i Kristiansand, er lavere enn utslippsfaktoren for forbrent avfall, slik at samlede utslipp for Energiforsyning totalt blir lavere i nedre grense enn for middelveiden.

Utslippskilde	År / scenario	Utslipp, middelveide	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Fjernvarme unntatt avfallsforbrenning	2015, Statistikk	1 326			
	2019, Statistikk	495	-63 %		
	2030, Referansebane	497	-63 %	837	0
	2030, Elektrifisering	497	0 %	837	0
	2030, Klimaplan	497	0 %	837	0
	2030, Klimakur	497	0 %	837	0
	2030, Radikale tiltak	497	0 %	837	0

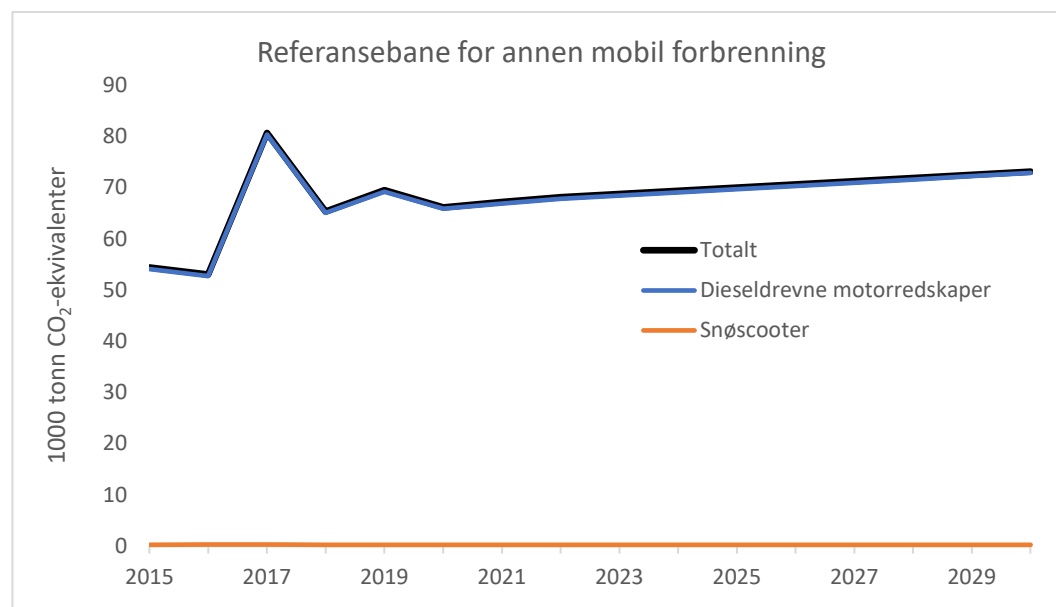
## 6.5 Annen mobil forbrenning

### 6.5.1 Samlet utvikling i referansebanen for annen mobil forbrenning

Sektoren Annen mobil forbrenning er satt sammen av utslippskildene Snøscootere og Dieseldrevne motorredskaper (i praksis bruk av avgiftsfri diesel i næringer utenfor industri/bergverk og energi/vannforsyning). Sektoren er fullstendig dominert av Dieseldrevne motorredskaper, og tidsutviklingen i referansebanen avgjøres derfor av tidsutviklingen i den utslippskilden.

**Tabell 29:** Utslipp i sektoren Annen mobil forbrenning. Prosentvis endring i statistikk for 2019 og referansebanen for 2030 er angitt i forhold til utslipp i 2015. Endringer i tiltakspakkene er angitt i forhold til referansebanen i 2030.

Sektor	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Annen mobil forbrenning	2015, Statistikk	54 410			
	2019, Statistikk	69 524	28 %		
	2030, Referansebane	73 158	34 %	45 344	104 085
	2030, Elektrifisering	73 158	0 %	45 344	104 085
	2030, Klimaplan	59 116	-19 %	35 464	85 478
	2030, Klimakur	47 348	-35 %	28 426	68 437
	2030, Radikale tiltak	667	-99 %	273	844



**Figur 20:** Utslipp i sektoren Annen mobil forbrenning i referansebanen

### 6.5.2 Dieseldrevne motorredskaper

#### Utvikling i referansebanen for dieseldrevne motorredskaper

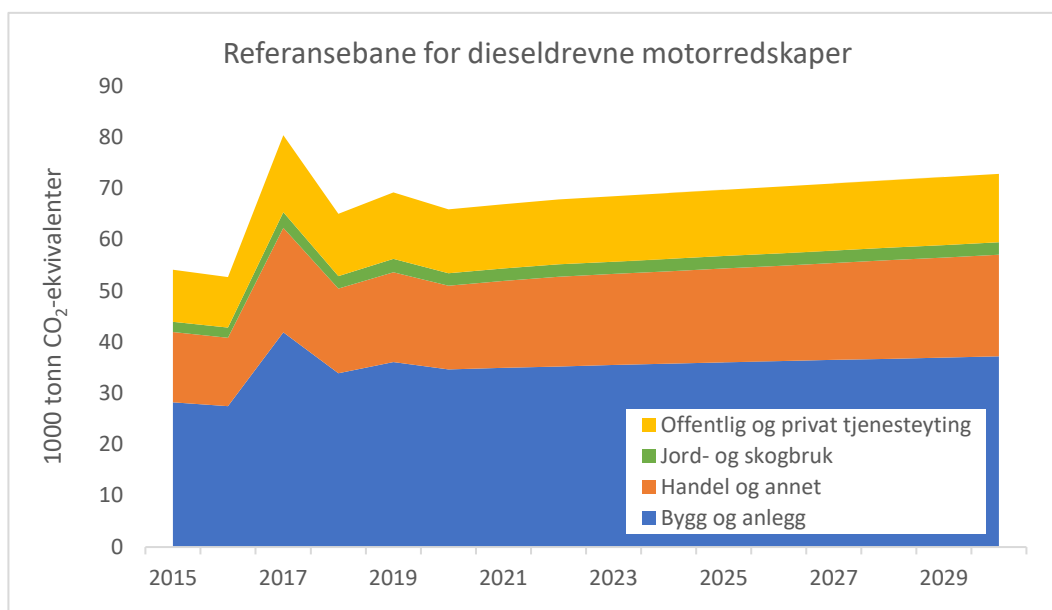
I referansebanen er dieseldrevne motorredskaper delt inn i fire bidrag, vist i figur 21. Fordelingen mellom utslipp er anslått på bakgrunn av en analyse fra SSB brukt i Klimakur 2030 (se nærmere omtale i kapittel 7.5.1). Det er stor usikkerhet både for fordelingen og for totalen for hele

utslippskilden. Alle utslippstallene er basert på SSBs salgsstatistikk for petroleumsprodukter, men det er betydelig usikkerhet relatert både til hvor dieselen er solgt (mye selges gjennom videreforhandlere), og knyttet til om dieselen faktisk brukes i den kommunen hvor salget er registrert.

Utslippene fra utslippskilden har gått mye opp og ned i statistikken, men har økt noe over tid. I referansebanen antar vi at bidragene Offentlig og privat tjenesteyting og Bygg og anlegg utvikler seg i takt med folketall, Handel og annet i takt med BNP-vekst, og at Jord- og skogbruk holder seg konstant. Til sammen gjør det at utslippene vokser med 35 prosent fra 2015 til 2030, men størstedelen av denne veksten (28 prosentpoeng) har allerede funnet sted i statistikken fra 2015 til 2019.

**Tabell 30:** Utslipp fra utslippskilden Dieseldrevne motorredskaper

Utslippskilde	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
<b>Dieseldrevne motorredskaper</b>	<b>2015, Statistikk</b>	54 129			
	<b>2019, Statistikk</b>	69 245	28 %		
	<b>2030, Referansebane</b>	72 884	35 %	45 071	103 812
	<b>2030, Elektrifisering</b>	72 884	0 %	45 071	103 812
	<b>2030, Klimaplan</b>	58 843	-19 %	35 191	85 205
	<b>2030, Klimakur</b>	47 074	-35 %	28 153	68 164
	<b>2030, Radikale tiltak</b>	394	-99 %	0	570



**Figur 21:** Anslått fordeling av utslipp for bidrag i referansebanen for utslippskilden Dieseldrevne motorredskaper.

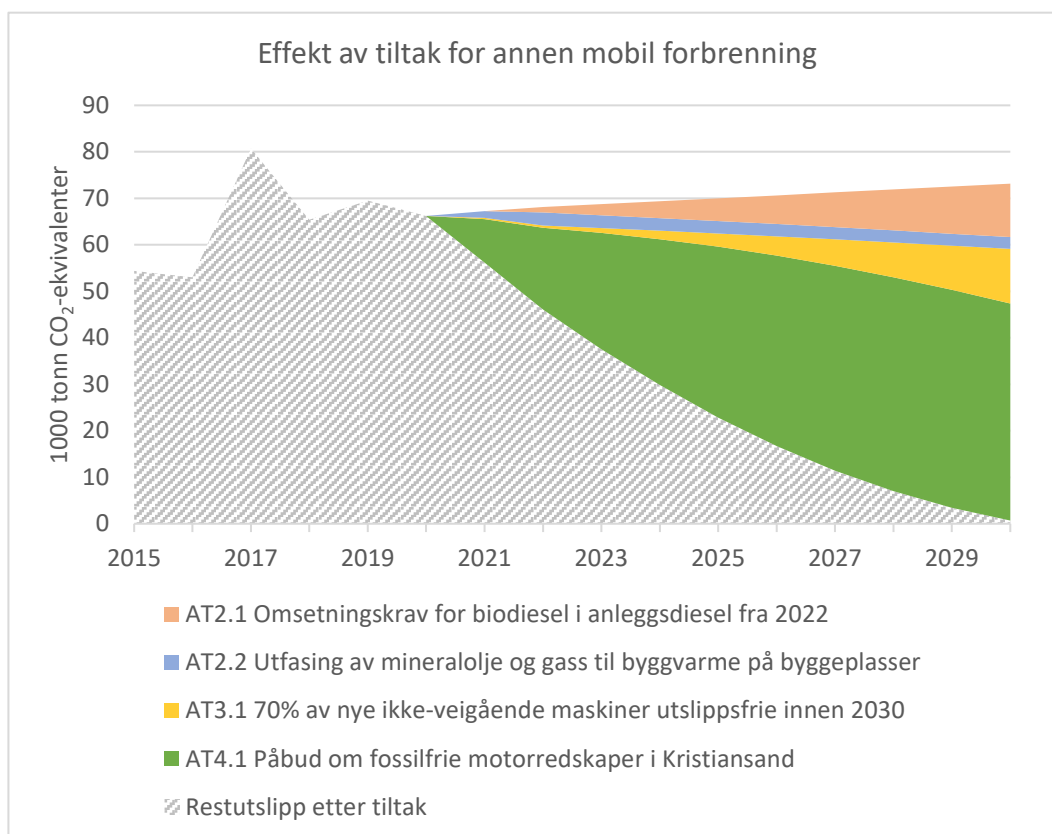
#### Effekt av tiltak for dieseldrevne motorredskaper

Både tiltakspakke 2 (Klimaplan) og 3 (Klimakur 2030) inneholder tiltak som gir vesentlige reduksjoner i utslippene fra dieseldrevne motorredskaper, på til sammen 35 prosent i forhold til referansebanen i 2030. De viktigste er å innføre samme type krav til omsetning av biodrivstoff for avgiftsfri diesel som for autodiesel (AT2.1), og tiltak for å øke andelen utslippsfrie maskiner i nysalget av ikke-veigående maskiner til 70 prosent innen 2030. I tillegg vil et eventuelt forbud mot

bruk av anleggsdiesel og andre fossile brenslere til midlertidig byggvarme gi en beskjeden reduksjon i utslipp fra bidraget Bygg og anlegg.

Disse tiltakene gjør likevel ikke mer enn å reversere veksten i utslippene og bringe dem tilbake til 2015-nivå. for å få reelle og dype kutt i tråd med 80-prosentsmålet for 2030, kreves det mer tvingende tiltak som fjerner det meste av utslippene, her eksemplifisert med et påbud om kun å bruke fossilfrie motorredskaper i Kristiansand (AT4.1), enten elektrisitet, hydrogen eller andre nullutslippsløsninger, eller biodrivstoff.

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 kan bidra gjennom å stille krav om utslippsfrie maskiner i egne anskaffelser av bygg og tjenester som gjør bruk av motorredskaper, samt å velge utslippsfrie alternativer ved innkjøp av egne maskiner. Dette vil bidra til å øke etterspørselen etter utslippsfrie maskiner og til å utløse deler av tiltak AT3.1 samt å redusere bruk av anleggsdiesel til midlertidig byggvarme. Men det meste av tiltakene vil kreve statlig regulering og krav stilt til entreprenører i statlige oppdrag. Det er også tvilsomt om kommunen har hjemmel til å stille utslippskrav f.eks. til private byggherrer, og slike krav vil kunne kreve en statlig forskriftsendring.



**Figur 22:** Utslipsreduksjoner fra tiltak i sektoren Annen mobil forbrenning / utslippskilden Dieseldrevne motorredskaper

### 6.5.3 Snøscootere

Utslippene fra snøscootere er framskrevet med konstante utslipp i referansebanen på i underkant av 300 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter (se Tabell 31).

Tiltakspakkene inneholder ingen tiltak for denne utslippskilden og utslippene er derfor uendret i forhold til referansebanen.

**Tabell 31:** Utslipp fra utslippskilden Snøscootere

Utslippskilde	År / scenario	Utslipp, middelerdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Snøscooter	2015, Statistikk	281			
	2019, Statistikk	279	-1 %		
	2030, Referansebane	273	-3 %	273	273
	2030, Elektrifisering	273	0 %	273	273
	2030, Klimaplan	273	0 %	273	273
	2030, Klimakur	273	0 %	273	273
	2030, Radikale tiltak	273	0 %	273	273

## 6.6 Sjøfart

### 6.6.1 Utvikling i referansebanen for sjøfart

Utslipp fra sektoren Sjøfart omfatter all skipsfart i Kristiansand kommune ut til 12 nautiske mil fra grunnlinja, både inn- og utseiling til havna og utslipp under havneligge ved kai, så vel som gjennomseiling fra skip som ikke anløper noen kai i Kristiansand. I Miljødirektoratets klimagassregnskap er sektoren delt inn i 16 forskjellige utslippskilder tilsvarende ulike skipstyper. I tillegg viser vi her inndeling i tre ulike bidrag – gjennomseiling, inn- og utseiling (til/fra havna), og havneligge (i havna), basert på et tallgrunnlag levert av THEMA Consulting, og som også ligger til grunn for deres rapport «Energi- og effektutredning for Kristiansand havn» og utslippsanslag for 2019 og 2020. Se figur 23.

Sjøfart er den eneste sektoren hvor metodikken avviker vesentlig fra Miljødirektoratets klimagassregnskap. I stedet baserer vi beregningene på data innsamlet av THEMA Consulting under oppdrag fra Kristiansand havn. Hovedgrunnen til dette er at Miljødirektoratet ikke justerer utslipp ved kai for bruk av landstrøm. I tillegg bruker Miljødirektoratet kun posisjonsdata fra AIS-systemet og tekniske parametere (tabellverdier) for å beregne utslipp fra hvert skip, uten å samholde med anløpslister for havnene eller data for faktisk drivstofforbruk registrert under havneligge. Kristiansand har vært tidlig ute med landstrøm, og har hatt betydelig landstrømbruk for ferger fra 2014, for offshoreskip fra 2016, og nylig også for cruiseskip, og har planer om å utvide landstrømtilbudet ytterligere.

Å utelate landstrøm fra utslippsberegningene ville gi et veldig feil bilde både av utslippsnivået og utviklingen over tid fram mot 2030. Analysene fra THEMA Consulting tyder også på at bruken av tabellverdier for energibehov per skip fører til en nokså systematisk overvurdering av utslippene. Vi bruker derfor i stedet THEMAs tall og metodikk som grunnlag. I tillegg anslår vi utslipp fra Søgne ut fra anløp ved Høllen kai registrert i databasen Havbase.no (fra Kystverket). Som gir et lite tilleggsutslipp for stykkgodsskip.

Tallene fra THEMA pluss antatte utslipp fra Søgne gir et samlet utslipp på 34,3 tusen tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter i 2019. Til sammenlikning gir Miljødirektoratets klimagassregnskap et utslipp på 59,2 tusen tonn, eller 24 916 tonn høyere. Ifølge en analyse av THEMA Consulting kan 5 806 tonn av forskjellen tilskrives landstrømbruk direkte, mens ytterligere 12 796 tonn kan skyldes at Miljødirektoratet benytter høyere tabellverdier for energiforbruk ved havn enn det forbruket som faktisk er blitt observert i Kristiansand havn. Det gjenstår da et gap på 6 026 tonn, som kan skyldes usikkerheter i AIS-dataene og antakelser om energiforbruk både i havn og under inn- og utseiling.

**Tabell 32:** Utslipp i sektoren Sjøfart. Prosentvis endring i statistikk for 2019 og referansebanen for 2030 er angitt i forhold til utslipp i 2015. Endringer i tiltakspakkene er angitt i forhold til referansebanen i 2030.

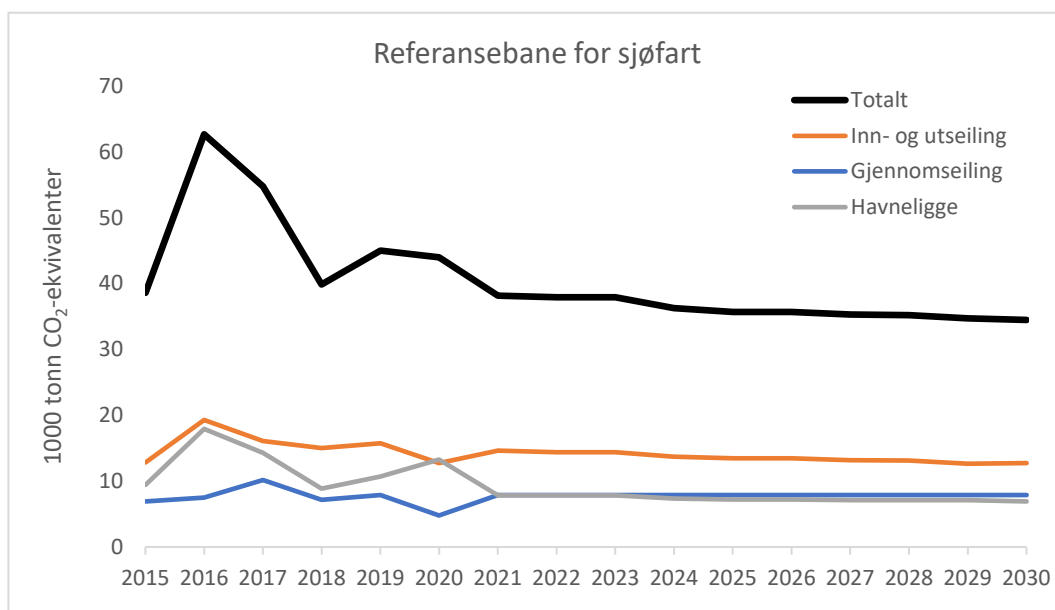
Sektor	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Sjøfart	2015, Statistikk	29 167			
	2019, Statistikk	34 327	18 %		
	2030, Referansebane	27 537	-6 %	27 537	27 537
	2030, Elektrifisering	27 537	0 %	27 537	27 537
	2030, Klimaplan	27 537	0 %	27 537	27 537
	2030, Klimakur	15 815	-43 %	15 815	15 815
	2030, Radikale tiltak	10 081	-63 %	10 081	10 081

Referansebanen i denne rapporten bruker en referansebane for havneligge og inn-/utseiling til kaiene i Vestre Kvadraturen utarbeidet av THEMA Consulting til rapportserien «Energi- og effektutredning

for Kristiansand havn». THEMAAs referansebane antar en viss økning i bruk av landstrøm, og at alle skip som anskaffes nye eller oppgraderes i løpet av perioden bygges for å kunne bruke landstrøm og til å bruke en lavutslippsløsning (enten LNG eller hybrid-/batteridrift). Vi antar den samme referansebanen for havneligge for skip som anløper Vestre Kvadraturen. Vi antar også at alle skip utvikler seg i henhold til den samme referansebanen for inn- og utseiling, uavhengig av hvilken kai de anløper, ettersom ny teknologi til inn- og utseiling ikke avhenger av infrastruktur i havn.

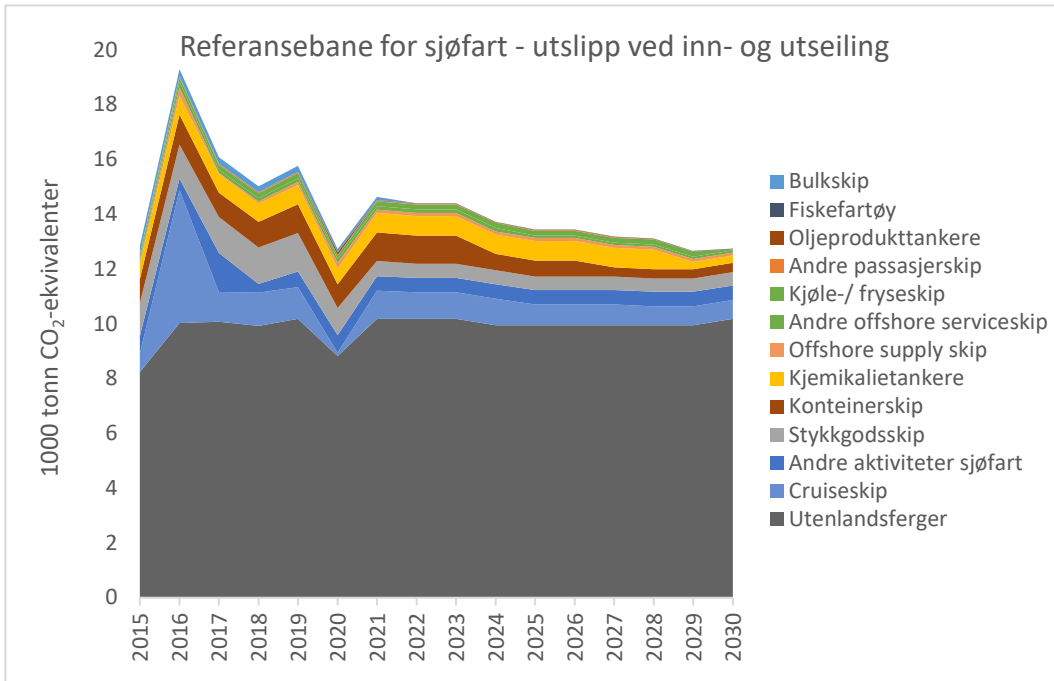
I referansebanen går da samlede utslipp svakt ned fra 2015 til 2030, med en høy topp i 2016 relatert til cruiseskipanløp, og en dump i 2020 på grunn av COVID19-pandemien. Det overlegent største enkeltbidraget til utslippene er inn- og utseiling fra utenlandsferger, spesifikt Color Line og Fjord Lines ferger til Hirtshals. Størrelsen på dette utslippet er relatert både til at fergene er forholdsvis store og energikrevende, og et høyt antall anløp på grunn av daglige ankomster og avganger. Utslippene i havn er mer beskjedne, ettersom Hirtshals-fergene der ligger på landstrøm.

Det er mulig at utslippene fra inn- og utseiling for Hirtshalsfergene vil vise seg å være svakt høyere enn det som referansebanen forutsetter. I løpet av 2021 tar Fjord Line i bruk en ny katamaran, Fjord FSTR, på strekningen Kristiansand-Hirtshals. Denne er dobbelt så stor som Fjord Cat, katamaranen som den erstatter. Til gjengjeld er det et nyere og presumptivt mer energieffektivt skip, som trolig vil bidra til å begrense utslippøkningen. For øyeblikket har vi ikke grunnlag for å anslå hvor stor økning det eventuelt er snakk om. THEMA Consulting anslo at utslipp fra Fjord Cat under inn- og utseiling var på drøyt 1000 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter i løpet av 2019. Gitt dette vil den potensielle økningen i utslipp fra Fjord FSTR i forhold til Fjord Cat sannsynligvis være på godt under 1000 tonn.

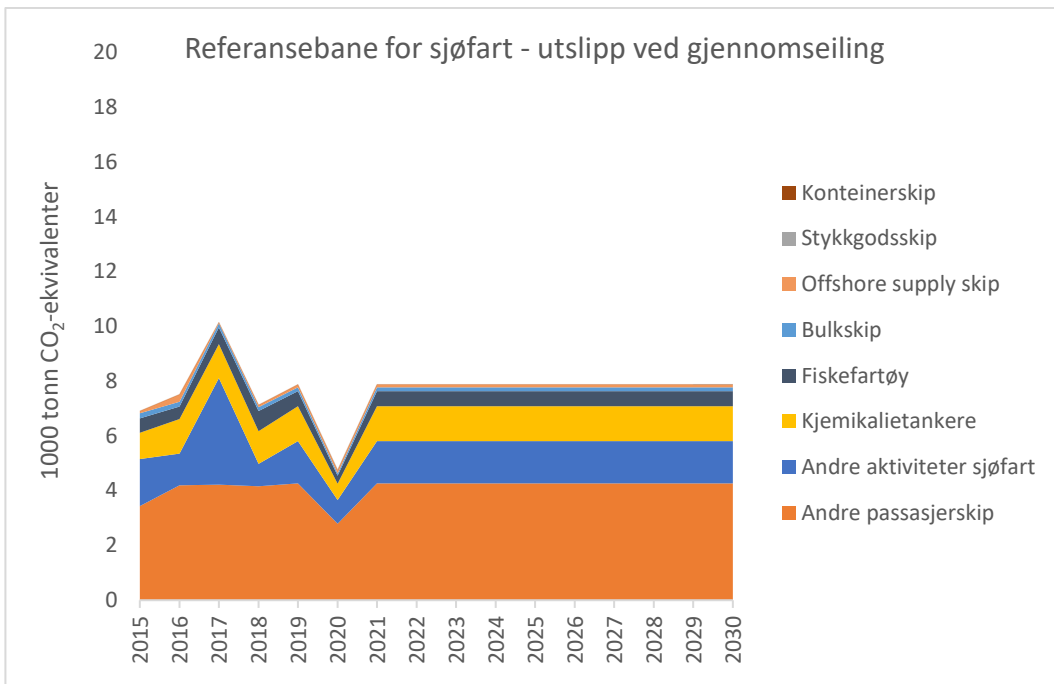


**Figur 23:** Utslipp i sektoren Sjøfart i referansebanen, totalt og fordelt på bidragene inn- og utseiling, gjennomseiling og havneligge ved fire kaier (Vestre Kvadraturen, Andre kaier, Reden, Søgne (Høllen))

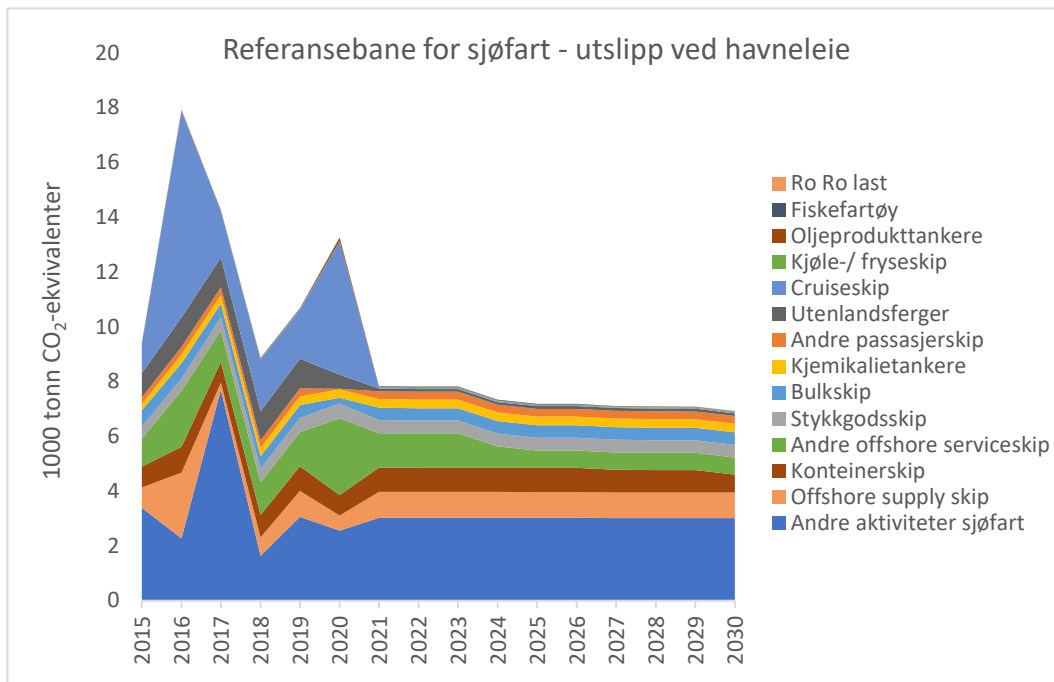




Figur 24: Utslipp i referansebanen for sjøfart fra inn- og utseiling, fordelt på skipstyper



Figur 25: Utslipp i referansebanen for sjøfart fra gjennomseiling, fordelt på skipstyper



Figur 26: Utslipp i referansebanen for sjøfart fra havneligge, fordelt på skipstyper

### 6.6.2 Effekt av tiltak for sjøfart

Tiltakene for Sjøfart baseres også på THEMAs analyser. Som del av tiltakspakke 3 antar vi at landstrømbyggingen og -bruken i øvrige kaier følger samme utvikling som i THEMAs referansebane for Vestre Kvadraturen (S3.1). Dette gir bare en svært beskjeden utslippsreduksjon.

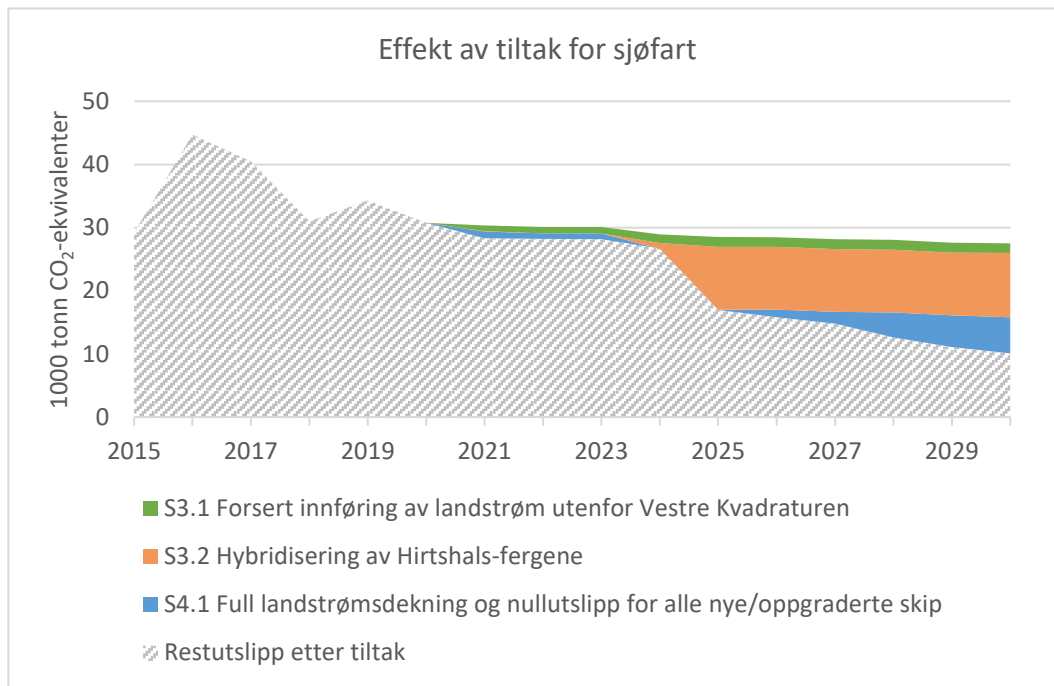
I tillegg inkluderer vi som tiltak at Hirtshals-fergene bygges om til hybriddrift og å kunne seile utslippsfritt på batteri mellom havna og minst ut til 12-milsgrensa (T3.2), som er inkludert i THEMA Consultings «Nullutslippsscenario» for Energi- og effektutredningen. Dette tiltaket gir det største enkeltbidraget til utslippsreduksjon i sjøfartssektoren, og kuter utslippene til inn- og utseiling med nesten 90 prosent. Til sammen gir de to tiltakene en reduksjon på 43 prosent i forhold til referansebanen.

Som tiltak i pakke 4 inkluderer vi resten av THEMAs Nullutslippsscenario, som medfører at *alle* nye eller oppgraderte skip kan både bruke landstrøm og seile utslippsfritt på batteri eller ladbar hybriddrift under inn- og utseiling. Dette gjør at utslipp i havn så godt som elimineres, og at utslipp fra inn- og utseiling går ned med over 90 prosent i forhold til referansebanen i 2030. Samlede utslipp for sektoren går ned med 63 prosent, men det gjenstår fortsatt rundt 10 tusen tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter fra gjennomseiling. Det er lite Kristiansand kommune kan gjøre for å adressere gjennomfartsutslipp, og vi har ikke tatt med tiltak rettet mot utslipp fra gjennomseiling.

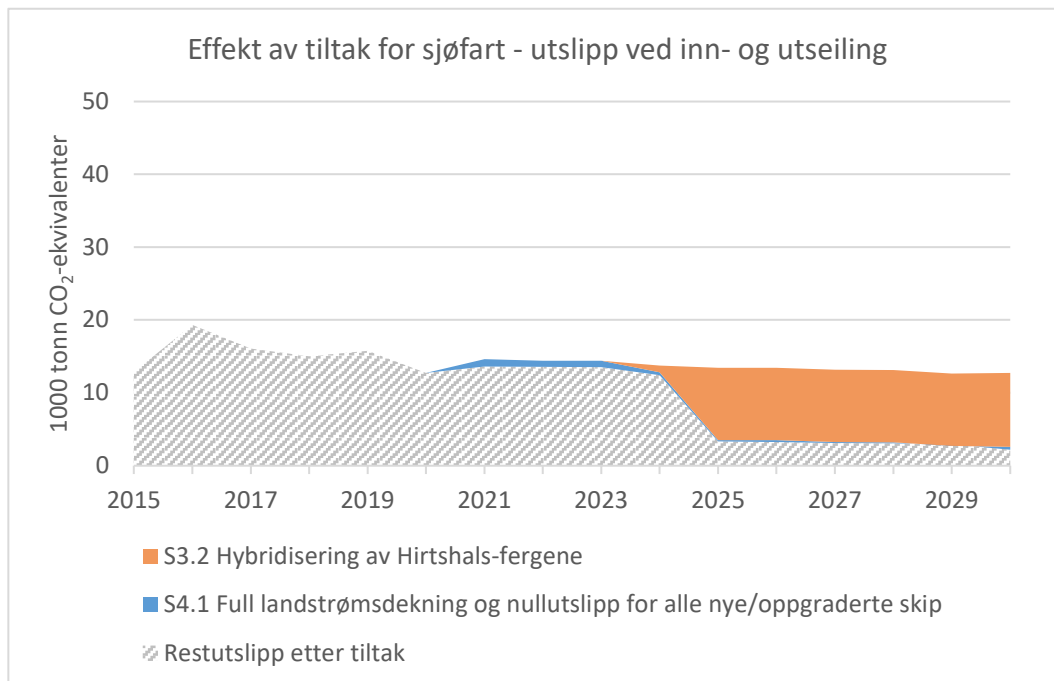
I de følgende figurene og tabellene er referansebanen og effekten av tiltakene brutt ned på ulike bidrag. I tabellene vises også anslåtte utslipp i havn for ulike områder av havna (Vestre Kvadraturen, Andre kaier i Kristiansand havn, Reden, og Høllen kai i Søgne). Disse nedbrytningene er svært omtrentlige, og er kun basert på fordeling av skip i 2019. De må derfor betraktes som en omtrentlig pekepinn på fordelingen, og ikke som et fasitsvar.

Kommunen kan bidra til å utløse tiltakene i sjøfartssektoren vei kai (S3.1 og landstrøm i S4.1) ved å fortsette og forsterke satsingen på landstrøm og dermed tilrettelegge for økt landstrømbruk. I tillegg kan kommunen utrede videre og eventuelt bygge infrastruktur for å levere drivstoff til andre

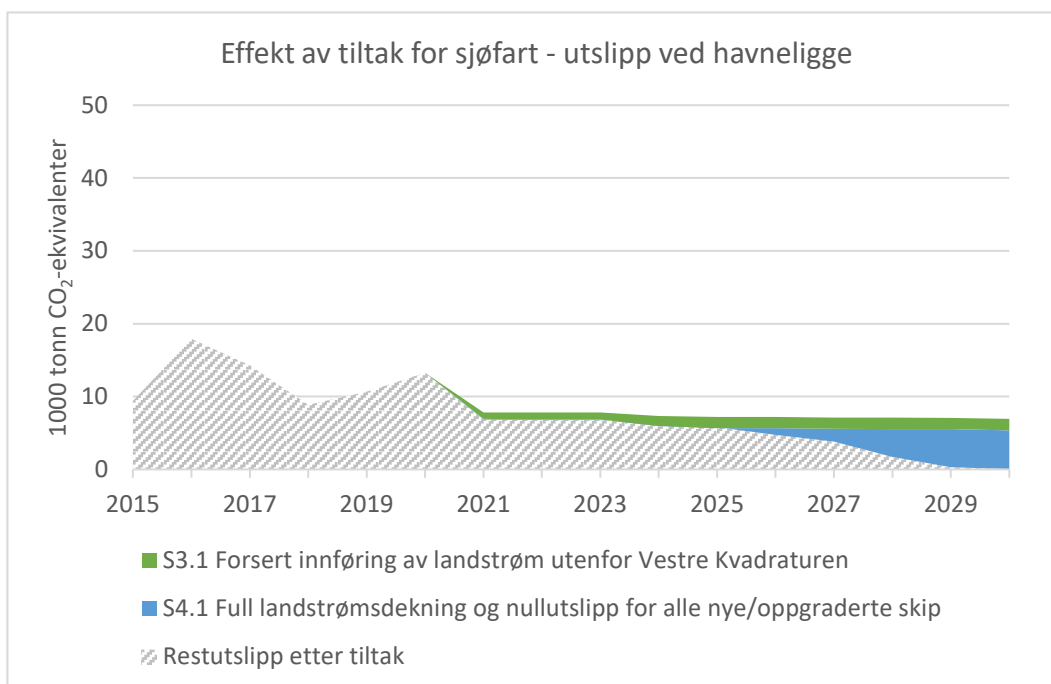
nullutslippsløsninger, spesielt LNG og ammoniakk, i tillegg til ladestrøm. Hybridisering av Hirtshals-fergene er sannsynligvis ikke noe som kommunen reelt sett kan tvinge gjennom, men kommunen kan incentivere gjennom differensierte havneavgifter, og det er viktig å ha fortsatt god dialog med fergeselskapene. Det samme gjelder oppgradering av andre skipstyper som del av tiltak S4.1.



**Figur 27:** Utslippsreduksjoner fra tiltak i sektoren Sjøfart



**Figur 28:** Utslippsreduksjoner fra tiltak rettet mot utslipp ved inn- og utseiling



**Figur 29:** Utslipsreduksjoner fra tiltak rettet mot utslipp ved havneligge ved fire kaier (Vestre Kvadraturen, Andre kaier, Reden, Søgne (Høllen))

Tabell 33: Utslipp fra bidraget inn- og utseiling

Bidrag	År / scenario	Utslipp, middelerverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Inn- og utseiling	2015, Statistikk	12 843			
	2019, Statistikk	15 763	23 %		
	2030, Referansebane	12 736	-1 %	12 736	12 736
	2030, Elektrifisering	12 736	0 %	12 736	12 736
	2030, Klimaplan	12 736	0 %	12 736	12 736
	2030, Klimakur	2 570	-80 %	2 570	2 570
	2030, Radikale tiltak	2 183	-83 %	2 183	2 183

Tabell 34: Utslipp fra bidraget gjennomseiling

Bidrag	År / scenario	Utslipp, middelerverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Gjennomseiling	2015, Statistikk	6 910			
	2019, Statistikk	7 881	14 %		
	2030, Referansebane	7 881	14 %	7 881	7 881
	2030, Elektrifisering	7 881	0 %	7 881	7 881
	2030, Klimaplan	7 881	0 %	7 881	7 881
	2030, Klimakur	7 881	0 %	7 881	7 881
	2030, Radikale tiltak	7 881	0 %	7 881	7 881

**Tabell 35:** Utslipp fra bidraget havneligge - Vestre Kvadraturen

Bidrag	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Vestre Kvadraturen	2015, Statistikk	4 128			
	2019, Statistikk	5 393	31 %		
	2030, Referansebane	1 630	-61 %	1 630	1 630
	2030, Elektrifisering	1 630	0 %	1 630	1 630
	2030, Klimaplan	1 630	0 %	1 630	1 630
	2030, Klimakur	1 630	0 %	1 630	1 630
	2030, Radikale tiltak	0	-100 %	0	0

**Tabell 36:** Utslipp fra bidraget havneligge - Andre kaier

Bidrag	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Andre kaier	2015, Statistikk	2 265			
	2019, Statistikk	2 494	10 %		
	2030, Referansebane	2 494	10 %	2 494	2 494
	2030, Elektrifisering	2 494	0 %	2 494	2 494
	2030, Klimaplan	2 494	0 %	2 494	2 494
	2030, Klimakur	1 048	-58 %	1 048	1 048
	2030, Radikale tiltak	18	-99 %	18	18

**Tabell 37:** Utslipp fra bidraget havneligge - Reden

Bidrag	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Reden	2015, Statistikk	2 903			
	2019, Statistikk	2 658	-8 %		
	2030, Referansebane	2 658	-8 %	2 658	2 658
	2030, Elektrifisering	2 658	0 %	2 658	2 658
	2030, Klimaplan	2 658	0 %	2 658	2 658
	2030, Klimakur	2 658	0 %	2 658	2 658
	2030, Radikale tiltak	0	-100 %	0	0

**Tabell 38:** Utslipp fra bidraget havneligge - Søgne (Høllen)

Bidrag	År / scenario	Utslipp, middelerverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
<b>Søgne (Høllen)</b>	<b>2015, Statistikk</b>	118			
	<b>2019, Statistikk</b>	138	17 %		
	<b>2030, Referansebane</b>	138	17 %	138	138
	<b>2030, Elektrifisering</b>	138	0 %	138	138
	<b>2030, Klimaplan</b>	138	0 %	138	138
	<b>2030, Klimakur</b>	27	-80 %	27	27
	<b>2030, Radikale tiltak</b>	0	-100 %	0	0

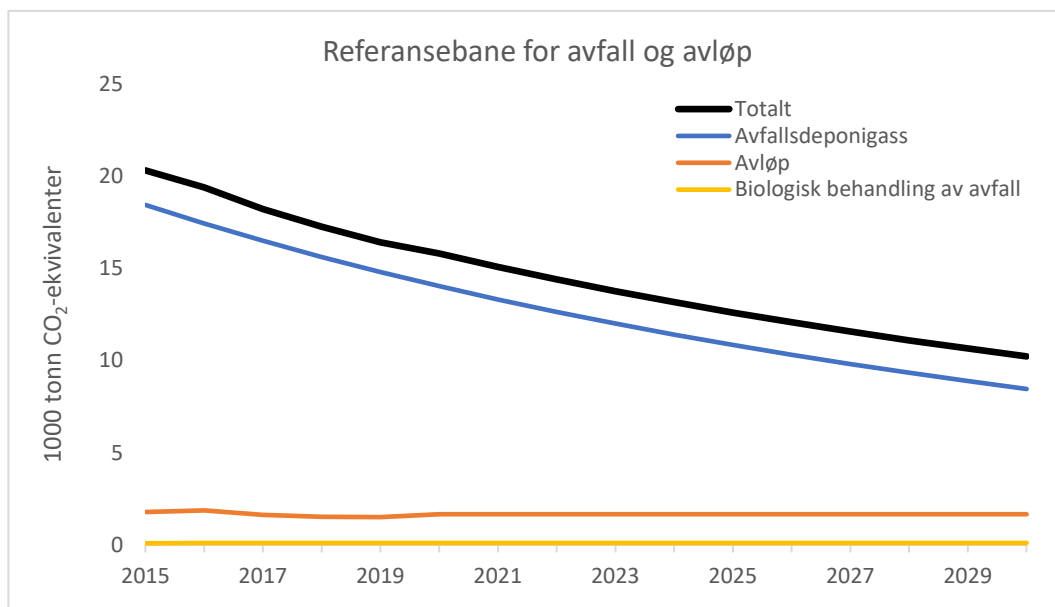
## 6.7 Avfall og avløp

### 6.7.1 Samlet utvikling i referansebanen for avfall og avløp

Samlet sett sto avfall og avløp for mindre enn 4 prosent av samlede klimagassutslipp i Kristiansand i 2019. Sektoren består av de tre utslippskildene Avfallsdeponigass, Biologisk behandling av avfall og Avløp, hvorav utslipp fra avfallsdeponigass dominerer sektoren fullstendig for Kristiansand. De samlede utslippene i referansebanen går ned med 50 prosent sammenliknet med 2015 (se Figur 30). Nedgangen er utelukkende drevet av en nedadgående trend i utslippene fra Avfallsdeponigass.

**Tabell 39:** Utslipp i sektoren Avfall og avløp. Prosentvis endring i statistikk for 2019 og referansebanen for 2030 er angitt i forhold til utslipp i 2015. Endringer i tiltakspakkene er angitt i forhold til referansebanen i 2030.

Sektor	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Avfall og avløp	2015, Statistikk	20 325			
	2019, Statistikk	16 425	-19 %		
	2030, Referansebane	10 231	-50 %	10 231	10 231
	2030, Elektrifisering	10 231	0 %	10 231	10 231
	2030, Klimaplan	10 231	0 %	10 231	10 231
	2030, Klimakur	10 231	0 %	10 231	10 231
	2030, Radikale tiltak	10 231	0 %	10 231	10 231



**Figur 30:** Utslipp i sektoren Avfall og avløp i referansebanen

### 6.7.2 Samlet effekt av tiltak for avfall og avløp

Tiltakspakkene inneholder ingen tiltak for avfall og avløp.

### 6.7.3 Avfallsdeponigass

Utslipp fra Avfallsdeponigass omfatter metanutslipp ( $\text{CH}_4$ ) fra nedbrytning i eksisterende deponier. For Kristiansand omfatter dette nedlagte deponier som følges opp av Avfall Sør og hvor det ikke har vært deponert avfall siden år 2000. Utslippene fra Avfallsdeponigass viser en tydelig avtakende

trend, i tråd med at det ikke lenger deponeres vesentlige mengder nedbrytbart avfall, samtidig som avfall i eksisterende deponier gradvis brytes ned. Trenden videreføres i referansebanen fram mot 2030 hvor vi ser at utslippene går ned med 54 prosent sammenliknet med 2015 (se Tabell 40).

Det er verdt å merke seg at utslippene her og i Miljødirektoratets klimagassregnskap er beregnet med en modell distribuert av FNs Klimapanel og nasjonale antakelser om hvordan deponiene er bygget opp, uten tilpasninger for lokale forhold ved deponiene i Kristiansand. En rekke forhold, som dybden på deponiet og typen dekke over avfallet, kan påvirke hvor mye deponigass som utvikles og hvor mye som brytes ned før det slipper ut i lufta. Målinger gjennomført av Avfall Sør tyder på at utslippene i deres deponier kan være vesentlig lavere enn modellen antyder. Miljødirektoratet har åpnet for å gjøre lokale tilpasninger i modellen for kommuner som har tilstrekkelige data, og har for eksempel gjort dette for Oslo etter en utstrakt dialog med kommunen. Eventuelle lokale tilpasninger av modellen vil måtte avklares med Miljødirektoratet.

Tiltakspakkene inneholder ingen tiltak for avfallsdeponigass, og utslippene er derfor uendret i forhold til referansebanen.

**Tabell 40:** Utslipp fra utslippskilden Avfallsdeponigass

Utslippskilde	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Avfallsdeponigass	2015, Statistikk	18 440			
	2019, Statistikk	14 805	-20 %		
	2030, Referansebane	8 466	-54 %	8 466	8 466
	2030, Elektrifisering	8 466	0 %	8 466	8 466
	2030, Klimaplan	8 466	0 %	8 466	8 466
	2030, Klimakur	8 466	0 %	8 466	8 466
	2030, Radikale tiltak	8 466	0 %	8 466	8 466

#### 6.7.4 Biologisk behandling av avfall

I Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap omfatter utslippskilden Biologisk behandling av avfall CH<sub>4</sub>- og N<sub>2</sub>O-utslipp fra biogassproduksjon og kompostering. For Kristiansand er det ingen utslipp fra biogassproduksjon i biogassanlegg og alle utslippene kan tilskrives kompostering. Utslippene er framskrevet med konstante utslipp i referansebanen på 100 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter (se Tabell 41).

Tiltakspakkene inneholder ingen tiltak for biologisk behandling av avfall, og utslippene er derfor uendret i forhold til referansebanen.

**Tabell 41:** Utslipp fra utslippskilden Biologisk behandling av avfall

Utslippskilde	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Biologisk behandling av avfall	2015, Statistikk	94			
	2019, Statistikk	110	17 %		
	2030, Referansebane	100	6 %	100	100
	2030, Elektrifisering	100	0 %	100	100
	2030, Klimaplan	100	0 %	100	100
	2030, Klimakur	100	0 %	100	100
	2030, Radikale tiltak	100	0 %	100	100



### 6.7.5 Avløp

Utslipp fra avløp består hovedsakelig av N<sub>2</sub>O-utslipp fra renseanlegg, pluss mindre mengder utslipp fra industriavløpsvann, og utslipp fra septiktanker. Utslippene er framskrevet med konstante utslipp i referansebanen på i underkant av 1 700 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter (se tabell 42).

Tiltakspakkene inneholder ingen tiltak for avløp, og utslippene er derfor uendret i forhold til referansebanen.

**Tabell 42:** Utslipp fra utslippskilden Avløp

Utslippskilde	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Avløp	2015, Statistikk	1 791			
	2019, Statistikk	1 510	-16 %		
	2030, Referansebane	1 665	-7 %	1 665	1 665
	2030, Elektrifisering	1 665	0 %	1 665	1 665
	2030, Klimaplan	1 665	0 %	1 665	1 665
	2030, Klimakur	1 665	0 %	1 665	1 665
	2030, Radikale tiltak	1 665	0 %	1 665	1 665

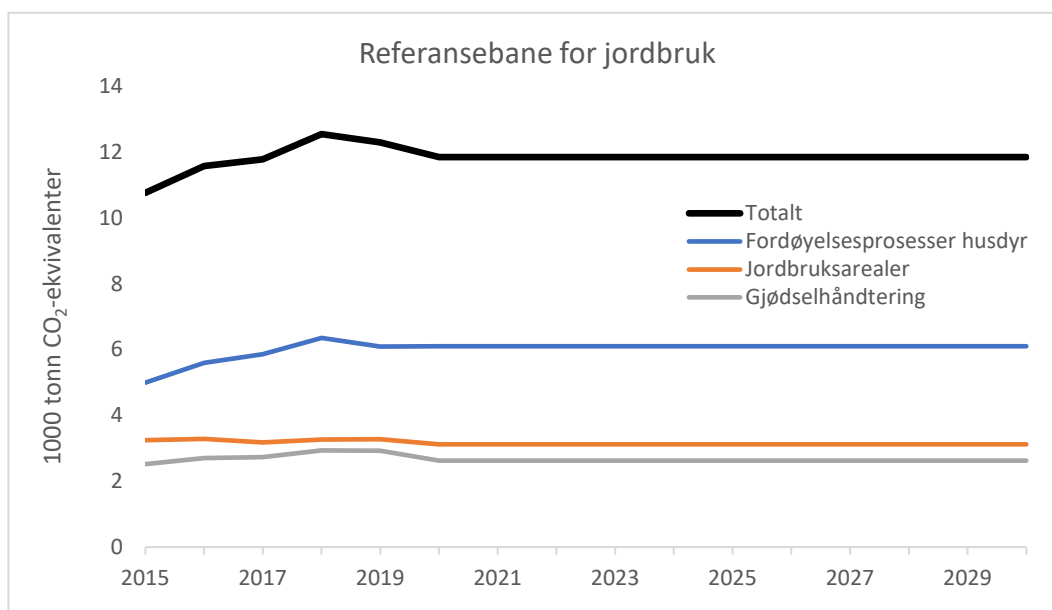
## 6.8 Jordbruk

### 6.8.1 Samlet utvikling i referansebanen for jordbruk

Jordbruk sto for mindre enn 3 prosent av samlede klimagassutslipp i Kristiansand i 2019. Sektoren består av de tre utslippskildene Fordøyelsesprosesser husdyr, Gjødselhåndtering og Jordbruksarealer. Jordbruk er samlet sett framskrevet med konstante utslipp i referansebanen på om lag 12 tusen tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter (se tabell 43 og figur 31).

**Tabell 43:** Utslipp i sektoren Jordbruk. Prosentvis endring i statistikk for 2019 og referansebanen for 2030 er angitt i forhold til utslipp i 2015. Endringer i tiltakspakkene er angitt i forhold til referansebanen i 2030.

Sektor	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Jordbruk	2015, Statistikk	10 761			
	2019, Statistikk	12 298	14 %		
	2030, Referansebane	11 846	10 %	11 846	11 846
	2030, Elektrifisering	11 846	0 %	11 846	11 846
	2030, Klimaplan	9 349	-21 %	9 349	9 349
	2030, Klimakur	9 349	-21 %	9 349	9 349
	2030, Radikale tiltak	9 349	-21 %	9 349	9 349

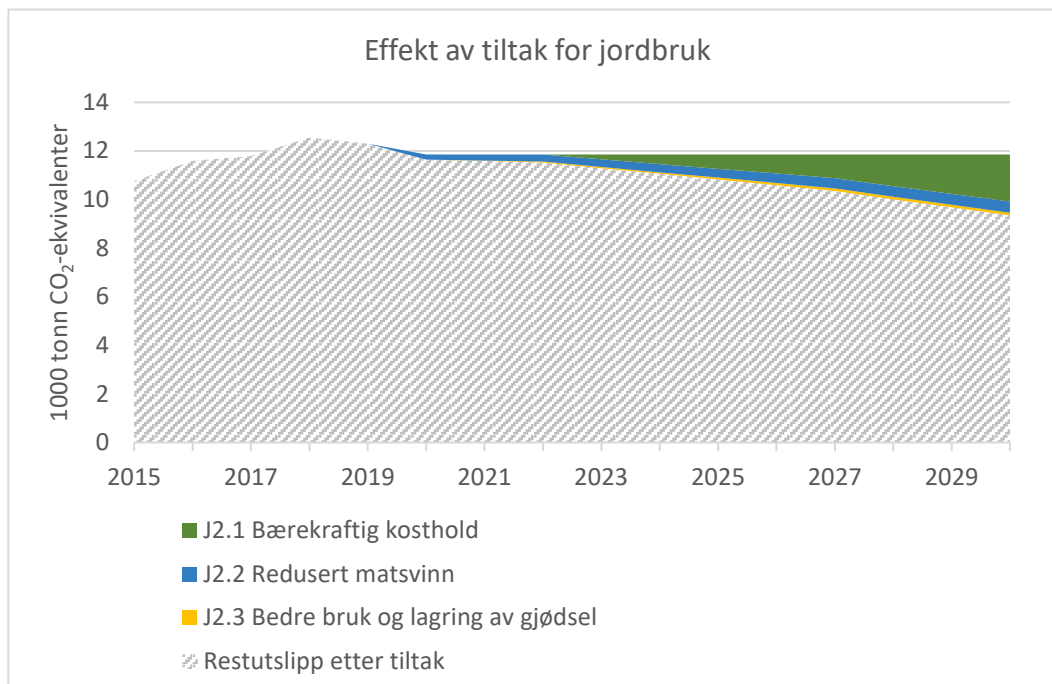


**Figur 31:** Utslipp i sektoren Jordbruk i referansebanen

### 6.8.2 Samlet effekt av tiltak for jordbruk

Tiltakene for Bærekraftig kosthold, Redusert matsvinn og Bedre bruk og lagring av gjødsel i tiltakspakke «Klimaplan for 2021-2030», gjør at utslippene reduseres med 21 prosent i forhold til referansebanen i 2030 (se tabell 43 og figur 32). Tiltakseffekten for Kristiansand er beregnet ved å anta samme relative reduksjon som på landsbasis i Klimakur 2030. En sentral forutsetning for kostholds- og matsvinntiltakene er at tiltakene gjennomføres nasjonalt og ikke bare i Kristiansand. Kostholdstiltaket er antatt å redusere potensialet for matsvinntiltaket gjennom endret

sammensetning av jordbruksproduksjonen. Dette innebærer at effekten av tiltak J2.2 Redusert matsvinn vil være høyere dersom tiltaket gjennomføres uten at tiltak J2.1 gjennomføres. Videre er både kostholds- og matsvinntiltaket antatt å redusere potensiale for den delen av gjødslingstiltaket som går på miljøvennlig spredning av husdyrgjødsel (J2.3-1) ved at en reduksjon i antall drøvtyggere gir mindre tilgjengelig husdyrgjødsel. Dette innebærer at effekten av tiltak J2.3 Bedre bruk og lagring av gjødsel vil være høyere dersom tiltaket gjennomføres uten at tiltak J2.1 og J2.2 gjennomføres.



Figur 32: Utslippsreduksjoner fra tiltak i sektoren Jordbruk

### Flere viktige tiltak innen jordbruk som faller utenfor avgrensningen

Tiltakspakkene omfatter tre tiltak innen jordbrukssektoren. I Klimakur 2030 er det imidlertid utredet hele tolv ulike tiltak i jordbrukssektoren, men hvorav kun fem kvantifiserte tiltak kan bokføres i utslippsregnskapet og gi synlig effekt på de nasjonale, og derav også de kommunefordelte, utslippstallene for jordbruk. Noen flere tiltak kan bokføres, men er ikke kvantifisert, mens en lang rekke tiltak ikke kan bokføres av regnskapstekniske årsaker. Dette innebærer at en rekke viktige tiltak innen jordbrukssektoren ikke blir synliggjort og at det ikke er mulig å inkludere disse direkte i tiltaksanalysene<sup>17</sup>. Eksempler på flere viktige tiltak innen jordbruket som er omtalt i Klimakur 2030, og hvor kommunene kan spille en rolle er:

- Stans i nydyrking av myr
- Bruk av fangvekster for økt karbonbinding
- Dreneringstiltak for reduserte lystgassutslipp og økte avlinger
- Karbonlagring i biokull
- Diverse førtiltak for redusert metandannelse og forbedrer produksjonen

For mer informasjon om klimatiltak i jordbruket henvises det også til Miljødirektoratets veileder for klimatiltak i landbruket (Miljødirektoratet, u.å.-b). Veilederen lister opp en rekke konkrete

<sup>17</sup> For enkelte av tiltakene vil effekten av regnskapstekniske årsaker bokføres i sektoren Skog og annen arealbruk, selv om tiltakene gjennomføres i jordbruket. Det foreligger et separat kommunefordelt klimagassregnskap fra Miljødirektoratet for sektoren Skog og annen arealbruk, som ikke er inkludert i vår analyse.

klimatiltak innen jordbruket hvor kommunene kan spille en rolle, hvorav de fleste også er omtalt i Klimakur 2030.

### 6.8.3 Fordøyelsesprosesser husdyr

Utslipp fra Fordøyelsesprosesser husdyr omfatter hovedsakelig metanutslipp fra fordøyelsessystemet til drøvtyggere. Utslippene fra Fordøyelsesprosesser husdyr har vist en økende trend siden 2009, men har flatet ut de siste årene. Ettersom vi ikke er kjent med planlagte økninger eller reduksjoner i husdyrbestanden som kan tenkes å påvirke framtidige utslipp, framskrives utslippene i referansebanen som konstant lik 6,1 tusen tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter.

Tiltakene i tiltakspakke 2, «Klimaplan for 2021-2030», gir en reduksjon i antall drøvtyggere og dermed en reduksjon av utslippene i 2030 på 24 prosent i forhold til referansebanen for fordøyelsesprosesser husdyr (se tabell 44).

**Tabell 44:** Utslipp fra utslippskilden Fordøyelsesprosesser husdyr

Utslippskilde	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Fordøyelsesprosesser husdyr	2015, Statistikk	4 992			
	2019, Statistikk	6 093	22 %		
	2030, Referansebane	6 103	22 %	6 103	6 103
	2030, Elektrifisering	6 103	0 %	6 103	6 103
	2030, Klimaplan	4 628	-24 %	4 628	4 628
	2030, Klimakur	4 628	-24 %	4 628	4 628
	2030, Radikale tiltak	4 628	-24 %	4 628	4 628

### 6.8.4 Gjødsselhåndtering

Utslipp fra Gjødsselhåndtering omfatter CH<sub>4</sub>- og N<sub>2</sub>O-utslipp fra lagring av gjødssel. Utslippskilden har ikke vist noen signifikant trend de siste årene, og utslippene i referansebanen framskrives som konstant lik 2,6 tusen tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter.

Tiltakene i tiltakspakke 2, «Klimaplan for 2021-2030», gir en reduksjon av utslippene i 2030 på 11 prosent i forhold til referansebanen for gjødsselhåndtering (se tabell 45).

**Tabell 45:** Utslipp fra utslippskilden Gjødsselhåndtering

Utslippskilde	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Gjødsselhåndtering	2015, Statistikk	2 523			
	2019, Statistikk	2 925	16 %		
	2030, Referansebane	2 623	4 %	2 623	2 623
	2030, Elektrifisering	2 623	0 %	2 623	2 623
	2030, Klimaplan	2 344	-11 %	2 344	2 344
	2030, Klimakur	2 344	-11 %	2 344	2 344
	2030, Radikale tiltak	2 344	-11 %	2 344	2 344

### 6.8.5 Jordbruksarealer

Utslipp fra Jordbruksarealer omfatter N<sub>2</sub>O-utslipp fra spredning av gjødsel (både husdyrgjødsel og kunstgjødsel), fra avføring fra dyr på beite og fra jordsmonnet på arealer brukt til jordbruk. I tillegg er utslipp fra urea, spredning av kompost og halmbrenning inkludert i kategorien jordbruksarealer i det kommunefordelte klimagassregnskapet<sup>18</sup>. Utslippskilden har ikke vist noen signifikant trend de siste årene, og utslippene i referansebanen framskrives som konstant lik 3,1 tusen tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter.

Tiltakene i tiltakspakke 2, «Klimaplan for 2021-2030», gir en reduksjon av utslippene i 2030 på 24 prosent i forhold til referansebanen for jordbruksarealer (se Tabell 46).

**Tabell 46:** Utslipp fra utslippskilden Jordbruksarealer

Utslippskilde	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Jordbruksarealer	2015, Statistikk	3 247			
	2019, Statistikk	3 281	1 %		
	2030, Referansebane	3 120	-4 %	3 120	3 120
	2030, Elektrifisering	3 120	0 %	3 120	3 120
	2030, Klimaplan	2 377	-24 %	2 377	2 377
	2030, Klimakur	2 377	-24 %	2 377	2 377
	2030, Radikale tiltak	2 377	-24 %	2 377	2 377

<sup>18</sup> Utslipp fra kalking skal i utgangspunktet også være inkludert i det kommunefordelte klimagassregnskapet, men har ved en feil falt ut av 2021-publiseringen (versjon 2021-02-22).

## 6.9 Luftfart

### 6.9.1 Samlet utvikling i referansebanen for luftfart

Samlet sett sto luftfart for i om lag 2 prosent av samlede klimagassutslipp i Kristiansand i 2019. Utslipp fra luftfart omfatter utslipp fra flybevegelser på bakken, og fra takeoff og landing for fly og helikopter opp til 3000 fot. Innenriks luftfart omfatter alle flygninger til eller fra en norsk flyplass. Utenriks luftfart omfatter flygninger med opphav eller destinasjon utenfor Norge. For luftfart forventes en betydelig nedgang i utslippene fra luftfart i 2020 og 2021 grunnet redusert flyaktivitet som følge av Covid-19. Prognoser fra Avinor viser at antall passasjerer forventes å raskt hoppe opp igjen på tilnærmet 2019-nivå fra 2023, for deretter å øke jevnt.

De samlede utslippene i referansebanen øker også jevnt fra 2023 som følge av den forventede økningen i aktivitet fra mot 2030, men økningen dempes noe av en forventet reduksjon i framtidig energiforbruk per passasjer for utenriks luftfart på bakgrunn av historisk observert trend. Vi ser også at utslippsøkningen fra og med 2023 forventes å starte på et utgangsnivå som ligger under 2019-utslippene. Dette skyldes hovedsakelig at antall passasjerer for innenriks luftfart forventes å hoppe opp igjen til et nivå lavere enn 2019-nivå. Samtidig vil omsetningskravet for biodrivstoff som inngår i referansebanen fra og med 2020 også bidra til å trekke utslippsnivået noe ned.

**Tabell 47:** Utslipp i sektoren Luftfart. Prosentvis endring i statistikk for 2019 og referansebanen for 2030 er angitt i forhold til utslipp i 2015. Endringer i tiltakspakkene er angitt i forhold til referansebanen i 2030.

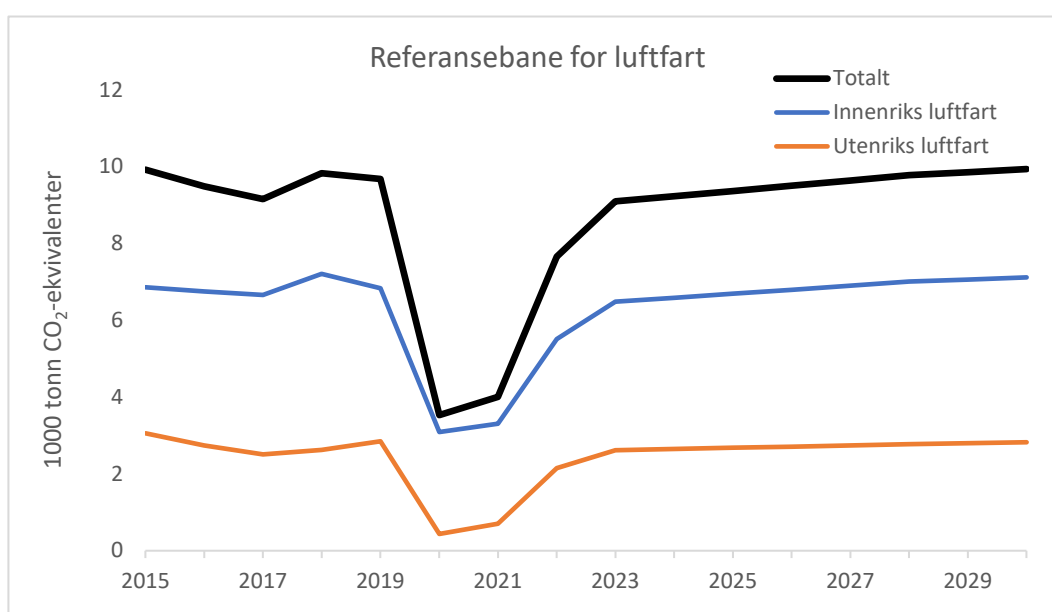
Sektor	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Luftfart	2015, Statistikk	9 916			
	2019, Statistikk	9 682	-2 %		
	2030, Referansebane	9 938	0 %	8 642	10 592
	2030, Elektrifisering	9 938	0 %	8 642	10 592
	2030, Klimaplan	6 936	-30 %	6 032	7 393
	2030, Klimakur	6 936	-30 %	6 032	7 393
	2030, Radikale tiltak	3 516	-65 %	3 058	3 748

**Tabell 48:** Utslipp fra utslippskilden Innenriks luftfart

Utslippskilde	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Innenriks luftfart	2015, Statistikk	6 859			
	2019, Statistikk	6 832	0 %		
	2030, Referansebane	7 118	4 %	6 188	7 588
	2030, Elektrifisering	7 118	0 %	6 188	7 588
	2030, Klimaplan	4 968	-30 %	4 319	5 296
	2030, Klimakur	4 968	-30 %	4 319	5 296
	2030, Radikale tiltak	2 519	-65 %	2 190	2 685

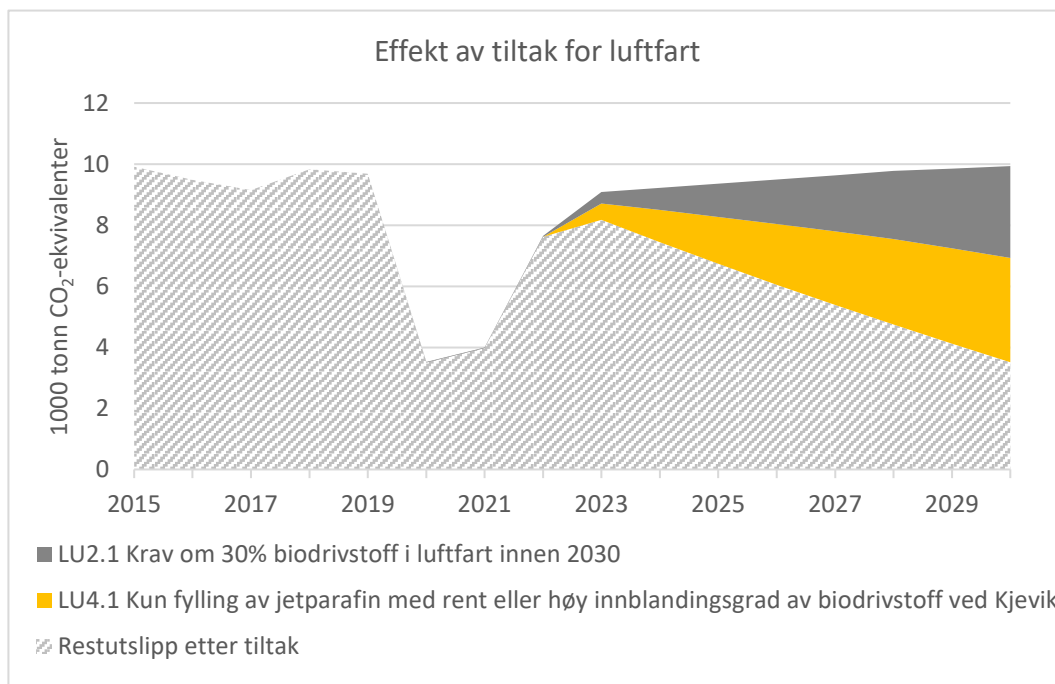
**Tabell 49:** Utslipp fra utslippskilden Utenriks luftfart

Utslippskilde	År / scenario	Utslipp, middelerdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Utenriks luftfart	2015, Statistikk	3 057			
	2019, Statistikk	2 850	-7 %		
	2030, Referansebane	2 820	-8 %	2 454	3 004
	2030, Elektrifisering	2 820	0 %	2 454	3 004
	2030, Klimaplan	1 968	-30 %	1 713	2 097
	2030, Klimakur	1 968	-30 %	1 713	2 097
	2030, Radikale tiltak	998	-65 %	868	1 063

**Figur 33:** Utslipp i sektoren Luftfart i referansebanen

### 6.9.2 Samlet effekt av tiltak for luftfart

Biodrivstofftiltaket i tiltakspakke «Klimaplan for 2021-2030» gjør at utslippene reduseres med 30 prosent i forhold til referansebanen i 2030 (se Tabell 47 og Figur 34). Videre gjør biodrivstofftiltaket i tiltakspakke «Radikale tiltak» at utslippene reduseres ytterligere, slik at samlet effekt av disse to tiltakene gjør at utslippene reduseres med 65 prosent i forhold til referansebanen i 2030. Tiltakene fører til at størstedelen av utslipp forbundet med flyavganger og tilhørende bakkebevegelser elimineres, men det vil fortsatt være utslipp forbundet med innflyvninger og bakkebevegelser ved ankomster.



**Figur 34:** Utslipsreduksjoner fra tiltak i sektoren Luftfart



## 6.10 Oppvarming

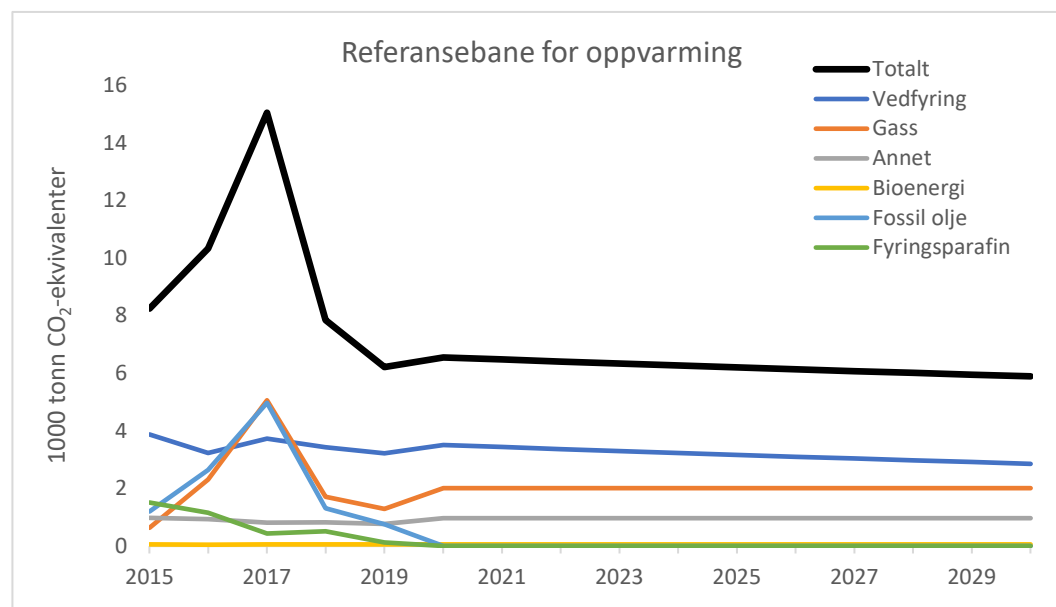
### 6.10.1 Samlet utvikling i referansebanen for oppvarming

Oppvarming er den minste utslippssektoren i Kristiansand og sto samlet sett for 1,5 prosent av samlede klimagassutslipp i Kristiansand i 2019. I Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap er sektoren delt inn i sju utslippskilder (energibærere), hvorav seks er inkludert her (Kristiansand har ingen utslipp fra kull). Vedfyring er den klart største utslippskilden innenfor sektoren.

I referansebanen går utslippene ned med 29 prosent til 2030 sammenliknet med 2015 (se Tabell 50 og Figur 35). Det aller meste av denne nedgangen skyldes nasjonalt forbud mot bruk av mineralolje til oppvarming av bygninger fra 2020 som fører til reduksjon i utslipp fra utslippskildene fossil olje og fyringsparafin. Dette er et tidligere nasjonalt vedtak, og ligger derfor inne i referansebanen. Nedgang er synlig også i årene før selve forbudet trer i kraft.

**Tabell 50:** Utslipp i sektoren Oppvarming. Prosentvis endring i statistikk for 2019 og referansebanen for 2030 er angitt i forhold til utslipp i 2015. Endringer i tiltakspakkene er angitt i forhold til referansebanen i 2030.

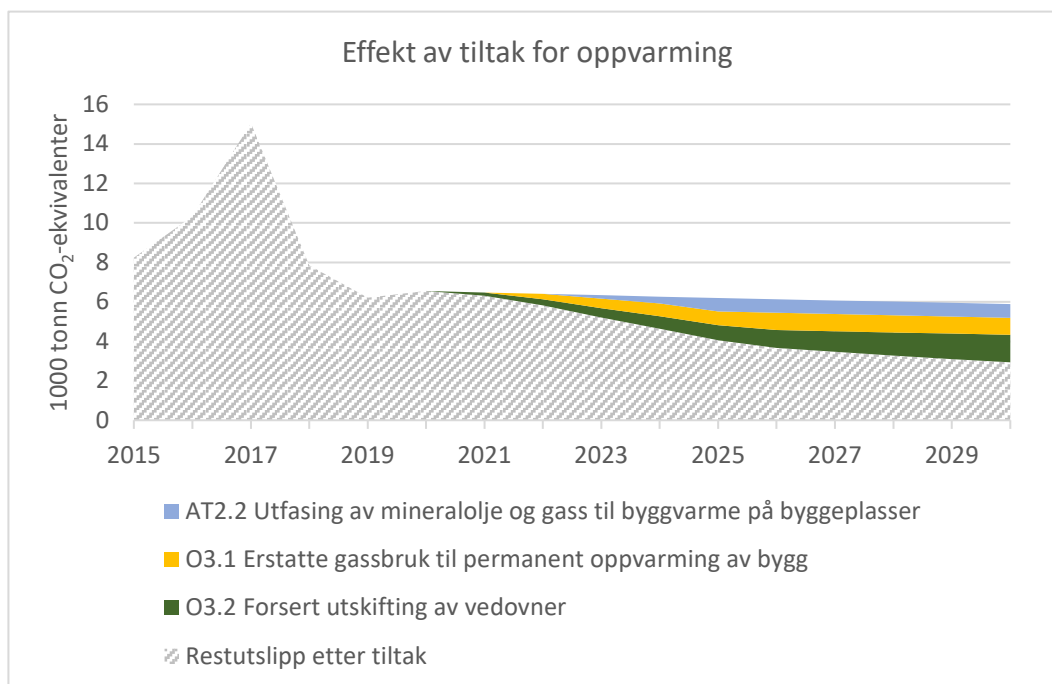
Sektor	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Oppvarming	2015, Statistikk	8 246			
	2019, Statistikk	6 217	-25 %		
	2030, Referansebane	5 893	-29 %	5 893	5 893
	2030, Elektrifisering	5 893	0 %	5 893	5 893
	2030, Klimaplan	5 200	-12 %	5 144	5 585
	2030, Klimakur	2 933	-50 %	2 672	3 113
	2030, Radikale tiltak	2 933	-50 %	2 672	3 113



**Figur 35:** Utslipp i sektoren Oppvarming i referansebanen

### 6.10.2 Samlet effekt av tiltak for oppvarming

Et tiltak for utfasing av bruk av fossil gass til midlertidig byggvarme på byggeplasser er inkludert i tiltakspakke «Klimaplan for 2021-2030». Tiltaket omfatter også utfasing av mineralolje (hovedsakelig anleggsdiesel) til midlertidig byggvarme, men på grunn av metodikken i Miljødirektoratets klimagassregnskap blir effekten av å fase ut anleggsdiesel bokført i sektoren Annen mobil forbrenning, mens effekten av å fase ut fossil gass blir bokført her (under sektoren Oppvarming). Videre er et tiltak for utfasing av bruk av gass til *permanent* oppvarming og et tiltak for forsert utskifting av vedovner inkludert i tiltakspakke «Klimakur 2030». Samlet sett bidrar disse tiltakene at utslippene reduseres med 50 prosent i forhold til referansebanen i 2030 (se Tabell 50 og Figur 36).



Figur 36: Utslippsreduksjoner fra tiltak i sektoren Oppvarming

### 6.10.3 Gass

Utslippskilden gass er utslipp fra forbrenning av naturgass, LPG og andre former for fossil gass for å varme opp bygninger. Utslippskilden omfatter også bruk av gass (LPG) til midlertidig byggvarme på byggeplasser. Energiforbruket av gass til lokal oppvarming viser ikke noen signifikant trend i de historiske tallene, og utslippene i referansebanen framskrives som konstant lik 2 tusen tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter.

Tiltaket for utfasing av bruk av fossil gass til midlertidig byggvarme på byggeplasser gir en reduksjon av utslippene i 2030 på 34 prosent i forhold til referansebanen for gass (se Tabell 51). Videre gjør tiltaket for utfasing av bruk av gass til permanent oppvarming at utslippene reduseres ytterligere, slik at samlet effekt av disse to tiltakene gjør at utslippene reduseres med 77 prosent i forhold til referansebanen for gass i 2030.

Tabell 51: Utslipp fra utslippskilden Gass

Utslippskilde	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Gass	2015, Statistikk	627			
	2019, Statistikk	1 292	106 %		
	2030, Referansebane	2 013	221 %	2 013	2 013
	2030, Elektrifisering	2 013	0 %	2 013	2 013
	2030, Klimaplan	1 320	-34 %	1 264	1 705
	2030, Klimakur	454	-77 %	193	634
	2030, Radikale tiltak	454	-77 %	193	634

#### 6.10.4 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. Utslippene går til null i referansebanen fra 2020 (se Tabell 52).

Siden utslippene i referansebanen går til null, er det ikke behov for ytterligere tiltak.

Tabell 52: Utslipp fra utslippskilden Fossil olje

Utslippskilde	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Fossil olje	2015, Statistikk	1 201			
	2019, Statistikk	756	-37 %		
	2030, Referansebane	0	-100 %	0	0
	2030, Elektrifisering	0	0 %	0	0
	2030, Klimaplan	0	0 %	0	0
	2030, Klimakur	0	0 %	0	0
	2030, Radikale tiltak	0	0 %	0	0

Tabell 53: Utslipp fra utslippskilden Fyringsparafin

Utslippskilde	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Fyringsparafin	2015, Statistikk	1 506			
	2019, Statistikk	125	-92 %		
	2030, Referansebane	0	-100 %	0	0
	2030, Elektrifisering	0	0 %	0	0
	2030, Klimaplan	0	0 %	0	0
	2030, Klimakur	0	0 %	0	0
	2030, Radikale tiltak	0	0 %	0	0

#### 6.10.5 Bioenergi

Utslippene for bioenergi til oppvarming er framskrevet med konstante utslipp i referansebanen på 59 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter (se Tabell 54).

Tiltakspakkene inneholder ingen tiltak for bioenergi, og utslippene er derfor uendret i forhold til referansebanen.

**Tabell 54:** Utslipp fra utslippskilden Bioenergi

Utslippskilde	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Bioenergi	2015, Statistikk	57			
	2019, Statistikk	57	0 %		
	2030, Referansebane	59	3 %	59	59
	2030, Elektrifisering	59	0 %	59	59
	2030, Klimaplan	59	0 %	59	59
	2030, Klimakur	59	0 %	59	59
	2030, Radikale tiltak	59	0 %	59	59

### 6.10.6 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, spesialavfall). Utslippene er framskrevet med konstante utslipp i referansebanen på i underkant av 1 000 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter (se Tabell 55).

Tiltakspakkene inneholder ingen tiltak for utslippskilden annet, og utslippene er derfor uendret i forhold til referansebanen.

**Tabell 55:** Utslipp fra utslippskilden Annet

Utslippskilde	År / scenario	Utslipp, middelverdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Annet	2015, Statistikk	982			
	2019, Statistikk	766	-22 %		
	2030, Referansebane	967	-2 %	967	967
	2030, Elektrifisering	967	0 %	967	967
	2030, Klimaplan	967	0 %	967	967
	2030, Klimakur	967	0 %	967	967
	2030, Radikale tiltak	967	0 %	967	967

### 6.10.7 Vedfyring

Utslippskilden vedfyring består av CH<sub>4</sub>- og N<sub>2</sub>O-utslipp fra forbrenning av ved (CO<sub>2</sub>-utslippene er ikke-fossile og derfor ikke inkludert). Temperaturkorrigert vedforbruket har ligget forholdsvis konstant siden 2011, mens utslippsfaktoren for metan har vist en nedadgående trend fra 2009 til 2019, som følge av en gradvis utskifting til nyere ovner, med en gjennomsnittlig årlig nedgang på 2,2 %. I framskrivingene i referansebanen legger vi en forlengelse av denne utviklingen til grunn. Utslippene i referansebanen viser med det en tilsvarende nedadgående trend fram mot 2030 hvor vi ser at utslippene går ned med 26 prosent sammenliknet med 2015.

Tiltaket for forsert utskifting av vedovner gir en reduksjon av utslippene i 2030 på 49 prosent i forhold til referansebanen for vedfyring (se Tabell 56).

**Tabell 56:** Utslipp fra utslippskilden Vedfyring

Utslippskilde	År / scenario	Utslipp, middelerdi	Prosent endring	Nedre grense	Øvre grense
Vedfyring	2015, Statistikk	3 873			
	2019, Statistikk	3 221	-17 %		
	2030, Referansebane	2 854	-26 %	2 854	2 854
	2030, Elektrifisering	2 854	0 %	2 854	2 854
	2030, Klimaplan	2 854	0 %	2 854	2 854
	2030, Klimakur	1 454	-49 %	1 454	1 454
	2030, Radikale tiltak	1 454	-49 %	1 454	1 454

## 7 Sektorspesifikk metodikk

### 7.1 Overordnede faktorer

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

#### 7.1.1 Befolkningsvekst

Historiske befolkningstall for årene 2019-2020 er hentet fra SSB Statistikkbanken (SSB, 2021a). For befolkningstall for årene 2021-2030 i Kristiansand og andre kommuner<sup>19</sup>, benyttes SSBs befolkningsframskrivninger fra august 2020 fra SSB, som var de nyeste framskrivninger for *regional* befolkningsvekst da arbeidet ble gjort (SSB, 2020c). Sentralestimatene for utslippsberegningene bruker hovedalternativet i SSBs framskriving (MMMM), mens alternativene for lav nasjonal vekst (LLML) og høy nasjonal vekst (HHMH) brukes i henholdsvis nedre og øvre grense for usikkerhetsintervallene.

For å beregne BNP-vekst per innbygger for årene 2021-2023 bruker vi imidlertid SSBs nyeste framskrivninger for *nasjonal* befolkningsvekst fra juni 2020, ettersom framskrivingen av økonomisk vekst tar utgangspunkt i nasjonale BNP-framskrivninger for fastlands-Norge (SSB, 2020b).

#### 7.1.2 Økonomisk vekst

For anslag for økonomisk vekst i referansebaneperioden brukes BNP for fastlands-Norge fra nasjonalregnskapet og fra Perspektivmeldingen 2021. BNP-vekst for fastlands-Norge i 2019 var på 2,3 % (SSB, 2021b), men det hersker stor usikkerhet om hvor stor nedgangen i BNP vil bli i 2020 på grunn av COVID-19-epidemien, og hvor raskt og i hvor stor grad veksten vil ta seg opp igjen i 2021 og årene framover. For årene 2020-2023 lar vi middelverdien og nedre og øvre grense for usikkerhetsintervallet svare til tre baner som ble lagt fram i figur 3.4 i Perspektivmeldingen 2021, henholdsvis «Norges Bank», «Norges Bank (lav)» og «SSB» (Finansdepartementet, 2021). Mer detaljert informasjonen for de tre banene er hentet fra Pengepolitisk rapport 4/20 (Norges Bank, 2020) og Konjunkturtendensene 2020/4 (SSB, 2020d) som beskrevet i andre delrapport fra utvalget "Norge mot 2025" til Perspektivmeldingen 2021 (Utvalget "Norge mot 2025", 2021).

For årene 2024-2030 bruker vi framskrivninger gitt i boks 3.2 i Perspektivmeldingen 2021, som viser at langtidstrenden for BNP-vekst per innbygger for fastlands-Norge er ventet å ligge på 1,1 % (Finansdepartementet, 2021). Fra 2024 blir den årlige BNP-veksten per innbygger 1,1 % i sentralestimatet. For øvre grense bruker vi den historiske veksten i fastlands-BNP per innbygger i perioden 1971-2015, på 2,0 % (Finansdepartementet, 2021). For nedre grense bruker vi den historiske veksten i fastlands-BNP per innbygger i perioden 1908-2019, på 0,7 % (Finansdepartementet, 2021). 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 framskrivninger for nasjonal befolkningsvekst fra juni 2020 (SSB, 2020b). Framskrevet BNP per innbygger er vist i tabell 57.

<sup>19</sup> Folketall i andre kommuner trengs for å gjøre framskrivninger og effektberegninger for utslippskilden Avfallsforbrenning, hvor det brennes husholdningsavfall både fra Kristiansand og fra en rekke andre kommuner i Agder og i Telemark og Vestfold. Se 7.4.1.

**Tabell 57:** Vekst i BNP per innbygger brukt i referansebanen (prosent).

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

## 7.2 Veitrafikk

Sektoren veitrafikk er delt inn i fire utslippskilder som vist i tabell 58. Videre deles hver utslippskilde opp i faktorer, som vist i tabellen.

**Tabell 58:** Struktur for sektor Veitrafikk

Utslippskilde	Bidrag	Faktor	Benevning
Personbiler	Personbiler	Innbyggertall (i Kristiansand)	antall personer
		Kjørelengde per innbygger	km per person
		Andel kjørelengde bensinbiler	-
		Utslipp per km for bensinbiler (gjennomsnittlig)	tonn per km
		Andel kjørelengde dieserbiler	-
		Utslipp per km for dieserbiler (gjennomsnittlig)	tonn per km
Varebiler	Varebiler	Samlet kjørelengde	km
		Andel kjørelengde bensinvarebiler	-
		Utslipp per km for bensinvarebiler (gjennomsnittlig)	tonn per km
		Andel kjørelengde dieselvarebiler	-
		Utslipp per km for dieselvarebiler (gjennomsnittlig)	tonn per km
Busser	Busser	Samlet kjørelengde	km
		Andel kjørelengde dieserbusser	-
		Utslipp per km for dieserbusser (gjennomsnittlig)	tonn per km
Tunge kjøretøy	Tunge kjøretøy	Samlet kjørelengde	km
		Andel kjørelengde tunge dieselkjøretøyer	-
		Utslipp per km for tunge dieselkjøretøyer (gjennomsnittlig)	tonn per km

Til utregning av hver utslippskilde benyttes følgende formler:

### Personbiler:

$$\begin{aligned} & \text{Innbyggertall} \cdot \text{Kjørelengde per innbygger} \\ & \quad \cdot (\text{Andel kjørelengde bensinbiler} \cdot \text{Utslipp per km for bensinbiler} \\ & \quad + \text{Andel kjørelengde dieserbiler} \cdot \text{Utslipp per km for dieserbiler}) \end{aligned}$$

### Varebiler:

$$\begin{aligned} & \text{Samlet kjørelengde} \\ & \quad \cdot (\text{Andel kjørelengde bensinvarebiler} \cdot \text{Utslipp per km for bensinvarebiler} \\ & \quad + \text{Andel kjørelengde dieselvarebiler} \cdot \text{Utslipp per km for dieselvarebiler}) \end{aligned}$$

### Busser:

$$\text{Samlet kjørelengde} \cdot \text{Andel kjørelengde dieserbusser} \cdot \text{Utslipp per km for dieserbusser}$$

### Tunge kjøretøy:

$$\begin{aligned} & \text{Samlet kjørelengde} \cdot \text{Andel kjørelengde tunge dieselkjøretøyer} \\ & \quad \cdot \text{Utslipp per km for tunge dieselkjøretøyer} \end{aligned}$$

For alle faktorene «Utslipp per km», kan faktoren for CO<sub>2</sub> videre 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.



For hver utslippskilde (biltype) antas det at andre typer energikilder utenom bensin og diesel (hovedsakelig el., samt noe hydrogen) er utslippsfrie. CNG er foreløpig ikke skilt ut i Miljødirektoratets utslippsregnskap eller tatt med i modellen som ligger til grunn for denne rapporten. Utslipp av CO<sub>2</sub> fra bensin og diesel justeres for gjennomsnittlig andel biodrivstoff.

### 7.2.1 Referansebanen

Som utgangspunkt for referansebanens klimagassutslipp fra veitrafikk legger vi til grunn Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap for kommunene for 2019 (Miljødirektoratet, 2021c). Her er utslippene fra veitrafikk beregnet med modellen 'NERVE', som er utviklet 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 befinner seg 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 2017-2019 basert på et gjennomsnitt av trafikktegninger for disse årene. Trafikkarbeid på veinettet i en kommune for hhv. personbiler, varebiler, busser og tunge biler brukes som inngangsdata til modellen NERVE, sammen med andel av kjørte kilometer som skjer med ulike drivstofftyper og kommunespesifikke utslippsfaktorer. For busstrafikk er det ikke informasjon i Klimagassregnskapet om fordeling på drivstofftyper, her henter vi tilleggsinformasjon fra en modell Multiconsult har utviklet for Agder kollektivtrafikk (AKT).

Ved beregning av utkjørt distanse for personbil i 2030 har vi lagt til grunn en beregning Rambøll har gjort med RTM-modellen for Statens vegvesen. Det ligger samme forutsetninger til grunn som ved framskrivingene til kommende NTP (2022-2033): Disse omfatter bl.a:

- Befolkning som i SSBs MMMM-framskriving fra 2020.
- Nye vegprosjekter som er påbegynt i 2019 inkluderes. For Kristiansand og omegn dreier det seg om ny E39 Kristiansand Vest-Røyskår og E39 Lyngdal-Sandnes.
- Elbilinnfasing som forutsatt i Nasjonalbudsjettet, med fortsatt lave kilometerkostnader for elbil.
- Bomstasjoner som i dag, med uendret gjennomsnittstakst. Dette forutsetter at taksten for fossilbiler øker i takt med økende elbilandel.
- Ingen nye restriktive tiltak mot bilkjøring, som parkeringsrestriksjoner eller økte parkeringstakster.
- Ingen forbedringer i kollektivtilbudet.
- Ingen ny tilrettelegging for fotgjengere og syklistene.

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

I NILUs arbeid med beregningsmodellen for utslipp fra veitrafikk (NERVE) har de regnet seg fram til gjennomsnittlige utslippsfaktorer (g CO<sub>2</sub>-ekvivalenter per km) per kjøretøytype (personbil, varebil, lastebil og buss) for hver kommune i Norge. Disse er oppgitt som tilleggsinformasjon i det kommunefordelte klimagassregnskapet for kommunene (Miljødirektoratet, 2020b).

Gjennomsnittlige utslippsfaktorer er beregnet basert på utslippsfaktorer for et stort antall kjøretøykategorier (biltyper) og kjøresituasjoner (fart, stigning, kø, veitype, omgivelse mv.), vektet med kommunens fordeling på kjøresituasjoner. Metodikken for dette er beskrevet i NILUs rapport (NILU, 2018).

Utslippsfaktorene som NILU bruker, omfatter summen av CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> og N<sub>2</sub>O, uttrykt som CO<sub>2</sub>-ekvivalenter, og tar hensyn til bioinnblanding og nullutslippsbiler. Basert på disse utslippsfaktorene har vi avledet gjennomsnittlige brutto utslippsfaktorer for «fossile» personbiler, varebiler, lastebiler og busser (dvs. ikke medregnet nullutslippsbiler og bioinnblanding) basert på oppgitt andel bioinnblanding, nullutslippsbiler og hybrider. Det er forutsatt en el-andel for ladbare hybrider på 50 % både i 2018 og i framtidige år. Figenbaum et al. (2019) angir at kjøring i elbilmodus etter hvert vil øke fra 50 % til 60-75 % for generasjonen biler som lanseres 2019 og framover. Dette kan tas hensyn til, men er noe vi foreløpig ikke har gjort. I og med at utslippsregnskapet ikke angir tall for omfang av og kjøring med hybridbiler, men splitter de ladbare hybridene 50/50 på elbiler og bensinbiler, har vi valgt å gjøre det samme for framtidige år. Utslippsfaktorene gjelder for rene bensin- og dieslbiler, men når de brukes vektet det for andel av kjøringen som foregår med ladbare hybrider.

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 mengde flytende drivstoff til veitrafikk fra 1.1.2021, målt i volum (FOR-2004-06-01-922). Bestemte typer avansert biodrivstoff kan imidlertid telles dobbelt for å oppfylle kravet, 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 faktisk samlet innblandingsgrad vil være 15,5 % dersom både kravet for samlet andel biodrivstoff og for andel avansert biodrivstoff oppfylles eksakt. Tabell 59 viser innblandingskrav med og uten dobbelttelling, og hvilken innblandingsandel vi faktisk bruker i referansebanen til å beregne utslippsfaktorer fra biler med forbrenningsmotor.

Det er foreslått utvidelser av omsetningskravet som ikke var vedtatt per 31.12.2020, men som er omtalt i Klimaplan for 2021-2030 (Klima- og miljødepartementet, 2021b). Her foreslås en økning i omsetningskravet fram mot 2030, for å holde omsatt biodrivstoffvolum konstant selv om drivstoffsalget faller som resultat av elektrifisering av bilparken. Denne utvidelsen er ikke en del av referansebanen, men inkludert i tiltakspakke «Klimaplan for 2021-2030». For 2021 og utover forutsetter vi en innblandingsandel lik kravet på 15,5 %. Vi antar at det fordeles på bensin og diesel med samme forholdstall som i 2019. Merk at omsetningskravet er angitt som prosent av omsatt volum (liter). For utslippsberegningene er det hvor stor andel av *energien* i drivstoffet som er relevant. Etersom biodrivstoff generelt har noe lavere energitetthet enn tilsvarende fossilt drivstoff, må volumandelene derfor regnes om til energiandeler. Se tabell 59.

**Tabell 59:** Nasjonalt omsetningskrav for biodrivstoff (FOR-2020-09-24-1944, 2020; Miljødirektoratet, 2017b), og faktisk innblanding historisk og benyttet i 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 60 for tilsvarende andeler av energiinnholdet, som brukes til å beregne reduksjoner i CO<sub>2</sub>-utslipp. Fram til og med 2020 legger vi til grunn rapportert innblanding for disse årene, basert på tall fra SSB og Skatteetaten (Skatteetaten, 2021). Tall for 2020 er foreløpige tall fra Skatteetaten (per april 2021). Endelige kontrollerte tall var ikke tilgjengelige tidsnok til å kunne tas med.

	Omsetningskrav (volumandel)	Omsetningskrav uten dobbelttelling	Faktisk innblanding (volumandel)*	Bensin (volumandel)	Diesel (volumandel)
2015	4,0 %	4,0 %	4,4 %	1,4 %	5,6 %
2016	5,5 %	5,5 %	9,9 %	5,7 %	11,5 %
2017	7,0 %	6,25 %	15,9 %	6,0 %	19,6 %
Fra 1. okt. 2017	8,0 %	6,75 %			
2018	10,0 %	8,25 %	12,2 %	6,5 %	14,2 %
2019	12,0 %	9,75 %	16,2 %	8,8 %	18,8 %
2020	20,0 %	16,0 %	14,0 %**	8,6 %	15,9 %
Fra 1. juli 2020	22,3 %	16,2 %			
Referansebanen (2021-2030)	24,5 %	15,5 %	15,5 %	9,5 %	17,6 %

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

\*\* 14,0 % og de tilsvarende andelene for bensin og diesel er foreløpige tall for biodrivstoffandelen i *hele* 2020.

Selv om tallet er lavere enn 16,2 %, ble omsetningskravet oppfylt fordi andelen «avansert» biodrivstoff var langt høyere enn minstekravet.

**Tabell 60:** Biodrivstoffandeler omgjort til andel av energiinnholdet i brennstoffet, for bensin og diesel separat (volumandeler er oppgitt i tabell 59). Energiandeler er regnet om fra volumandelene i tabell 59 ved hjelp av brennverdier (energi per kg) og massetetthet oppgitt i tabell 3.2 i det nasjonale utslippsregnskapet (Miljødirektoratet, 2020a). 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	0,9 %	5,1 %
2016	3,8 %	10,4 %
2017	4,0 %	17,9 %
2018	4,3 %	12,9 %
2019	5,9 %	17,2 %
2020	5,8 %	14,5 %
Referansebanen (2021-2030)	6,4 %	16,0 %

Følgende tabeller framstiller antakelser og usikkerhet i hvordan hver faktor utvikler seg i referansebanen for Veitrafikk:

**Tabell 61:** Antagelser per faktor for referansebanen i sektor Veitrafikk

Utslippskilde	Veitrafikk	
Bidrag	Personbiler	
Faktor	Innbyggertall (i Kristiansand)	antall personer
Antagelser	Utvikling i henhold til SSBs MMM-alternativ fra framskrivningen i 2020 (SSB, 2020c). Denne viser en vekst i befolkningen til 2030 på 8,8 % fra 2019, 7,6 % fra 2020.	
Usikkerhetsintervall	SSBs alternativ for lav nasjonal vekst og høy nasjonal vekst, jfr.kap. 4.1.1.	
Faktor	Kjørelengde per innbygger	Km per person
Antagelser	Rambøll har beregnet utvikling i utkjørt distanse med personbil i nullvekstområdet for Kristiansand i en referansebane mot 2030. Denne bygger på samme forutsetninger som i transportvirksomhetenes framskrivinger til NTP. Beregnet vekst i utkjørt distanse med personbil er beregnet å øke med 2,1 % fra 2018-2020 og 8,1 % fra 2020 til 2030 (10,3 % fra 2018-2030). Beregnet samlet kjørelengde med personbil brukes til å regne ut en gjennomsnittlig kjørelengde med personbil per innbygger i kommunen (dvs. utkjørt distanse som bilfører).	
Usikkerhetsintervall	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 annen side føre til en viss overføring fra kollektivtransport til bilkjøring. I mangel av bedre kunnskap velger vi å bruke +10 % og -15 % som usikkerhetsintervall.	
Faktor	Andel kjørelengde bensinbiler	-
Antagelser	For 2019 benyttes spesifikke tall for Kristiansand fra Miljødirektoratets klimagassregnskap. Denne viser at 32,5 % av kjøringen foregår med bensinbil. Det er verdt å merke seg at dette inkluderer 80 % av hybridenes kjøring, mens resten inngår som elbilkjøring. I og med at de ladbare hybridene tar større del av hybridmarkedet bør denne fordelingen justeres, slik at en større del av hybridene legges til elektrisk kjøring. Vi har inntil videre ikke gjort dette, da vi tror elbilandelen er relativt høy allerede ved de forutsetninger vi gjør (se under). Framskrivning av andel kjørelengde med ulike drivstofftyper er basert på forutsetningene i Nasjonalbudsjettet 2021 (NB21), hvor 90 % av nybilsalget er elektrisk i 2025, 95 % i 2030. Det resterende forventes å være ladbare hybrider, dvs. at det ikke selges såkalte fossilbiler fra 2025. NB21 angir hvordan nybilsalget (nasjonalt) fordeler seg på drivstofftyper. Ved bruk av bilbestandsmodellen BIG (Fridstrøm, 2019) er tidligere utviklingsbaner for nybilsalget (NB19- og NTP-banen, se under) framskrevet til baner for bilparkens sammensetning. BIG fordeler utkjørte kilometer mellom elbiler, hybrider, bensin- og dieslbiler. Det er også gjort en beregning for utviklingen i det enkelte fylke, basert på ulik historisk utvikling. Det er verdt å merke seg at BIG ikke er kjørt for NB21, kun for de tidligere utviklingsbanene NB19 og NTP-banen. Bilpark og andel utkjørt distanse i NB21-banen er anslått basert på forholdstall mellom denne og de to banene som tidligere er beregnet. For Vest-Agder (gammel fylkesinndeling) er det beregnet at rene elbiler i 2030 står for 64,8 % av utkjørt distanse. I tillegg kommer noe elektrisk kjøring fra hybrider, som nevnt høyere opp.	
Usikkerhetsintervall	Det presiseres i Nasjonalbudsjettet 2021 at elbillinfasingen forventes 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 er stor usikkerhet også 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.	

	Som øvre og nedre grense har vi valgt å legge til grunn hhv. NTP-banen med raskere innfasing av elbiler og NB19-banen med lavere innfasingstakt for elbilene. NB19-banen forutsetter at 75 % av nybilsalget er elbiler i 2030, mens ladbare hybrider utgjør 30 % i 2025 og 25 % i 2030 (dvs. ikke salg av fossibiler fra 2030). NTP-banen forutsetter at det kun selges elbiler fra 2025. For Vest-Agder beregnes det i NB19-banen at bilparken i Vest-Agder består av 51,8 % elbiler, mens NTP-banen gir 68,9 %.	
Faktor	Utslipp per km for bensinbiler (gjennomsnittlig)	tonn per km
Antagelser	I klimagassregnskapet går bensinbilenes utslipp nedover, med grovt regnet 2 % pr år. Dette skyldes delvis at bensinbiler over tid er blitt mindre enn tidligere. Vi forutsetter fortsatt nedgang, men ikke like kraftig, og legger til grunn 1 % lavere utslipp per km per år.	
Usikkerhetsintervall	Relativt lav usikkerhet i utviklingen. Setter øvre og nedre grense til +/- 10 %.	
Faktor	Andel kjørelengde dieserbiler	-
Antagelser	2019: 55,2 % i hht. Klimagassregnskapet. Utvikling: Samme beregningsmetodikk som for bensinbiler.	
Usikkerhetsintervall	Samme som for bensinbiler	
Faktor	Utslipp per km for dieserbiler (gjennomsnittlig)	tonn per km
Antagelser	Klimagassregnskapet viser liten endring i utslipp per km for dieserbiler de senere år. Vi velger derfor å videreføre 2019-utslippet fram til 2030. Uendret utslipp per km kan skyldes 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 gjennomføres under høye hastigheter	
Usikkerhetsintervall	Relativt lav usikkerhet i utviklingen. Setter øvre og nedre grense til +/- 10 %.	

Utslippskilde	Veitrafikk	
Bidrag	Varebiler	
Faktor	Samlet kjørelengde	km
Antagelser	Vi kjenner ikke til at det er gjort spesifikke beregninger for utvikling i framtidig utkjørt distanse med varebiler i Kristiansand. Vi velger derfor å ta utgangspunkt i 2019-nivået i Klimagassregnskapet og la varebiltrafikken vokse i takt med befolkningsveksten, dvs. 8,8 % økning fra 2019 til 2030.	
Usikkerhetsintervall	Betydelig usikkerhet, bl.a. knyttet til utviklingen i netthandel og hjemkjøring av varer. Bruker skjønnsmessig +/- 15 %	
Faktor	Andel kjørelengde bensinvarebiler	-
Antagelser	Ifølge Klimagassregnskapet utgjorde bensinvarebilene sin kjøring kun 1,7 % av samlet kjøring med varebil i 2019. Den har gått gradvis nedover, de siste årene med ca. et halvt prosentpoeng i året. Vi velger derfor å la andelen fortsette nedover til 0 i løpet av 3-4 år.	
Usikkerhetsintervall	Denne faktoren er av så liten betydning at det ikke defineres noe usikkerhetsintervall.	
Faktor	Utslipp per km for bensinvarebiler (gjennomsnittlig)	tonn per km
Antagelser	Beholdes uendret de få årene det fortsatt er forutsatt at bensinvarebiler finnes.	
Usikkerhetsintervall	Tilnærmet uten betydning for framskrivningen, legger derfor ikke inn noe usikkerhetsintervall.	
Faktor	Andel kjørelengde dieselvarebiler	-
Antagelser	For 2019 benyttes spesifikt tall for Kristiansand fra Miljødirektoratets klimagassregnskap, 97,4 %. Nasjonalbudsjettet 2021 forutsetter at 45 % av solgte varebiler i 2025 er elektriske og 74 % i 2030. Som for personbilene så har vi ikke en BIG-framskriving av bilparkens	

	sammensetning for NB21, men anslår en bane basert på tidligere framskrivninger for NB19- og NTP-banene. Det er ikke laget egne fylkesvise framskrivninger ved BIG. I og med at det forventes raskere innfasing av elvarebiler i byene enn på nasjonalt nivå, legger vi hovedbanen nærmere NTP-banen enn NB19-banen.	
Usikkerhetsintervall	Det er stor usikkerhet i hastigheten på innfasing av elvarebiler. Utskiftingen av biler går raskere enn for personbilene, men innfasingen vil i stor grad avhenge av tilgjengelige modeller i forhold til behov for bl.a. rekkevidde. Vi har også her valgt NTP-banen og NB19-banen som hhv. øvre og nedre grense. I NTP-banen forutsettes det at alle nye lette varebiler er elektriske i 2025 og at det samme gjelder tunge varebiler i 2030. NB19-banen legger til grunn at 37.5 % av solgte varebiler i 2030 skal være elektriske. NTP-banen gir en andel kjøring med elvarebil i 2030 på knapt 42 %, mens NB19-banen gir i underkant av 23 %.	
Faktor	Utslipp per km for dieselvarebiler (gjennomsnittlig)	tonn per km
Antagelser	Utslppsregnskapet indikerer tilnærmet uendret utslippsfaktor siden 2009. Vi legger derfor til grunn uendret utslipp per km også fram til 2030, ut fra en forutsetning om at eventuell energieffektivisering oppveies av mer kjøring i kø eller kjøring med høyere hastighet	
Usikkerhetsintervall	Relativt lav usikkerhet i utviklingen. Setter øvre og nedre grense til +/- 10 %.	

Utslippskilde	Veitrafikk	
Bidrag	Busser	
Faktor	Samlet kjørelengde	km
Antagelser	Utvikling i kjørelengde med buss avhenger av beslutninger om rutestruktur og frekvens. I utgangspunktet vil det ikke være behov for like høy økning i utkjørte kilometer som det etterspørselen øker, da det de fleste tider på døgnet finnes ledig kapasitet. Historisk utvikling i kjørelengde med buss fra Klimagassregnskapet er usikker, men viser en vekst på knapt halvparten av befolkningsveksten i perioden 2009-2019. Vi vil legge dette til grunn også framover, som innebærer en vekst i kilometer med buss på ca. 4,4 % fra 2019 til 2030.	
Usikkerhetsintervall	Setter et usikkerhetsintervall på +/- 10 % i utkjørte kilometer med buss.	
Faktor	Andel kjørelengde dieselbusser	-
Antagelser	Basert på dagens avtaler ligger det ikke an til endringer i bussparken i kommunen. Det kan skje ved neste anbud for Kristiansand i 2025, men det vil kreve beslutninger på lokalt nivå. Miljødirektoratets klimagassregnskap angir ikke fordeling på dieselbuss og nullutslippsbuss, vi vil i stedet basere oss på informasjon fra AKT. I 2019 var andel av kjørte kilometer med elbuss ca. 3,3 %, basert på informasjon fra Multiconsults modell for ATK. I og med at det ikke er gjort beslutninger om ytterligere innfasing legger vi i referansebanen til grunn at andelen holdes konstant fram til 2030. Innfasing av elbusser vil i stedet analyseres i tiltaksanalysene.	
Usikkerhetsintervall	Relativt liten usikkerhet i referansebanen, da denne baserer seg på dagens beslutninger om eventuell utskifting av bussparken. I praksis vil lokale beslutninger om framtidig busspark innebære at faktisk utvikling trolig vil avvike en del fra referansebanen. Dette vil ligge i tiltaksanalysene.	
Faktor	Utslipp per km for dieselbusser (gjennomsnittlig)	tonn per km
Antagelser	Videreføring av nivået i 2019, hentet fra Miljødirektoratets klimagassregnskap. Vi forutsetter uendret utslipp per kilometer fram mot 2030 da eventuelle endringer i bussparken ligger i tiltaksanalysene. Historisk har det vært stor variasjon i utslipp per kilometer fra dieselbusser knyttet til varierende nivå på bioinnblanding (fra minimumsinnblanding til 100 % innblanding). Utslippsfaktoren gjelder uten innblanding av biodrivstoff. Det er likevel relativt stor variasjon fra år til år, uten at vi kan forklare hvorfor.	
Usikkerhetsintervall	Usikkerheten i utslipp per kilometer for dieselbusser i kommunen vil være relativt liten så lenge bussparken holdes uendret. Legger likevel inn et intervall på +/- 10 %	

Utslippskilde	Veitrafikk	
Bidrag	Tunge kjøretøy	
Faktor	Samlet kjørelengde	km
Antagelser	For de tunge bilene har vi lagt til grunn siste framskriving på nasjonalt nivå (Madslien og Hovi, 2021). Denne viser en trafikkvekst for tunge biler på 31 % fra 2018 til 2030.	
Usikkerhetsintervall	Kjøring med tunge biler i kommunen er en kombinasjon av lokale transporter og gjennomgangstrafikk på E18. Det er høy usikkerhet knyttet til utviklingen i utkjørt distanse med tunge kjøretøy, f.eks. til framtidig organisering av logistikk og lagervirksomhet, konkurranse mot tog, utvikling i lokal industri, massetransporter knyttet til bygg og anlegg osv. Det må legges til at det også er en betydelig usikkerhet i Klimagassregnskapets tall for tungbilkjøring i den enkelte kommune, da det bygger på usikre data (tungbilmatrise i RTM). Vi velger et usikkerhetsintervall på +/- 20 %.	
Faktor	Andel kjørelengde tunge dieselskjøretøy	-
Antagelser	Dieselskjøretøy står i dag for tilnærmet all kjøring med tunge kjøretøy. Som for de andre kjøretøytypene er det tidligere utarbeidet baner for innfasing av nullutslipp for NB19-banen og NTP-banen (se informasjon under usikkerhetsintervall). Vi velger også for tunge biler å legge oss mellom disse banene, med en andel kilometer med nullutslipp i 2030 på ca. 5 %. Dette er noe under middelverdien av de to beregnede banene.	
Usikkerhetsintervall	Som for de andre kjøretøytypene velger vi å bruke NTP-banen og NB19-banen som øvre og nedre grense for usikkerhetsintervall også for andel av kjørte kilometer som utføres av nullutslippskjøretøy. I NB19-banen selges kun en neglisjerbar andel tunge biler med nullutslipp i 2030, og beregning med BIG gir at under 1 % av utkjørt distanse i 2030 vil utføres av slike biler. I NTP-banen forutsettes det at halvparten av de nye lastebilene skal være batteri- eller hydrogendrevne fra 2030, mens andelen hybridiserte nye lastebiler skal øke fra 1 % til 50 % av alle lastebiler med forbrenningsmotor mellom 2018 og 2030. BIG-modellen sin framskriving gir at ca. 15 % av utkjørt distanse i 2030 skjer med nullutslippskjøretøy.	
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	Det legges inn et usikkerhetsintervall på +/- 10 %.	

## 7.2.2 Tiltaksanalyser

**Tabell 62:** Tiltakseffekt per faktor for tiltak i sektor Veitrafikk

Tiltak	T1.1	Elektrifisering av bybussene	Veitrafikk
Tiltakspakke	1 - Elektrifisering		
Antagelser	Tiltaket antar at alle AKTs busser som tilhører kontraktområdet Kristiansand og kjører innenfor Kristiansand kommune, elektrifiseres og gjøres utslippsfrie. Ifølge miljørapport fra AKT (utarbeidet av Multiconsult) datert april 2019 omfattet bussrutene i Kristiansand kontraktområde ca. 7,26 millioner rutekilometer. Anslag fra Multiconsult (basert på 2020-data) anslår at knapt 95 % eller 6,88 millioner km av disse er innenfor Kristiansand kommune. Dette utgjør drøyt 73 % i forhold til det samlede antall kilometer som er anslått for busskjøring i Kristiansand i 2019 i Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap (9,37 millioner km). Vi antar at alle disse kilometerne går over til å kjøres med el- eller annen type nullutslippsbuss, men reduserer effekten tilsvarende den andelen av busstrafikken som allerede er eller blir elektrifisert i referansebanen (vi antar at alle bussene som elektrifiseres i referansebanen, tilhører AKTs kontraktområde for Kristiansand, ettersom disse sannsynligvis vil være lettere å elektrifisere enn andre busser, som må antas typisk å kjøre lengre distanser.		
Forutsetninger	Tiltaket forutsetter at alle AKT-bussrutene i Kristiansand kan betjenes av helelektriske busser. Tidsutviklingen forutsetter at bussene elektrifiseres når den nåværende kontrakten med Boreal utløper i 2025.		
Faktor	Andel kjørelengde dieselbusser	Busser	
Tiltakseffekt	Reduseres med 70,1 prosentpoeng fra 2026 (tilsvarende 73,4 prosentpoeng, minus 3,3 prosentpoeng, tilsvarende den andelen som allerede er elektrifisert i referansebanen), og med halvparten av dette i 2025. Opptrappingen fra null effekt i 2024, halv effekt i 2025 og full effekt fra og med 2026 svarer til at kontrakten med Boreal utløper sommeren 2025.		
Usikkerhetsintervall	Vi har ikke grunnlag for å kvantifisere usikkerheten i effekten for dette tiltaket. Det er vesentlig ikke-kvantifisert usikkerhet knyttet til hvor stor del av den samlede kjørelengden som faktisk utgjøres av bybusser innenfor kommunegrensa.		

Tiltak	T1.2	Elektrifisering av taxiflåten	Veitrafikk
Tiltakspakke	1 - Elektrifisering		
Antagelser	Tiltaket antar at alle taxier i Kristiansand er elektrifisert innen utgangen av 2024. For å beregne effekten i forhold til referansebanen antas det videre at taxier i referansebanen elektrifiseres i samme tempo og i samme grad som personbiler generelt. For enkelhets skyld antas det at nåværende ikke-elektriske drosjer er dieselbiler. Vi vet ikke hvor mange kjøretøykilometer taxiene i Kristiansand står for eller nøyaktig antall dieseldrevne taxier i forhold til nullutslippstaxier, men antar at andelen som dieseldrevne utgjør av alle dieseldrevne personbiler er lik forholdet mellom potensialet for utslippsreduksjon ved elektrifisering som THEMA Consulting identifiserte i sin rapport (basert på 2017-data) og utslipp fra dieseldrevne personbiler i 2017 i Miljødirektoratets kommunefordelte utslippsstatistikk. Vi antar for enkelhets skyld at denne andelen holder seg konstant gjennom hele referansebaneperioden (dvs. at taxitrafikken utvikler seg i samme takt som personbiltrafikken generelt). Basert på krav fra Agder Taxi (se under) antar vi at tiltaket har full effekt fra og med 2025, og fases inn lineært fra og med 2022.		
Forutsetninger	Tiltaket forutsetter at Kristiansand kommune stiller miljøkrav om nullutslipp (batteri eller hydrogen) til drosjenæringen i kommunen, og at dette gjøres tidlig nok til at utskifting av gjenværende taxier med forbrenningsmotor kan skje innen utgangen av 2024. Dette virker realistisk. For eksempel opplyser Agder Taxi at de vil stille krav om at nyregistrerte taxier med kapasitet opp til 6 personer må være utslippsfrie fra 1.7.2021, og at alle deres taxier av denne størrelsen må være utslippsfrie fra 1.7.2024.		



Faktor	Andel kjørelengde diesebiler	Personbiler
Tiltakseffekt	Reduseres med en faktor lik andelen som antall kjøretøykilometer for taxier utgjør av antall kjøretøykilometer for dieseldrevne personbiler totalt, gitt antagelsene under «Antagelser» ovenfor, fra og med 2025. Før 2025 avtar reduksjonsfaktoren (dvs. at nedgangen i andel øker) lineært fra 1 i 2021.	
Usikkerhetsintervall	Vi har ikke grunnlag for å kvantifisere usikkerheten for dette tiltaket. Det er ikke-kvantisert usikkerhet knyttet til hva samlet kjørelengde for taxier er i forhold til samlet kjørelengde for personbiler generelt, samt hvor stor forskjell det er i elektrifiseringsgraden og elektrifiseringstakten for taxier i forhold til andre personbiler.	

Tiltak	T1.3	Nullutslipp fra kommunale lette kjøretøy	Veitrafikk
Tiltakspakke	1 - Elektrifisering		
Antagelser	<p>Alle kommunale lette kjøretøy (personbiler og varebiler) er nullutslipp innen 2030. Det antas at elektrifiseringen skjer gradvis fra 2020 til 2030, i tråd med det tilsvarende tiltaket i analysen av elektrifiseringspotensialet i Kristiansand gjennomført av THEMA Consulting.</p> <p>Effektberegningen benytter en oversikt og prognose for antall lette kjøretøy per år fra 2020 til 2030 mottatt fra Kristiansand kommune, sammen med et anslag fra kommunen om gjennomsnittlig kjørelengde på 12 000 km per kjøretøy per år. Oversikten inneholder også oversikt over antall elbiler ved utgangen av 2020 (129 av 519), og prognose for antall og andel av elbiler for hvert år fram til utgangen av 2029 gitt planlagt utskifting, og bygger på økonomiplanen for 2021-2024. Det antas at det ved inngangen til 2030 vil være 423 elbiler av totalt 546 lette kjøretøy, eller 78 prosent. Økningen i andel elbiler går raskt i begynnelsen, spesielt fram til 2024, men langsommere etter det.</p> <p>For å beregne effekt i forhold til referansebanen antar vi at elektrifiseringen av kommunale lette kjøretøy i referansebanen følger prognosen fra Kristiansand kommune. For tiltakseffekten antar vi at andelen elbiler følger samme tidsprofil som prognosen, men med en litt høyere vekstrate hvert år slik at andelen når 100 prosent ved utgangen av 2029. Dette innebærer at antallet elbiler hvert år skaleres opp med en faktor lik forholdet mellom 100 % og andelen elbiler ved utgangen av 2029 i prognosen (77,5 %), det vil si med en faktor lik 1,29. Det innebærer videre at antallet elbiler som erstatter fossile biler hvert år må være ca. 29 % høyere enn i prognosen. For enkelhets skyld antar vi at alle de fossile personbilene i kjøretøyparken er diesebiler.</p>		
Forutsetninger	Tiltaket forutsetter kun vedtak om full elektrifisering av kommunale lette kjøretøy innen 2030, og bevilging av nødvendige midler. Det forutsettes også at det ikke er noen tekniske hindre for å elektrifisere hele parken av varebiler.		
Faktor	Andel kjørelengde diesebiler	Personbiler	
Tiltakseffekt	Antall kjøretøykilometer for det netto antallet kommunale fossile personbiler som konverteres til elektrisitet hvert år beregnes (gitt 12 000 km per kjøretøy per år). Vi beregner så hvilken andel dette utgjør av antall kilometer kjørt av personbiler totalt i referansebanen for hvert år, og dette forholdstallet trekkes fra den verdien som Andel kjørelengde diesebiler har i referansebanen. Dette gjøres fra og med 2022 til og med 2029.		
Usikkerhetsintervall	Vi har ikke grunnlag for å kvantifisere usikkerheten for dette tiltaket. Det er ikke-kvantisert usikkerhet knyttet til den faktiske årlige kjørelengden for kommunale lette biler, og om gjennomsnittlig drivstofforbruk per km er vesentlig forskjellig fra gjennomsnittet for personbiler generelt.		
Faktor	Andel kjørelengde dieselvarebiler	Varebiler	
Tiltakseffekt	Vi har ikke data om det samlede antallet varebiler per i dag, og det er uklart hvor raskt antallet vil utvikle seg. Videre gjelder tiltaket i utgangspunktet lette kjøretøy. Vi antar derfor ikke noen endring i andelen dieselvarebiler i forhold til referansebanen.		
Usikkerhetsintervall	Vi har ikke grunnlag for å kvantifisere usikkerheten for dette tiltaket. Det er ikke-kvantisert usikkerhet knyttet til den faktiske årlige kjørelengden for kommunale lette biler, og om gjennomsnittlig drivstofforbruk per km er vesentlig forskjellig fra gjennomsnittet for personbiler generelt.		

Tiltak	T2.1, 100 % av nye personbiler er elektriske innen utgangen av 2025 T2.2, 100 % av nye lette varebiler er nullutslipp innen utgangen av 2025 T2.3, 100 % av nye tyngre varebiler er nullutslipp innen utgangen av 2030 T2.4 50 % av nye lastebiler er nullutslipp i 2030	Veitrafikk
Tiltakspakke	2 - Klimaplan	
Antagelser	Disse fire tiltakene tilsvarer tiltakene T05, 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 middelverdien i referansebanen. Men kravene ligger veldig nære den innfasingen som forutsettes i NTP, som ligger til grunn for <i>nedre</i> grense av usikkerhetsintervallet i referansebanen.  Forskjellen er at NTP er litt mindre ambisiøs for varebiler (100 % av nye lette varebiler er elektriske innen 2030 snarere enn 2025) men noe <i>mer</i> ambisiøs for tunge kjøretøy (50 % av <i>alle</i> nye tunge lastebiler er elektriske eller hydrogenkjøretøy i 2030, inkludert trekkvogner). I mangel av bedre estimater vurderer vi at disse forskjellen er små i forhold til usikkerheten, og benytter derfor nullutslippandelene i NTP som et estimat for effekten av tiltakene.	
Forutsetninger	Tiltaket forutsetter at nødvendige krav eller virkemidler tilstrekkelige for å utløse målene vedtas på nasjonalt nivå. I mangel av dette kan det undersøkes om Kristiansand kommune eller Agder fylkeskommune enten har hjemmel til å innføre deler av kravene lokalt, eller eventuelt kan iverksette lokale insentivordninger som oppnår deler av målene. Men lokale tiltak vil uansett ikke ventes å oppnå den samme effekten, ettersom det ikke nødvendigvis påvirker biler som kjører i Kristiansand fra andre kommuner eller fylker, og heller ikke innbyggere i Kristiansand som kjøper bil fra en annen kommune eller fylke.	
Faktor	Andel kjørelengde dieslbiler Andel kjørelengde bensinbiler	Personbiler Varebiler Busser Tunge kjøretøy
Tiltakseffekt	Vi antar at andelen fossile biler for den aktuelle biltypen settes lik det som er nedre grense for usikkerhetsintervallet før tiltaket gjennomføres.	
Usikkerhetsintervall	Vi har ikke grunnlag for å beregne ytterligere usikkerhetsintervall for fossilbilandelene etter at tiltaket er gjennomført.	

Tiltak	T2.5 Omsetningskrav for biodrivstoff i veitransport	Veitrafikk
Tiltakspakke	2 - Klimaplan	
Antagelser	Tiltaket går ut på å omgjøre dagens omsetningskrav for biodrivstoff i veitrafikk, fra å kreve at biodrivstoff utgjør en bestemt <i>volumandel</i> , til å kreve at det <i>absolutte</i> volumet opprettholdes (i stedet for å falle, slik det er forventet hvis andelen nullutslippsbiler øker og det totalt omsatt antall liter veidrivstoff går ned). Det antas at tiltaket innebærer at det omsatte volumet av bioetanol og av biodiesel holdes konstant lik volumet som ble omsatt i 2020. Hvis dette i noen år viser seg å være lavere enn det tidligere kravet formulert som volumprosent, antar vi at det gamle kravet fortsatt gjelder.  Kravet vil sannsynligvis gjelde forhandleres salg av biodrivstoff på landsbasis. Volumet biodrivstoff omsatt lokalt i Kristiansand vil derfor ikke være konstant, og kan strengt tatt ikke anslås fra referansebanen og lokale tiltak i Kristiansand alene. For å tilnærme effekten av dette tiltaket og samtidig gjøre beregningene håndterbare, antar vi derfor at volumet biodrivstoff i Kristiansand holdes konstant lik det det er i 2021 (som er litt høyere enn i 2020) etter at tiltak i pakke 1 og i pakke 2 er gjennomført. Pakke 1 inkluderes fordi det forenkler beregningene og ikke påvirker resultatet i vesentlig grad, mens pakke 2 (dvs. tiltak T2.1-T2.4) inkluderes fordi disse er nasjonale tiltak som ventes gjennomført som følge av Klimaplanen. Pakke 3 og 4 holdes utenfor ettersom disse ikke antas å bli utløst av Klimaplanen, og effekten av dem vil være mer (enda mer) avhengige av lokale forhold enn tiltakene i pakke 2. Pakke 3 og særlig pakke 4 fører dessuten til en skarp nedgang i mengden drivstoff som omsettes lokalt i Kristiansand, og å ta dem med i beregningen av T2.5 ville derfor føre til svært høye bioandeler, langt mer enn det man rimelig kan forvente på nasjonalt nivå som følge av tiltaket.	

	For å forenkle beregningene antar vi at volumene biodrivstoff i bensin (bioetanol) og i diesel separat holdes konstant.	
Forutsetninger	Forutsetter at det nye omsetningskravet vedtas nasjonalt, ettersom det ikke er mulig å gjennomføre det med full effekt i Kristiansand alene.	
Faktor	Andel biodrivstoff	Personbiler Varebiler Busser Tunge kjøretøy
Tiltakseffekt	Volumet bioetanol og biodiesel i 2021 samt samlet volum av bensin og diesel for årene 2021-2030 regnes ut etter at tiltak i pakke 1 og de andre tiltakene i pakke 2 er gjennomført. Andel biodrivstoff for henholdsvis bensin og diesel settes så lik den andelen man får ved å anta at volumet biodiesel og bioetanol i hvert år er lik volumet i 2021 (hvis dette er høyere enn hva bioandelen var i utgangspunktet).	
Usikkerhetsintervall	Benyttes ikke, det antas at kravet oppfylles eksakt.	

Tiltak	T3.1	Nullvekstmål for personbiltransporten	Veitrafikk
Tiltakspakke	3 - Klimakur 2030		
Antagelser	Tiltaket innebærer at all vekst i persontransport i byområdene skal tas med kollektivtransport, sykkel og gange. Vi antar derfor at antall kjøretøykilometer for personbiler ikke vokser i løpet av perioden (fra og med 2021), og at det blir en viss vekst i antall kjøretøykilometer kjørt med buss.		
Forutsetninger	Tiltaket vil høyst sannsynlig forutsette gjeninnføring av bompenger, og muligvis andre insentiver for å begrense veksten i personbiltrafikken.		
Faktor	Kjørelengde per innbygger		Personbiler
Tiltakseffekt	Samlet kjørelengde for personbiler i hvert år i perioden begrenses til å være lik kjørelengden i 2021 i referansebanen. Kjørelengde per innbygger for hvert år i perioden beregnes på nytt ved å ta minimumsverdien av kjørelengde for personbiler i 2021 og i det aktuelle året i referansebanen, og dividere med framskrevet antall innbyggere i det aktuelle året.		
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke usikkerhetsintervall for effekten av dette tiltaket, utover det som følger av usikkerhetsintervallene for hvordan befolkningstall og kjørelengder per person utvikler seg i referansebanen. Usikkerheten knyttes i stedet til hvordan busstrafikken endrer seg.		
Faktor	Samlet kjørelengde		Busser
Tiltakseffekt	Vi antar som hovedverdi at kjørelengde for buss øker tilsvarende den reduserte kjørelengden for personbiler, dividert med 45,5, tilsvarende at en buss har plass til 50 passasjerer, og at en personbil i gjennomsnitt frakter 1,1 mennesker (estimat oppgitt av AKT).		
Usikkerhetsintervall	Nedre grense: Ingen økning i kjørelengde for buss. Reflekterer muligheten for at eksisterende busstilbud eller en omlegging av ruter som ikke innebærer mer kjøring er omfattende nok til å kunne ta unna økningen i passasjertall og eventuelle endrede forflytningsmønstre. Øvre grense: Dobbel så stor økning som for hovedverdien, tilsvarende at man treffer ekstra uheldig med hensyn til kapasitetsutnyttelsen i det eksisterende bussnettet, eller at man må sette inn ekstra mange nye ruter for å dekke nye forflytningsmønstre.		

Tiltak	T3.2	Forbedret logistikk for varebiltransport	Veitrafikk
Tiltakspakke	3 - Klimakur 2030		
Antagelser	<p>Tiltaket er hentet fra tiltak T03 i Klimakur 2030, og omfatter forbedringer i logistikk i forbindelse med varebilbruk, slik at samlet kjørelengde reduseres.</p> <p>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.</p>		
Forutsetninger	Tiltaket forutsetter trolig samarbeid med leverandører og tjenesteytere som bruke varebil, og kan være komplisert å gjennomføre på grunn av det store antallet varierte aktører involvert. Se nærmere beskrivelse i tiltaksark T03 i Vedlegg 1 til Klimakur 2030.		
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 2022-2030 er lik den prosentvise reduksjonen i utslipp fra varebil for tiltak T03 i forhold til referansebanen for Klimakur 2030. Dette betyr en litt senere start, men litt raskere innfasing enn i Klimakur 2030 (hvor tiltaket starter i 2021).		
Usikkerhetsintervall	Benyttes ikke. Vi har ikke tilstrekkelig grunnlag til å anslå usikkerhet for potensialet til dette tiltaket.		

Tiltak	T3.3	Forbedret logistikk og økt effektivisering av lastebiler	Veitrafikk
Tiltakspakke	3 - Klimakur 2030		
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.		
Forutsetninger	Se omtale av tiltak T04 i Vedlegg 1 til Klimakur 2030 for diskusjon av forutsetninger for å realisere tiltaket.		
Faktor	Samlet kjørelengde	Tunge kjøretøy	
Tiltakseffekt	Går ned med 4 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 anslå usikkerhet for potensialet til dette tiltaket.		
Faktor	Utslipp per km for tunge dieselskjøretøy	Tunge kjøretøy	
Tiltakseffekt	Går ned med 7 prosent i forhold til referansebanen i 2030, og fases inn lineært fra 2022. Dette betyr en litt senere start, men litt raskere innfasingstakt enn i Klimakur 2030 (hvor tiltaket starter i 2021).		
Usikkerhetsintervall	Benyttes ikke. Vi har ikke tilstrekkelig grunnlag til å anslå usikkerhet for potensialet til dette tiltaket.		

Tiltak	T4.1	Nullutslippssone for personbiler i hele Kristiansand	Veitrafikk
Tiltakspakke	4 - Radikale 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 Kristiansand 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 Kristiansand sannsynligvis ikke vil velge å kjøpe fossile biler når et slikt tiltak er blitt vedtatt.		

Forutsetninger	Tiltaket forutsetter at Kristiansand 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. Det forutsettes også at det bygges innfartsparkering og et tilstrekkelig kollektivtilbud til å gjøre det mulig å reise til og i Kristiansand for dem som ikke har elbil.	
Faktor	Andel kjørelengde bensinbiler Andel kjørelengde dieserbiler	Personbiler
Tiltakseffekt	Faktorene reduseres lineært fra opprinnelig verdi i 2025 til null i 2030.	
Usikkerhetsintervall	Benyttes ikke. Det antas at tiltaket gjennomføres i sin helhet, og kjørelengder med fossile personbiler dermed blir null eller praktisk talt null.	

Tiltak	T4.2	Nullutslippssone for varebiler i hele Kristiansand	Veitrafikk
Tiltakspakke	4 - Radikale tiltak		
Antagelser	Samme type antakelser som T4.1, men rettet mot varebiler.		
Forutsetninger	I tillegg til myndighet (se T4.1) 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 unødvendig 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 bensinbiler Andel kjørelengde dieselvarebiler	Varebiler	
Tiltakseffekt	Antas å gå mot null fra 2025 til 2030, på samme måte som for T4.1.		
Usikkerhetsintervall	Benyttes ikke, av samme grunn som T4.1.		

Tiltak	T4.3	Nullutslippssone for tungtransport i hele Kristiansand	Veitrafikk
Tiltakspakke	4 - Radikale tiltak		
Antagelser	Dette tiltaket innebærer at kun el-, hydrogen- og andre fossilfrie lastebiler kjører innenfor kommunegrensa, og at eventuelle fossile lastebiler som transporterer varer til Kristiansand, laster om til utslippsfrie lastebiler eller varebiler ved kommunegrensa. Det forutsettes at all videretransport i Kristiansand 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. Dette fører både til en reduksjon i andel kjørelengde for tunge dieserbiler, 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.		
Forutsetninger	Tiltaket forutsetter myndighet til å innføre tilstrekkelige virkemidler (se T4.1), 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 dieselskjøretøy	Tunge kjøretøy	
Tiltakseffekt	Går lineært til null fra 2027 til 2030.		
Usikkerhetsintervall	Benyttes ikke.		

Tiltak	T4.4	Nullutslippssone for busser i hele Kristiansand	Veitrafikk
Tiltakspakke	4 - Radikale tiltak		
Antagelser	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 Kristiansand blir utslippsfrie etter at dette tiltaket er gjennomført i kombinasjon med T1.1 (elektrifisering av bybussene).		
Forutsetninger	Foruten myndighet (se tiltak T4.1) 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 dieselbusser		Busser
Tiltakseffekt	Går lineært mot null fra 2028 til 2030.		
Usikkerhetsintervall	Benyttes ikke.		

### 7.3 Industri, olje og gass

Sektoren industri, olje og gass består kun av én utslippskilde som vist i Tabell 63. Utslippskilden deles inn i fire bidrag, basert på de enkeltvirksomhetene som står for det aller meste av utslippene i sektoren. Videre deles hvert bidrag opp i faktorer, som vist i tabellen.

**Tabell 63:** Struktur for sektor Industri, olje og gass

Utslippskilde	Bidrag	Faktor	Benevning
Industri, olje og gass	REC Solar	Mengde produsert nytt silisium	tonn
		Utslipp per tonn nytt silisium	tonn per tonn
		Mengde silisium produsert fra silisiumspon	tonn
		Utslipp per tonn silisium fra silisiumspon	tonn per tonn
	Glencore Nikkelverk	Mengde produsert nikkel	tonn
		Gjennomsnittlig utslipp per tonn nikkel	tonn per tonn
	Elkem Carbon	Mengde produsert katodemasse og kalsinerte karbonprodukter	tonn
		Gjennomsnittlig utslipp per tonn produkt	tonn per tonn
	Andre industrivirksomheter	Utslipp fra andre industrivirksomheter	tonn

Utslippene fra denne sektoren i Kristiansand kommer nesten i sin helhet fra de tre virksomhetene REC Solar, Glencore Nikkelverk, og Elkem Carbon. Utslippene er i stor grad prosessutslipp snarere enn fossile brennstoffer brukt kun til energiformål, som gjør at utslippene ikke uten videre kan reduseres ved å erstatte fossile brennstoffer med fornybar energi.

#### REC Solar

Utslippene fra REC Solar kommer hovedsakelig fra reduksjon av silisiumoksid ved produksjon av nytt silisium, ved at en karbonholdig forbindelse fjerner oksygenatomer fra råstoffet og blir til CO<sub>2</sub>. I dag brukes hovedsakelig fossil koks/kull, og en mindre mengde treflis. I prinsippet kan det brukes kun trekull eller andre biogene karbonmaterialer, men REC oppgir at disse per i dag ikke tilfredsstillere renhetskravene. Muligheten for å bruke karbon fra biomasse utredes, og dette er modellert som et tiltak i denne rapporten (I4.1). I teorien kan det også brukes andre reduksjonsmidler som hydrogen, men i tillegg til sannsynligvis høye kostnader er dette ennå ikke en moden teknologi.

Fra 2020 har REC Solar tatt i bruk en nyutviklet produksjonsprosess som baserer produksjonen på avfall i form av silisiumspon (kerf) i stedet for å produsere nytt silisium. Denne prosessen har langt lavere CO<sub>2</sub>-utslipp per tonn produsert silisium enn å lage nytt silisium fra grunnen av, og vil i tillegg bruke glykol framstilt fra ikke-fossile kilder, slik at netto CO<sub>2</sub>-utslipp i modellen blir null (kun CH<sub>4</sub>- og N<sub>2</sub>O-utslipp regnes med). Produksjon av nytt silisium via den gamle prosessen fortsetter imidlertid, både for produksjon mot deler av silisium-markedet og som backup for den nye prosessen. REC Solar oppgir ikke at det er forventet noen nedgang i de samlede utslippene.

REC Solar oppgir en utslippsintensitet på omtrent 4,5 tonn fossilt CO<sub>2</sub> per tonn nytt silisium med den gamle prosessen (5,5 tonn inkludert biogent CO<sub>2</sub>), ved full utnyttelse av silisiumovnen (10 000 tonn silisium per år). Rapportert reell utslippsintensitet har vært noe høyere, sannsynligvis på grunn av høyere utslipp ved oppstart og andre kilder til ekstra utslipp som ikke er direkte proporsjonale med mengde produsert silisium, ettersom utslippene per tonn er høyere i år med lavere produksjon. Med unntak av lav produksjon på grunn av særlige forhold i 2019 har produksjonen gått jevnt oppover siden 2014, og utslippsintensiteten har gått tilsvarende nedover. I 2018 var silisiumproduksjonen på 9 837 tonn, nær full kapasitet, og utslippsintensiteten på 4,8 tonn fossilt CO<sub>2</sub> per tonn silisium. Gitt forventet vekst i solcellemarkedet framover, virker det derfor ikke

urimelig å anta en produksjon på 10 000 tonn per år via den gamle prosessen og utslippsintensitet på ca. 4,5 tonn fossilt CO<sub>2</sub> per tonn silisium, i tillegg til produksjon med den nye prosessen.

For den nye prosessen oppgir REC Solar en utslippsintensitet på omtrent 0,25-0,63 tonn CO<sub>2</sub> per tonn silisium, men da normalt kun biogent CO<sub>2</sub>.

### Glencore Nikkelverk

Det aller meste av klimagassutslippene fra Glencore Nikkelverk kommer fra bruk av soda (karbonater), og kun en liten andel fra fossile brennstoffer. I de fleste år står soda for godt over 90 prosent av utslippene, ifølge tall oppgitt av Glencore Nikkelverk. Soda brukes til fellingsreaksjoner som del av nikkelproduksjonen, slik at mengde produsert nikkel er hoveddriveren for utslippene. Det finnes ikke alternativer som kan erstatte bruk av soda i nikkelproduksjonen, og karbonfangst eller eventuelt produksjon av soda fra fanget karbon er de eneste måtene å redusere utslippene vesentlig.

### Elkem Carbon

Utslippene fra Elkem Carbon kommer hovedsakelig fra varmebehandling av karbon (kalsinering) under produksjonsprosessen, som er nødvendig for å oppnå nødvendig renhet på produktet, men som fører til avgassing av CO<sub>2</sub> samt mindre mengder CH<sub>4</sub>. Disse utslippene kan ikke elimineres fullstendig, men det er i teorien mulig å erstatte fossilt karbon med karbon fra biomasse slik at CO<sub>2</sub>-utslippene blir biogene i stedet for fossile, og dermed ikke telles med i klimagassregnskapet. Mulighetene for dette utredes, men det finnes per i dag ingen biobaserte materialer som oppfyller renhetskrav og andre krav til råstoffet. Per i dag er det uvisst når og om slike materialer vil kunne bli tilgjengelige.

### Øvrig

Utslipp fra øvrige industrivirksomheter er svært små i forhold til de tre store, og dekomponeres derfor ikke i flere faktorer enn bare selve utslippet.

Utslippene fra Elkem Carbon og Glencore Nikkelverk beregnes ved å multiplisere sammen faktorene (produsert mengde og utslippsfaktor). Utslipp fra REC Solar beregnes som summen av utslipp fra produksjon av nytt silisium og av silisium fra silisiumspon, etter følgende formel:

$$\begin{aligned} & \text{Mengde produsert nytt silisium} \cdot \text{Utslipp per tonn nytt silisium} \\ & + \text{Mengde produsert silisium fra silisiumspon} \\ & \cdot \text{Utslipp per tonn silisium fra silisiumspon} \end{aligned}$$

#### 7.3.1.1 Referansebanen

**Tabell 64:** Antagelser per faktor for referansebanen i sektor Industri, olje og gass

Utslippskilde	Industri, olje og gass	
Bidrag	REC Solar	
Faktor	Mengde produsert nytt silisium	tonn
Antagelser	Settes lik 10 000 tonn, i tråd med opplysninger mottatt fra REC Solar.	
Usikkerhetsintervall	Det er stor ikke-quantifiserbar usikkerhet forbundet med etterspørsel og markedsandel. Markedet er forventet å vokse betydelig, men det er også hard konkurranse globalt, og dermed uvisst hvor store faktiske leveranser vil være. Som et omtrentlig mål på usikkerheten lar vi usikkerhetsintervallet i utgangspunktet være lik bredden på et 90 prosents konfidensintervall for gjennomsnittlig mengde produsert silisium i årene 2015-2018 (rapportert)	



	gjennom norskeutslipp.no). 2019 holdes utenfor, ettersom produksjonen var unormalt lav det året på grunn av omstillinger. Dette fører imidlertid til at øvre grense for produksjonen havner overfor grensen på 12 000 tonn som REC Solar har tillatelse for og som de i prinsippet kan utvide til ved å oppgradere Si-ovnen. Øvre grense begrenses derfor til 12 000 tonn.	
Faktor	Utslipp per tonn nytt silisium	tonn per tonn
Antagelser	Til og med 2019 settes utslippsintensiteten lik rapportert utslipp dividert på rapportert mengde produsert silisium fra norskeutslipp.no. Fra og med 2020 brukes oppgitt utslippsfaktor på 4,5 tonn fossilt CO <sub>2</sub> per tonn silisium. Utslippsfaktorene for CH <sub>4</sub> og N <sub>2</sub> O beregnes ved å multiplisere med det gjennomsnittlige forholdet mellom utslipp av CH <sub>4</sub> /N <sub>2</sub> O i perioden 2015-2018 (2019 holdes utenfor på grunn av omlegging av produksjonen det året).	
Usikkerhetsintervall	Benyttes ikke. Vi har ikke grunnlag for å fastsette usikkerhet i den oppgitte utslippsfaktoren.	
Faktor	Mengde silisium produsert fra silisiumspen	tonn
Antagelser	Settes lik produsert mengde nytt silisium rapportert gjennom norskeutslipp.no for 2020, det første året med produksjon med den nye prosessen. Fra og med 2021 antas det at produksjonen er lik den oppgitte kapasiteten for den nye prosessen, lik 8000 tonn.	
Usikkerhetsintervall	Antas å være prosentvis det samme som usikkerhetsintervallet for mengde nytt silisium.	
Faktor	Utslipp per tonn silisium fra silisiumspen	tonn per tonn
Antagelser	Mengde fossilt CO <sub>2</sub> antas å være null, gitt at det brukes biobasert glykol og ikke fossile karbonkilder i prosessen. CH <sub>4</sub> - og N <sub>2</sub> O-utslipp regnes ut på samme måte som for utslipp per tonn nytt silisium, men med utgangspunkt i mengden biogent CO <sub>2</sub> . Biogene CO <sub>2</sub> -utslipp regnes ut som 0,438 tonn biogent CO <sub>2</sub> per tonn silisium, lik middelverdien for intervallet på 0,25-0,63 tonn CO <sub>2</sub> / tonn Si oppgitt av REC Solar. Det biogene CO <sub>2</sub> -utslippet regnes ikke med i klimagassutslippene og brukes ikke videre i beregningsmodellen.	
Usikkerhetsintervall	Nedre og øvre grense for CH <sub>4</sub> - og N <sub>2</sub> O-utslipp beregnes ut fra biogene CO <sub>2</sub> -utslipp tilsvarende yttergrensene for RECs anslag på 0,25-0,63 tonn CO <sub>2</sub> per tonn silisium. Utslippsfaktorene for CH <sub>4</sub> og N <sub>2</sub> O beregnes på samme måte som for middelverdien.	

Utslippskilde	Industri, olje og gass	
Bidrag	Glencore Nikkelverk	
Faktor	Mengde produsert nikkel	tonn
Antagelser	Settes konstant lik gjennomsnittlig produksjon av nikkel for årene 2015-2019 rapportert til norskeutslipp.no.	
Usikkerhetsintervall	Settes lik et 90-prosents konfidensintervall for gjennomsnittet, hvor årene 2015-2019 anses som et utvalg.	
Faktor	Utslipp per tonn nikkel	tonn per tonn
Antagelser	Settes konstant lik gjennomsnittlig utslippsfaktor for årene 2015-2019, beregnet gjennom å dividere rapporterte utslipp av fossilt CO <sub>2</sub> fra norskeutslipp.no med mengde produsert nikkel. For CH <sub>4</sub> og N <sub>2</sub> O benyttes anslag på forholdet mellom utslippsfaktorene for de tre gassene mottatt fra Miljødirektoratet.	
Usikkerhetsintervall	Settes lik et 90-prosents konfidensintervall, etter samme metode som for mengde produsert metall.	

Utslippskilde	Industri, olje og gass	
Bidrag	Elkem Carbon	
Faktor	Mengde produserte katodemasse og kalsinerte karbonprodukter	tonn
Antagelser	Settes konstant lik gjennomsnittlig produksjon av elektrode-/stampemasser og kalsinerte karbonprodukter for årene 2015-2019 rapportert til norskeutslipp.no.	
Usikkerhetsintervall	Settes lik et 90-prosents konfidensintervall for gjennomsnittet, hvor årene 2015-2019 anses som et utvalg.	

Faktor	Gjennomsnittlig utslipp per tonn produkt	tonn per tonn
Antagelser	Settes konstant lik gjennomsnittlig utslippsfaktor for årene 2015-2019, beregnet gjennom å dividere rapporterte utslipp av fossilt CO <sub>2</sub> fra norskeutslipp.no med mengde produkt. For CH <sub>4</sub> settes faktoren lik $2,2 \cdot 10^{-4}$ ganger faktoren for CO <sub>2</sub> , basert på forhold mellom anslag for CO <sub>2</sub> -utslipp og anslag for CH <sub>4</sub> -utslipp i en prognose mottatt fra Elkem Carbon.	
Usikkerhetsintervall	Settes lik et 90-prosents konfidensintervall, etter samme metode som for mengde produkt.	

Utslippskilde	Industri, olje og gass	
Bidrag	Andre industrivirksomheter	
Faktor	Utslipp fra andre industrivirksomheter	tonn
Antagelser	For år til og med 2019: Settes lik differansen mellom samlede utslipp for sektoren Industri, olje og gass i Miljødirektoratets kommunefordelte utslippsregnskap og summen av rapporterte eller beregnede utslipp fra REC Solar, Elkem Carbon og Glencore Nikkelverk. Fra og med 2020: Settes konstant lik gjennomsnittlig verdi for årene 2015-2019.	
Usikkerhetsintervall	Settes lik et 90-prosents konfidensintervall for gjennomsnittet, hvor årene 2015-2019 anses som et utvalg.	

### 7.3.1.2 Tiltaksanalyser

Som omtalt innledningsvis i 7.3 er utslippene ved de tre store virksomhetene knyttet til prosessformål og ikke energiforbruk, og kan derfor ikke reduseres gjennom energieffektivisering eller å erstattes med fornybar energi. De eneste utredete tiltakene er derfor karbonfangst for de aktuelle prosessene, og/eller å erstatte bruk av fossilt karbon ved REC Solar og Elkem Carbon med karbon fra biomasse.

Bruk av biogent karbon ved REC Solar og Elkem Carbon er under utredning, men det er foreløpig ukjent eller om dette vil kunne tas i bruk. Likevel er det modellert her som del av tiltakspakke 4, tiltak I4.1. Dersom dette lykkes, vil det potensielt kunne ha overføringsverdi til andre industrivirksomheter, og være et viktig bidrag til avkarbonisering i industrisektoren på lengre sikt.

Teknologien for å fange CO<sub>2</sub> fra avgasser og transportere det til et egnet lager er derimot godt kjent, selv om den praktiske gjennomføringen ennå ikke er grundig utredet for industribedriftene i Kristiansand. Utbygging av karbonfangst for sementproduksjon er allerede i gang ved Norcem i Brevik, og Borg CO<sub>2</sub> og Northern Lights har inngått en intensjonsavtale om utvikling av CO<sub>2</sub>-fangst, transport og lagring for industribedrifter i Østfold. Karbonfangst er modellert som tiltak I4.2 i tiltakspakke 4.

**Tabell 65:** Tiltakseffekt per faktor for tiltak i sektor Industri

Tiltak	I4.1	Overgang til biomasse ved REC Solar og Elkem Carbon	Industri
Tiltakspakke	4 - Radikale tiltak		
Antagelser	Tiltaket antar at all bruk av fossilt karbon til prosessformål ved REC Solar (reduksjon under produksjon av silisium) og Elkem Carbon (fra oppvarming/elektrokalsinering av elektrodematerialer). Utslipp av fossilt CO <sub>2</sub> antas å gå til null (erstattes av biogent CO <sub>2</sub> ), mens utslipp av CH <sub>4</sub> og N <sub>2</sub> O antas å forbli uendret.		

Forutsetninger	Tiltaket forutsetter at det utvikles teknikker for å produsere karbon av tilstrekkelig renhet og ellers med andre nødvendige egenskaper til å kunne erstatte fossilt karbon til de aktuelle formålene ved REC Solar og/eller Elkem Carbon. Det forutsetter også at det utvikles en forsyningskjede som gjør at dette karbonet kan anskaffes til en akseptabel kostnad og med en tilstrekkelig pålitelighetsgrad, og at dette skjer før 2030. I tiltaket antas det at bruk av biomasse fases inn over ett år i 2029 og er fullt innført innen begynnelsen av 2030, men både REC Solar og Elkem Carbon understreker at det ikke er mulig å si hva som er en realistisk tidslinje for dette tiltaket, eller om kostnaden vil være overkommelig. Det forutsettes at offentlig støtte, karbonprising eller andre forhold vil gjøre tiltaket økonomisk gjennomførbart.	
Faktor	Gjennomsnittlig utslipp per tonn produkt	REC Solar Elkem Carbon
Tiltakseffekt	Reduseres til null for fossilt CO <sub>2</sub> , endres ikke for CH <sub>4</sub> og N <sub>2</sub> O. Vi antar at effekten slår inn fullt i 2030, og har halv effekt i 2029.	
Usikkerhetsintervall	Benyttes ikke. Det forutsettes at fossilt karbon erstattes fullstendig av biogene alternativer. Hvis eventuelt bare deler av det fossile karbonet erstattes, vil effekten bli tilsvarende redusert.	

Tiltak	I4.2	Karbonfangst ved store industrivirksomheter	Industri
Tiltakspakke	4 - Radikale tiltak		
Antagelser	Tiltaket antar at CO <sub>2</sub> renses ut av avgassene hos de tre store industribedriftene. Dette inkluderer minimum Glencore Nikkelverk, men også REC Solar og/eller Elkem Carbon dersom fossilt karbon ikke erstattes av biomasse der i forbindelse med tiltak I4.1, eller hvis tiltak 4.1 gjennomføres, men man i tillegg vil oppnå netto negative utslipp ved å fange og lagre biogent CO <sub>2</sub> . Tiltaket krever at det bygges ut infrastruktur for transport til et egnet punkt for lagring eller videre transport, og at det inngås avtale med en egnet aktør for lagring, sannsynligvis i det planlagte CO <sub>2</sub> -lageret på kontinentalsokkelen. Det er foreløpig ukjent hvor effektiv fangstprosessen vil være for de aktuelle prosessene hos industrivirksomhetene. For enkelhets skyld antar vi derfor samme fangstgrad som for karbonfangst for avfallsforbrenning hos Returkraft (tiltak E3.1, se 7.4.1.2). Hvis tiltak I4.1 gjennomføres (erstatte fossilt karbon med biomasse ved REC Solar og Elkem Carbon) vil karbonfangst i praksis føre til negative utslipp ved at biogent CO <sub>2</sub> fanges og lagres. Med dagens metodikk for klimagassregnskapet, regnes dette ikke med, og tas da heller ikke med i beregningen av tiltakseffekten for dette tiltaket. Se tilsvarende diskusjon for avfallsforbrenning i kapittel 7.4.1 for detaljer.		
Forutsetninger	CCS til industribedriftene forutsetter sannsynligvis at CCS tas i bruk ved avfallsforbrenningsanlegget til Returkraft, for at infrastrukturen for storskala infrastruktur til transport av CO <sub>2</sub> til egnet lagringssted skal bygges ut. Det forutsetter også at utredes grundigere hvordan en fangstløsning for CO <sub>2</sub> i praksis kan installeres på de aktuelle prosessene ved hver av industrivirksomhetene. Dette vil kunne være relativt kostbart, og forutsetter sannsynligvis offentlig støtte for å utløses, med mindre CO <sub>2</sub> -avgift eller annen effektiv karbonprising settes svært høyt. Det konkrete kostnadsnivået er foreløpig ikke kjent.		
Faktor	Gjennomsnittlig utslipp per tonn produkt	REC Solar Glencore Nikkelverk Elkem Carbon	
Tiltakseffekt	Faktoren reduseres med 87 prosent for CO <sub>2</sub> (tilsvarende fangstgrad for CCS for avfallsforbrenning), endres ikke for CH <sub>4</sub> og N <sub>2</sub> O. Vi antar at effekten slår inn fullt i 2029, samme år som for karbonfangst for avfallsforbrenning ved Returkraft. Dette gjenspeiler at vi antar at transportinfrastruktur for fanget CO <sub>2</sub> vil bygges ut i fellesskap for industrivirksomhetene og avfallsforbrenningsanlegget, og at selve fangsten da også vil utvikles etter samme tidslinje.		
Usikkerhetsintervall	Benyttes ikke. Tiltaket forutsetter at karbonfangst gjennomføres fullt ut, med den angitte fangstgraden.		

## 7.4 Energiforsyning

Sektoren energiforsyning er delt inn i to utslippskilder som vist i tabell 66. En tredje utslippskilde, elektrisitetsproduksjon og annen energiforsyning, er ikke tatt med her, da det ikke er noen utslipp fra denne utslippskilden i Kristiansand. Utslippskilden avfallsforbrenning deles videre inn i to bidrag. Hver utslippskilde/hvert bidrag deles opp i faktorer som vist i tabell 66.

**Tabell 66:** Struktur for sektor Energiforsyning

Utslippskilde	Bidrag	Faktor	Benevning
Avfallsforbrenning	Husholdningsavfall	Innbyggertall i mottaksområdet	antall personer
		Gjennomsnittlig mengde husholdningsavfall per innbygger	tonn per person
		Andel forbrent husholdningsavfall	-
		Utslipp per tonn forbrent husholdningsavfall	tonn per tonn
		Korreksjonsfaktor for støttebrensel	-
	Næringsavfall	Verdiskapingsindeks (kumulativ BNP-vekst relativt til 2020, 1,0 for 2020)	-
		Indeks for forbrent mengde næringsavfall per enhet BNP (relativt til 2020, lik 1,0 for 2020)	-
		Mengde forbrent næringsavfall i 2020	tonn
		Ekstra inntak av næringsavfall	tonn
		Utslipp per tonn forbrent næringsavfall	tonn per tonn
		Korreksjonsfaktor for støttebrensel	%
Fjernvarme unntatt avfallsforbrenning	Fjernvarme unntatt avfallsforbrenning	Samlet behov for energi til fjernvarme	GWh
		Forbrent avfallsmengde	tonn
		Brennverdi for forbrent avfall	GWh per tonn
		Energiutnyttelsesgrad for avfallsforbrenning	%
		Gjennomsnittlig utslippsfaktor for fjernvarmekilder utenom avfall	tonn per GWh

Varme fra avfallsforbrenning står for det aller meste av fjernvarmeleveransen i Kristiansand totalt sett (90-92 prosent hvert år siden 2015) (Norsk Fjernvarme, 2021), og Returkrafts forbrenningsanlegg har leveranseplikt til Agder Energis fjernvarmenett. Utslippskildene Avfallsforbrenning og Fjernvarme unntatt avfallsforbrenning er derfor tett knyttet til hverandre. Dette medfører at mengden forbrent avfall ikke kan ventes å variere mye selv om tiltak gjennomføres for å redusere mengden husholdningsavfall (se 7.4.1). Samtidig er den fossile energiandelen i fjernvarmeproduksjon utenom avfallsforbrenning svært liten, slik at utslippene totalt sett påvirkes svært lite av variasjoner i fjernvarmebehov eller moderate endringer i varmeleveransene fra avfallsforbrenningsanlegget.

Utslippene fra begge utslippskildene i denne sektoren kan derfor i prinsippet modelleres svært enkelt som tilnærmet konstante. I modellen bak rapporten er sektoren likevel implementert gjennom en litt mer kompleks struktur som angitt i tabell 66, med en kobling mellom varmeleveranse fra avfallsforbrenning og behov for fjernvarme fra andre kilder. Dette gjøres for å ivareta muligheten til å analysere eventuelle scenarier med større variasjon i varmeproduksjon fra avfallsforbrenning eller utslippsintensiteten for fjernvarme utenom avfallsforbrenning, selv om slike scenarier ikke anses som sannsynlige og ikke er behandlet i denne rapporten.

Utslippene fra hvert bidrag beregnes med følgende formler:

**Avfallsforbrenning / Husholdningsavfall:**

- Innbyggertall i mottaksområdet · Gj.snittlig mengde husholdningsavfall per innbygger
- Andel forbrent husholdningsavfall
  - Utslipp per tonn forbrent husholdningsavfall
  - Korreksjonsfaktor for støttebrensel

**Avfallsforbrenning / Næringsavfall:**

- (Mengde forbrent næringsavfall i 2020 · Indeks for forbrent næringsavfall per BNP
- Verdiskapingsindeks + Ekstra inntak av næringsavfall)
  - Utslipp per tonn forbrent næringsavfall
  - Korreksjonsfaktor for støttebrensel

**Fjernvarme unntatt avfallsforbrenning:**

- (Samlet behov for energi til fjernvarme – Forbrent avfallsmengde
- Brennverdi for forbrent avfall
  - Energiutnyttelsesgrad for avfallsforbrenning)
  - Gjennomsnittlig utslippsfaktor for fjernvarmekilder utenom avfall

Formelen for Fjernvarme unntatt avfallsforbrenning kan gi et negativt tall som resultat, og settes i så fall til null i modellen.

**7.4.1 Avfallsforbrenning**

Energigjenvinningsanlegget Returkraft på Langemyr er den eneste kilden til utslipp fra avfallsforbrenning i Kristiansand. Utslippene kommer fra avgasser fra forbrenning av selve avfallet, samt en liten mengde diesel (noen få hundre tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter per år) som benyttes under oppstart av forbrenningsprosessen.

Omtrent halvparten av avfallet er husholdningsavfall fra Kristiansand selv og en mindre mengde fra andre kommuner som har avtale om å levere husholdningsavfall til Returkraft. Resten er næringsavfall, hvorav det anslås at omtrent to tredjedeler kommer fra Kristiansand og den omkringliggende regionen, og en tredjedel fra andre deler av landet. Både mengde husholdningsavfall og næringsavfall kan variere avhengig av både produserte avfallsmengder og nye/endrede avtaler. Returkraft venter imidlertid at samlet mengde forbrent avfall vil endre seg lite som følge av endringer i mengde husholdningsavfall eller tiltak for å redusere denne. Kommersiell behov for å utnytte kapasiteten i anlegget samt leveranseplikt for fjernvarme gjør at en eventuell reduksjon i husholdningsavfall vil kompenseres gjennom å ta inn mer næringsavfall.

Mengde husholdningsavfall styres først og fremst av innbyggertall, kombinert med eventuelle endringer i hvor mye avfall hver innbygger produserer. Mengden næringsavfall er mer komplisert, ettersom ulike næringer og ulike typer økonomisk aktivitet produserer veldig ulike mengder restavfall. Mengde næringsavfall vil derfor i utgangspunktet variere avhengig av den relative utviklingen i aktivitet i ulike sektorer, og endringer i måten selve aktivitetene utføres på. En slik dypere analyse ligger utenfor omfanget av analysen i denne rapporten, og modellen som benyttes, lar derfor utslippene avhenge av samlet BNP-vekst (for fastlands-Norge), og en faktor som skal fange endringer i mengden næringsavfall produsert per enhet BNP.

Opplysningene fra Returkraft antyder at samlet avfallsmengde ikke vil variere mye, uavhengig av befolknings- og BNP-vekst. Beregningene i denne rapporten modellerer likevel innbyggertall og BNP-vekst som faktorer for henholdsvis husholdningsavfall og næringsavfall, men justerer faktorene for mengde husholdningsavfall per innbygger og næringsavfall per enhet BNP for å holde avfallsmengdene konstante i referansebanen (se 7.4.1.1).

### 7.4.1.1 Referansebanen

Tidsutvikling for avfallsmengder og utslippsfaktorer er basert på opplysninger og en prognose for avfallsmengder mottatt fra Returkraft AS. Antakelser og usikkerhet er beskrevet i tabell 67. I henhold til prognosen, velges tidsutviklingen i faktorene slik at avfallsmengdene holder seg konstante.

**Tabell 67:** Antagelser per faktor for referansebanen i sektor Energiforsyning, utslippskilde Avfallsforbrenning

Utslippskilde	Avfallsforbrenning	
Bidrag	Husholdningsavfall	
Faktor	Innbyggertall i mottaksområdet	antall personer
Antagelser	Bruker befolkningsprognoser for de aktuelle kommunene fra Statistisk Sentralbyrå (se 7.1.1). De benyttede kommunene er de som leverer husholdningsavfall til Returkraft per 2020 (alle kommuner i Agder fylke unntatt Farsund, Flekkefjord, Lyngdal, Kvinesdal og Sirdal, samt kommunene Nome, Drangedal og Nissedal i Telemark og Vestfold fylke) <sup>20</sup> .	
Usikkerhetsintervall	Lik differansen mellom høyt og lavt anslag i SSBs befolkningsframskrivninger.	
Faktor	Gjennomsnittlig mengde husholdningsavfall per innbygger	tonn per person
Antagelser	For 2020-2030 benyttes tall mottatt fra Returkraft AS for forbrent mengde husholdningsavfall (data for 2020, prognose for 2021-2030), dividert på innbyggertall, dividert med andel forbrent husholdningsavfall (se antakelser nedenfor), slik at netto mengde forbrent husholdningsavfall blir lik Returkrafts prognose. For 2019 og tidligere benyttes tall for samlet mengde husholdningsavfall fra Statistisk Sentralbyrå (SSB, 2020a), dividert med befolkningstall. Vi baserer framskrivningen på tall fra 2019, ettersom tallet for 2020 var svært høyt (0,552 tonn per person) i forhold til en klart nedadgående trend fra 2015 til 2019 (fra 0,554 til 0,501 tonn per person). Tallet for 2020 kan være en utligger, eller et symptom på at statistikken for 2020 er foreløpig og kanskje vil bli revidert.	
Usikkerhetsintervall	Velges for å gjenspeile at mengde husholdningsavfall per innbygger har gått ned i perioden 2015-2019 både i Kristiansand og i mottaksområdet som helhet, spesielt fra 2017-2019 (siste år med tilgjengelig statistikk), som antyder at det er mulighet for videre reduksjoner, men at mengden også kan tenkes å øke med eventuell økende forbruksvekst.  <b>Nedre grense:</b> Avtakende i henhold til en eksponentiell regresjonskurve for årene 2015-2019 (-2,0 % per år). Kurven for disse årene følger ganske tett en eksponentiell kurve ( $R^2 = 0,89$ ).  <b>Øvre grense:</b> Øker i takt med øvre grense for økonomisk vekst.	
Faktor	Andel forbrent husholdningsavfall	%
Antagelser	For 2020-2030 antar vi samme andel forbrent husholdningsavfall som i historiske data for 2019. For 2020 og tidligere år benyttes statistikk fra SSB (SSB, 2020a). 2020-andelen er imidlertid svært lav i forhold til foregående år, noe som kan tyde på at dette året er en utligger, eller at dataene er foreløpige data som senere kommer til å revideres. Vi framskriver derfor med verdien for 2019 snarere enn 2020.	
Usikkerhetsintervall	Velges for å gjenspeile en nedgang i andel forbrent husholdningsavfall i statistikken for 2015-2019, særlig fra 2017, som kan fortsette. Samtidig er det mulig at nedgangen vil være midlertidig, og at forbrenningsandelen vil gå tilbake til tidligere nivåer.  <b>Nedre grense:</b> Avtakende i henhold til en eksponentiell regresjonskurve for årene 2015-2019 (-2,7 % per år). 2020 holdes utenfor beregningen av gjennomsnittet på grunn av en svært lav	

<sup>20</sup> Nærmere bestemt følgende kommuner: Risør, Grimstad, Arendal, Kristiansand, Lindesnes, Gjerstad, Vegårshei, Tvedestrand, Froland, Lillesand, Birkenes, Åmli, Iveland, Evje og Hornnes, Bygland, Valle, Bykle, Vennesla, Åseral, og Hægebostad.

	andel dette året, som kan tyde på enten en statistisk utligger eller ufullstendige data som senere vil oppdateres.		
	<b>Øvre grense:</b> Går tilbake til gjennomsnittet for 2015-2017 fra og med 2021.		
<b>Faktor</b>	Utslipp per tonn forbrent husholdningsavfall	tonn per tonn	
<b>Antagelser</b>	For CO <sub>2</sub> antar vi 0,491 tonn fossilt CO <sub>2</sub> per tonn forbrent avfall (1,045 tonn CO <sub>2</sub> per tonn avfall, og 47 prosent fossil andel). Dette er lik verdiene som Returkraft AS benytter i rapportering til Miljødirektoratet. De kommer opprinnelig fra en analyse gjennomført av Avfall Norge, og må anses som nasjonale faktorer, ikke spesifikke for Kristiansand. For CH <sub>4</sub> og N <sub>2</sub> O bruker vi standardverdier fra Miljødirektoratets nasjonale utslippsregnskap (Miljødirektoratet, 2020a).		
	kg fossilt CO <sub>2</sub> / tonn avfall	Fossil karbonandel	g CH <sub>4</sub> / tonn avfall
	491	47 %	345
			g N <sub>2</sub> O / tonn avfall
			46
<b>Usikkerhetsintervall</b>	Det angis ikke kvantitativ usikkerhet for denne faktoren. Det er usikkerhet knyttet til hvor store forskjeller det er mellom avfallssammensetningen og dermed utslippsfaktoren i Kristiansand og det som lå til grunn for Avfall Norges analyse, videre til hvor godt Avfall Norges analyse gjenspeiler den nåværende avfallssammensetningen både nasjonalt og i Kristiansand. Vi har imidlertid ikke grunnlag for å kvantifisere denne usikkerheten, og bruker derfor kun de verdiene som benyttes av Returkraft selv.		
<b>Faktor</b>	Korreksjonsfaktor for støttebrensel	%	
<b>Antagelser</b>	Antas konstant lik forholdet mellom samlet CO <sub>2</sub> -utslipp fra Avfallsforbrenning hos Returkraft rapportert på norskeutslipp.no, og beregnet CO <sub>2</sub> -utslipp basert på kun forbrente avfallsmengder (samlet både næringsavfall og husholdningsavfall).		
	Mengden støttebrensel er liten i forhold til avfallsmengdene, og har ikke variert mye de siste årene. Det er derfor ikke hensiktsmessig å anta noen tidsvariasjon eller å kvantifisere usikkerheten.		
<b>Usikkerhetsintervall</b>	Benyttes ikke.		

<b>Utslippskilde</b>	Avfallsforbrenning	
<b>Bidrag</b>	Næringsavfall	
<b>Faktor</b>	Verdiskapingsindeks (kumulativ BNP-vekst relativt til 2020)	-
<b>Antagelser</b>	Er entydig gitt av antakelsene for BNP-vekst, se 7.1.2.	
<b>Usikkerhetsintervall</b>	Er gitt gjennom usikkerhetsintervallet for BNP-vekst, se 7.1.2.	
<b>Faktor</b>	Indeks for forbrent mengde næringsavfall per enhet BNP (relativt til 2020)	-
<b>Antagelser</b>	Antas å være lik 1 dividert med verdiskapingsindeksen, slik at mengde forbrent næringsavfall i utgangspunktet holder seg konstant i referansebanen.	
<b>Usikkerhetsintervall</b>	Vi beregner verdien for hvert år fra 2015 til 2019 (under antakelse av at næringsavfall er differansen mellom samlet mengde forbrent avfall oppgitt på norskeutslipp.no og mengde husholdningsavfall i mottaksområdet oppgitt av SSB). Vi anser så disse årene som et utvalg og beregner utvalgsmiddelverdien. Deretter beregner vi et 90-prosents konfidensintervall for hva den tilsvarende populasjonsmiddelverdien ville være, og anser øvre og nedre grense for dette konfidensintervallet til å være øvre og nedre grense for usikkerhetsintervallet.	
	Merk at denne antakelsen innebærer at samlet mengde forbrent avfall ikke nødvendigvis er konstant lik prognosen fra Returkraft i hele usikkerhetsintervallet, bare for middelverdien av usikkerhetsintervallet.	

Faktor	Mengde forbrent næringsavfall i 2020	tonn
Antagelser	62 833 tonn, lik differansen mellom total mengde forbrent avfall og mengden forbrent husholdningsavfall i 2020 oppgitt av Returkraft AS.	
Usikkerhetsintervall	Benyttes ikke. Det antas at usikkerheten i tallet oppgitt av Returkraft er ubetydelig.	
Faktor	Ekstra inntak av næringsavfall	tonn
Antagelser	Faktoren representerer ekstra næringsavfall som Returkraft tar inn for å fylle opp kapasiteten hvis mengden husholdningsavfall går ned som følge av tiltak. Er null per definisjon i referansebanen.	
Usikkerhetsintervall	Null gitt antakelsene for referansebanen.	
Faktor	Utslipp per tonn forbrent næringsavfall	tonn per tonn
Antagelser	Lik utslippsfaktoren for husholdningsavfall.	
Usikkerhetsintervall	Se faktoren «Utslipp per tonn forbrent husholdningsavfall» over.	

#### 7.4.1.2 Tiltaksanalyser

Følgende tabeller viser hvordan hver faktor endrer seg som følge av hvert av tiltakene for Avfallsforbrenning.

**Tabell 68:** Tiltakseffekt per faktor for tiltak i sektor Energiforsyning, utslippskilde Avfallsforbrenning

Tiltak	E2.1	Økt utsortering av plastavfall og brukte tekstiler til materialgjenvinning	Energiforsyning/ Avfallsforbrenning
Tiltakspakke	2 – Klimaplan		
Antagelser	<p>Tiltaket antar at det oppnås samme relative effekt i Kristiansand som for tiltakene E06 (økt utsortering av brukte tekstiler) og E07 (økt utsortering av plastavfall) i Klimakur 2030 nasjonalt. Tiltakene i Klimakur fører til nedgang i utslipp både ved at mengde forbrent avfall går ned, og vet at det blir lavere andel plast og tekstiler i det forbrente restavfallet, som begge har høyere utslippsfaktor enn gjennomsnittet for forbrent restavfall som helhet. I Kristiansand må vi imidlertid anta at nedgang i samlet avfall levert til forbrenning ved Returkraft fra nåværende kommuner og næringskunder helt eller delvis kompenseres ved økt inntak av avfall fra nye kunder for å opprettholde varmeproduksjon og kapasitetsutnyttelse på forbrenningsanlegget. Usikkerhetsintervallet representerer ulike antakelser for hvordan og i hvilken grad redusert avfallsmengde kompenseres.</p> <p>I beregningene antar vi utslippsfaktorer på 2,708 tonn fossilt CO<sub>2</sub> per tonn plastavfall (lik faktoren som brukes i det nasjonale utslippsregnskapet (Miljødirektoratet, 2020a)), og 1,02 tonn fossilt CO<sub>2</sub> per tonn tekstiler (lik faktoren som ligger til grunn for effektberegningen av E06 i Klimakur 2030).</p> <p>Vi antar samme tidsutvikling som for summen av tiltakene E06 og E07 i Klimakur 2030. Ettersom vi ikke har detaljert informasjon om sammensetningen av næringsavfallet, antar vi at husholdningsavfall og næringsavfall bidrar relativt sett like mye til reduksjonen. Det betyr at andel forbrent husholdningsavfall og mengde forbrent næringsavfall går ned med samme prosentandel, og tilsvarende for utslipp per tonn forbrent husholdningsavfall og per tonn forbrent næringsavfall.</p>		



Forutsetninger	Det forutsettes at innbyggere og produsenter, forhandlere og andre deler av verdikjeden engasjeres til et samarbeid for å øke utsorteringsgraden, og at dette i kombinasjon med nasjonal CO <sub>2</sub> -avgift for avfallsforbrenning er tilstrekkelig for å utløse effekten som er anslått i Klimakur 2030. Effekten av CO <sub>2</sub> -prisen forutsetter videre at kostnaden den medfører for Returkraft resulterer i økt pris for levering av avfall og tilsvarende økte gebyrer for henting av husholdningsavfall. Videre er det en forutsetning at det blir mulig å differensiere avgiften etter faktisk innhold av fossilt karbon i det forbrente avfallet, at dette innholdet blir målt og at priser for levering av avfall til Returkraft differensieres tilsvarende. Alternativt må resirkuleringsordninger for plast og tekstiler gjøres så lettvinne og billige å benytte seg av for både husholdninger og bedrifter at utsortering av plast og tekstiler vil bli oppfattet som den enkleste måten å redusere den totale avfallsmengden og dermed kostnadene ved å levere restavfall til forbrenning.	
Faktor	Andel forbrent husholdningsavfall	Husholdningsavfall
Tiltakseffekt	Vi beregner hvor stor prosent nedgang i CO <sub>2</sub> -utslipp fra avfallsforbrenning tiltak E06 og E07 fra Klimakur 2030 fører til i forhold til referansebanen for Klimakur 2030 nasjonalt. Ved hjelp av utslippsfaktorene for plastavfall og for tekstiler beregner vi så hvilken prosentvis nedgang det impliserer for mengde forbrent avfall, og antar at andel forbrent husholdningsavfall i Kristiansand går ned med den samme prosenten. Vi benytter ikke usikkerhetsintervall for denne faktoren, og legger i stedet usikkerheten på hvor mye næringsavfall som tas inn for å kompensere for reduksjonen i mengde husholdningsavfall.	
Usikkerhetsintervall	Nedre grense for usikkerhetsintervallet er lik hovedantakelsen (dvs. null bredde nedover). I øvre grense antar vi at andelen forbrent avfall ikke går ned, det vil si at tiltaket ikke har noen effekt (tilsvarende at virkemidlene ikke har den tilsktede virkningen, enten nasjonalt eller lokalt i Kristiansand).	
Faktor	Indeks for forbrent mengde næringsavfall per enhet BNP	Næringsavfall
Tiltakseffekt	Antas å gå ned med samme prosentvis andel som andel forbrent husholdningsavfall.	
Usikkerhetsintervall	Nedre grense for usikkerhetsintervallet er lik hovedantakelsen (dvs. null bredde nedover). I øvre grense antar vi at indeksen ikke går ned, det vil si at tiltaket ikke har noen effekt (tilsvarende at virkemidlene ikke har den tilsktede virkningen, enten nasjonalt eller lokalt i Kristiansand).	
Faktor	Utslipp per tonn forbrent husholdningsavfall Utslipp per tonn forbrent næringsavfall	Husholdningsavfall Næringsavfall
Tiltakseffekt	Benytter den samme prosentvis nedgangen som beregnes for den nasjonale utslippsfaktoren, se faktoren «Andel forbrent husholdningsavfall» over. Kun utslippsfaktoren for CO <sub>2</sub> reduseres, ikke CH <sub>4</sub> eller N <sub>2</sub> O, ettersom fossilt karboninnhold er den vesentligste forskjellen mellom tekstil, plast og andre avfallsfraksjoner.	
Usikkerhetsintervall	Samme antakelse som for faktorene «Andel forbrent husholdningsavfall» og «Indeks for forbrent mengde næringsavfall per enhet BNP» over.	
Faktor	Ekstra inntak av næringsavfall	Næringsavfall
Tiltakseffekt	Settes lik den mengden som forbrent husholdningsavfall og næringsavfall til sammen går ned som følge av endringene i de andre faktorene, det vil si at samlet mengde forbrent avfall holder seg konstant lik prognosen fra Returkraft og mengden brukt i referansebanen.	
Usikkerhetsintervall	Øvre grense er lik hovedantakelsen (dvs. at det ikke antas noen usikkerhet oppover). Nedre grense er lik null. Det vil si at reduksjonen i avfallsmengde på grunn av endringen i de andre faktorene <i>ikke</i> kompenseres av ekstra inntak av næringsavfall, som betyr at samlet mengde forbrent avfall blir lavere enn i prognosen fra Returkraft.	

Tiltak	E3.1	CCS på avfallsforbrenning hos Returkraft	Energiforsyning/ Avfallsforbrenning
Tiltakspakke	3 - Klimakur 2030		
Antagelser	Tiltaket fanger CO <sub>2</sub> fra avgassene fra avfallsforbrenning. Ikke all CO <sub>2</sub> i avgassen fanges. Vi antar at netto andel fanget CO <sub>2</sub> er lik 87 prosent, lik netto andel antatt for avfallsforbrenningsanlegget til BIR i Bergen i effektberegningen av tiltaket E02 i Klimakur 2030. BIR er det minste av de tre avfallsforbrenningsanleggene som ble vurdert for CCS i Klimakur 2030 (Oslo, Bergen og Trondheim), og det som er nærmest i størrelse til Returkraft. Vi regner kun effekt av fangst av fossilt CO <sub>2</sub> , ettersom fangst av biogent CO <sub>2</sub> ikke er med i Miljødirektoratets klimagassregnskap. I realiteten fanges imidlertid like store andeler av fossilt og biogent CO <sub>2</sub> . Hvis man antar at biogene CO <sub>2</sub> -utslipp er klimanøytrale <sup>21</sup> , så medfører fangst og lagring av biogent CO <sub>2</sub> netto fjerning av CO <sub>2</sub> fra atmosfæren, eller negative utslipp. Dette regnes ikke med i effekten av tiltaket, men i kapittel 5 angis det hva effekten ville vært hvis man regnet med fangst av biogent CO <sub>2</sub> som negative utslipp.		
Forutsetninger	Tiltaket krever at det bygges infrastruktur for å transportere fanget CO <sub>2</sub> til et egnet sted for lagring, sannsynligvis med rørledning eller skip til en lagringsformasjon på sokkelen. Det vil sannsynligvis også kreve at utbygging av selve fangstanlegget vedtas innen relativt kort tid hvis det skal kunne bygges ut og være i fullskala drift innen 2030.		
Faktor	Utslipp per tonn forbrent husholdningsavfall Utslipp per tonn forbrent næringsavfall	Husholdningsavfall Næringsavfall	
Tiltakseffekt	Utslippsfaktoren for CO <sub>2</sub> går ned med 87 prosent fra og med 2029. Året er til dels vilkårlig valgt til å være før 2030, men senere enn tidslinjen som er antatt for BIR i Klimakur 2030 (hvor effekten regnes fra og med 2027). Tiltaket har ingen innvirkning på utslippsfaktorene for CH <sub>4</sub> og N <sub>2</sub> O, ettersom disse gassene ikke fanges.		

## 7.4.2 Fjernvarme unntatt avfallsforbrenning

Klimagassutslipp fra fjernvarme unntatt avfallsforbrenning i Kristiansand er svært lav, og har vært under 500 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter siden 2016. Over 90 prosent av energien til fjernvarme kommer fra avfallsforbrenning, og siden 2016 har den fossile andelen av den øvrige energien vært svært liten. Utslippene kommer fra en liten mengde gjenværende fossil gass og utslipp av metan og lystgass fra forbrenning av biomasse. På grunn av den lille størrelsen er det ikke hensiktsmessig å anta noen tidsutvikling for denne utslippskilden. Modellen beholder en relativt kompleks og fleksibel struktur av faktorer for utslippskilden, men verdiene velges for å gi konstante utslipp, og det benyttes ikke noe kvantifisert usikkerhetsintervall.

### 7.4.2.1 Referansebanen

**Tabell 69:** Antagelser per faktor for referansebanen i sektor Energiforsyning, utslippskilde Fjernvarme unntatt avfallsforbrenning

Utslippskilde	Fjernvarme unntatt avfallsforbrenning	
Bidrag	Fjernvarme unntatt avfallsforbrenning	
Faktor	Samlet behov for energi til fjernvarme	GWh
Antagelser	Samlet mengde levert fjernvarme har hatt lite netto vekst siden 2016 (Norsk Fjernvarme, 2021). Antas derfor konstant lik gjennomsnittet for 2016-2020.	
Usikkerhetsintervall	Benyttes ikke	

<sup>21</sup> Som gjøres i klimagassregnskapet, selv om det ikke uten videre er gitt at den reelle klimaeffekten er null.

Faktor	Brennverdi for forbrent avfall	GWh per tonn
Antagelser	Antas lik 9,20 GJ/tonn = 2,56 MWh/tonn, lik gjennomsnittet for forholdt mellom varme levert til dampkjel og mengde forbrent avfall oppgitt i driftsrapporter fra Returkraft i perioden 2015-2020. Verdien kan variere over tid, men årgjennomsnittet har ligget konsistent mellom 8,99 GJ/tonn og 9,57 GJ/tonn mellom 2015 og 2020.	
Usikkerhetsintervall	Benyttes ikke	
Faktor	Energiutnyttelsesgrad for avfallsforbrenning	GWh per tonn
Antagelser	Settes lik forholdet mellom mengde varme fra levert til fjernvarme av Returkraft, og mengde varme fra avfallsforbrenning som går til dampkjel hos Returkraft, ifølge driftsrapporter fra Returkraft. For perioden 2021-2030 antas forholdet konstant lik gjennomsnittet for perioden 2016-2020 (32,2 prosent). 2015 holdes utenfor beregningen, ettersom det var en utligger med særsilt lav andel varme levert til fjernvarme (24,2 prosent, mot mellom 30,9 og 34,7 prosent for årene 2016-2020).  Med «energiutnyttelsesgrad» menes her kun hvor stor andel av produsert varme fra avfallsforbrenning som blir levert som fjernvarme, ikke hvor stor andel som utnyttes overhodet. En viss andel av varmen benyttes for eksempel til strømproduksjon, og er ikke inkludert i «energiutnyttelsesgraden» som defineres her.	
Usikkerhetsintervall	Benyttes ikke	
Faktor	Gjennomsnittlig utslippsfaktor for fjernvarmekilder utenom avfall	GWh per tonn
Antagelser	For historiske år beregnes utslippsfaktoren som forholdet mellom utslipp fra Fjernvarme unntatt avfallsforbrenning i Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap og mengde fjernvarme (i GWh) fra andre kilder enn avfallsforbrenning rapportert for Kristiansand på fjernkontrollen.no. For 2020-2030 antas utslippsfaktoren lik gjennomsnittet for 2016-2019 (13,8 tonn CO <sub>2</sub> /GWh, 5,2 kg CH <sub>4</sub> /GWh, og 0,51 kg N <sub>2</sub> O/GWh). 2016 velges som startår for dette gjennomsnittet fordi den fossile andelen før det året var betydelig høyere enn den har vært siden.	
Usikkerhetsintervall	Benyttes ikke	

#### 7.4.2.2 Tiltaksanalyser

Ingen tiltak er analysert for denne utslippskilden.

## 7.5 Annen mobil forbrenning

Sektoren annen mobil forbrenning er delt inn i to svært ulike utslippskilder som vist i tabell 70. Utslippskilden dieseldrevne motorredskaper deles videre opp i fire ulike bidrag som videre deles opp i en rekke faktorer, som vist i tabellen, mens utslippskilden snøscootere ikke dekomponeres i bakenforliggende faktorer.

Utslippene fra snøscootere er svært små, og det er derfor ikke lagt vekt på å gjøre noen omfattende modellering av denne utslippskilden. Utslippskilden Dieseldrevne motorredskaper er derimot stor og svært sammensatt. Det er imidlertid svært stor usikkerhet om hvordan utslippene fra denne utslippskilden i Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap fordeler seg på ulike næringer og aktiviteter, og om hvor stort det reelle dieselforbruket og dermed utslippene i hver enkelt kommune faktisk er. Fordelingen på ulike bidrag og verdien til enkelte av faktorene i tabell 70 vil derfor være svært usikker, se 7.5.1.

**Tabell 70:** Struktur for sektor Annen mobil forbrenning

Utslippskilde	Bidrag	Faktor	Benevning
Dieseldrevne motorredskaper	Bygg og anlegg	Innbyggertall	antall personer
		Forbruk av avgiftsfri diesel til bygg-/anleggsmaskiner per innbygger	liter per person
		Utslipp per liter fossil diesel	tonn per liter
		Korreksjonsfaktor for biodieselandel (1 minus andel biodiesel i avgiftsfri diesel, kun for CO <sub>2</sub> , ikke for CH <sub>4</sub> - og N <sub>2</sub> O-utslipp)	-
Dieseldrevne motorredskaper	Jord- og skogbruk	Forbruk av avgiftsfri diesel til jord-/skogbruksmaskiner	liter
		Utslipp per liter fossil diesel	tonn per liter
		Korreksjonsfaktor for biodieselandel (1 minus andel biodiesel i avgiftsfri diesel, kun for CO <sub>2</sub> , ikke for CH <sub>4</sub> - og N <sub>2</sub> O-utslipp)	-
Dieseldrevne motorredskaper	Offentlig og privat tjenesteyting	Innbyggertall	antall personer
		Forbruk av avgiftsfri diesel til tjenesteyting per innbygger	liter per person
		Utslipp per liter fossil diesel	tonn per liter
		Korreksjonsfaktor for biodieselandel (1 minus andel biodiesel i avgiftsfri diesel, kun for CO <sub>2</sub> , ikke for CH <sub>4</sub> - og N <sub>2</sub> O-utslipp)	-
Dieseldrevne motorredskaper	Handel og annet	Forbruk av avgiftsfri diesel til handel og annet gitt BNP-nivå i 2019	liter
		Verdiskapingsindeks (kumulativ BNP-vekst relativt til 2019)	-
		Indeks for forbruk av avgiftsfri diesel til handel og annet per enhet BNP (relativt til 2019)	-
		Utslipp per liter fossil diesel	tonn per liter
		Korreksjonsfaktor for biodieselandel (1 minus andel biodiesel i avgiftsfri diesel, kun for CO <sub>2</sub> , ikke for CH <sub>4</sub> - og N <sub>2</sub> O-utslipp)	-
Snøscootere	Snøscootere	Utslipp fra snøscootere	tonn

Utslippene fra hvert bidrag under utslippskilden Dieseldrevne motorredskaper beregnes ved å multiplisere sammen hver av faktorene i bidraget.

### 7.5.1 Dieseldrevne motorredskaper

Det er stor usikkerhet om hvor mye ulike aktiviteter bidrar til utslippene fra dieseldrevne motorredskaper, og nøyaktig hvor store utslippene i Kristiansand kommune faktisk er.

I Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap beregnes utslippene kun ut fra statistikk over salg av avgiftsfri diesel til leveringsadresser i Kristiansand og til næringer som ikke er forbundet med industri eller energiforsyning, samt en fordelingsnøkkel for salg gjennom videreforgere. Datagrunnlaget sier derfor ikke med sikkerhet hvor av dieselen som faktisk er forbrent i Kristiansand kommune, eller hvilke næringer eller aktiviteter som står for forbruket av den dieselen som er solgt gjennom videreforgere.

Det offentliggjøres heller ikke informasjon om hvordan anleggsdiesel solgt gjennom videreforgere er fordelt på ulike sluttbrukernæringer i de enkelte kommunene. Ettersom salg gjennom videreforgere utgjør en svært stor del av det samlede salget, er det derfor ikke mulig å si hvor stor del hver næring eller type aktivitet utgjør av det samlede utslippet fra Dieseldrevne motorredskaper i Kristiansand.

Det foreligger imidlertid et anslag fra Statistisk Sentralbyrå om hvordan utslipp fra anleggsdiesel fordeler seg på ulike næringer på nasjonalt nivå, som ble laget til Klimakur 2030 basert på statistikk for 2017 (Miljødirektoratet et al., 2020a). Vi antar at utslippene fra Dieseldrevne motorredskaper i Kristiansand for 2019 følger samme fordeling, etter å ha trukket fra den anslåtte andelen for «Industri- og bergverk», som tilhører sektoren Industri, olje og gass i Miljødirektoratets klimagassregnskap. Videre må det antas at særlig jordbruksmaskiner utgjør en mindre andel av dieselforbruket i Kristiansand enn for landet som helhet. Vi skalerer også andelen for «Jordbruk og skogbruk» med en faktor tilsvarende forholdet mellom hvor stor del utslippene (i Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap) for sektoren Jordbruk utgjør av de samlede utslippene i Kristiansand i forhold til gjennomsnittet for alle kommuner, som et grovt anslag for forskjellen mellom jord- og skogbruksaktivitet i Kristiansand og landsgjennomsnittet.

I bidragene vil «Offentlig og privat tjenesteyting» for eksempel omfatte traktorer brukt i andre sammenhenger enn jordbruk og bygg/anlegg, brøytemaskiner, motorredskaper brukt til vedlikehold av park- og idrettsanlegg, og liknende. «Handel og annet» omfatter for eksempel dieseldrevne gaffeltrucker brukt i kjøpesentre og logistikkvirksomheter, kraner brukt av samme type virksomheter, havneredskaper. Dieseldrevne motorredskaper brukt på Kjevik vil sannsynligvis også falle inn under denne utslippskilden. Merk at maskintypene over er ment som eksempler på typer maskiner som typisk vil benyttes i de næringene som faller inn under hvert bidrag. Klassifiseringen i SSBs analyse er basert på hvilke næringer anleggsdieselen er solgt til, ikke hvilke typer maskiner som bruker dieselen eller hva slags aktivitet den brukes til.

Merk at betydelige mengder anleggsdiesel brukes til midlertidig oppvarming på byggeplasser og til byggtørk. Dette er inkludert i salget til bygg- og anleggsnæringen og dermed utslippet fra bygg og anlegg under Dieseldrevne motorredskaper. Midlertidig oppvarming og byggtørk som skjer med LPG eller naturgass registreres imidlertid i sektoren Oppvarming i Miljødirektoratets klimagassregnskap, på grunn av hvordan salgsstatistikken brukes til å beregne utslippene i den utslippssektoren.

Det foreligger et gjeldende forbud mot bruk av mineralolje til oppvarming av bygninger fra og med 2020 (FOR-2018-06-28-1060). All fossil mineralolje som kan brukes i en oljekjel eller parafinkamin til å varme opp en bygning er omfattet av forbudet. Det vil si både tung og lett fyringsolje, fyringsparafin, anleggsdiesel og andre fossile brensler som er flytende ved standard trykk og temperatur. Anleggsdiesel antas å i liten grad bli benyttet til permanent oppvarming av bygninger og dette forbudet vil derfor først og fremst være en del av referansebanen for utslippskildene Fossil olje og Fyringsparafin i sektor Oppvarming. Størstedelen av midlertidig byggvarme og byggtørk på byggeplasser produseres imidlertid ved bruk av anleggsdiesel. Det gjeldende forbudet mot bruk av mineralolje til oppvarming av bygninger ble i januar 2021 utvidet til også å gjelde bruk av mineralolje til midlertidig byggvarme fra 2022 (FOR-2021-01-07-49). Forbud mot bruk av mineralolje til midlertidig byggvarme er derfor inkludert som tiltak AT2.2 i

tiltaksplanen «Klimaplan for 2021-2030», i kombinasjon med en skissert utfasing av bruk av gass til midlertidig byggvarme og byggtørk fram mot 2025, som ikke er omfattet av forbudet, men som omtales i Klimaplan for 2021-2030. Den delen av tiltaket AT2.2 som påvirker bruk av anleggsdiesel til midlertidig byggvarme omtales derfor her (i avsnitt 7.5.1.2).

### 7.5.1.1 Referansebanen

**Tabell 71:** Antagelser per faktor for referansebanen i sektor Annen mobil forbrenning, utslippkilde Dieseldrevne motorredskaper

Utslippskilde	Dieseldrevne motorredskaper	
Bidrag	Bygg og anlegg	
Faktor	Innbyggertall	antall personer
Antagelser	Benytter befolkningsframskrivinger fra Statistisk Sentralbyrå, se 7.1.1.	
Usikkerhetsintervall	Samme som for befolkningsframskrivingene fra Statistisk Sentralbyrå, se 7.1.1.	
Faktor	Forbruk av avgiftsfri diesel til bygg og anlegg per innbygger	liter per person
Antagelser	Antas å være konstant lik gjennomsnittet for årene 2015-2019, beregnet ved å fordele utslippene fra Dieseldrevne motorredskaper i Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap til Bygg og anlegg ved hjelp av Statistisk Sentralbyrås nasjonale anslag for fordelingen nasjonalt (se beskrivelsen i brødteksten i 7.5.1), og dividere utslippet på Utslipp per liter fossil diesel (se nedenfor)	
Usikkerhetsintervall	Vi bruker eksponentiell regresjon til å beregne et 90-prosents konfidensintervall for vekstraten i denne faktoren mellom 2015 og 2019. Bredden på usikkerhetsintervallet settes lik den bredden man får ved å la faktoren vokse eller avta med en vekstfaktor lik øvre og nedre grense for konfidensintervallet.	
Faktor	Utslipp per liter fossil diesel	tonn per liter
Antagelser	Utslippsfaktoren for CO <sub>2</sub> settes lik utslippsfaktoren i det nasjonale utslippsregnskapet (Miljødirektoratet, 2020a), mens utslippsfaktorene for CH <sub>4</sub> og N <sub>2</sub> O beregnes ut fra forholdet mellom utslipp av CO <sub>2</sub> og utslipp av CH <sub>4</sub> og N <sub>2</sub> O fra Dieseldrevne motorredskaper i Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap (som er nesten konstant fra år til år).	
Usikkerhetsintervall	Benyttes ikke.	
Faktor	Andel biodiesel	-
Antagelser	Antar null andel biodiesel i referansebanen, ettersom det ennå ikke er 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 til bygg og anlegg før eller i 2019 må derfor antas å allerede være fanget opp i klimagassregnskapet gjennom lavere salg av fossil anleggsdiesel.	
Usikkerhetsintervall	Per definisjon null i referansebanen.	

Utslippskilde	Dieseldrevne motorredskaper	
Bidrag	Jord- og skogbruk	
Faktor	Forbruk av avgiftsfri diesel til jord-/skogbruksmaskiner	liter
Antagelser	Antas å være konstant lik gjennomsnittet for årene 2015-2019, beregnet ved å fordele utslippene fra Dieseldrevne motorredskaper i Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap til Jordbruk og skogbruk ved hjelp av Statistisk Sentralbyrås nasjonale anslag for fordelingen nasjonalt (se beskrivelsen i brødteksten i 7.5.1), og dividere utslippet på Utslipp per liter fossil diesel (se nedenfor)	
Usikkerhetsintervall	Samme metode som for Bygg og anlegg	
Faktor	Utslipp per liter fossil diesel	tonn per liter
Antagelser	Settes lik utslippsfaktorene for CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> og N <sub>2</sub> O fra diesel i det nasjonale utslippsregnskapet (Miljødirektoratet, 2020a).	
Usikkerhetsintervall	Benyttes ikke.	
Faktor	Andel biodiesel	-
Antagelser	Samme antakelser som for Bygg og anlegg	
Usikkerhetsintervall	Per definisjon null i referansebanen.	

Utslippskilde	Dieseldrevne motorredskaper	
Bidrag	Offentlig og privat tjenesteyting	
Faktor	Innbyggertall	antall personer
Antagelser	Benytter befolkningsframskrivinger fra Statistisk Sentralbyrå, se 7.1.1.	
Usikkerhetsintervall	Samme som for befolkningsframskrivingene fra Statistisk Sentralbyrå, se 7.1.1.	
Faktor	Forbruk av avgiftsfri diesel til tjenesteyting per innbygger	liter per person
Antagelser	Benytter samme framgangsmåte som for Bygg og anlegg	
Usikkerhetsintervall	Benytter samme framgangsmåte som for bygg og anlegg	
Faktor	Utslipp per liter fossil diesel	tonn per liter
Antagelser	Settes lik utslippsfaktorene for CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> og N <sub>2</sub> O fra diesel i det nasjonale utslippsregnskapet (Miljødirektoratet, 2020a).	
Usikkerhetsintervall	Benyttes ikke.	
Faktor	Andel biodiesel	-
Antagelser	Benytter samme antakelser som for Bygg og anlegg	
Usikkerhetsintervall	Per definisjon null i referansebanen.	

Utslippskilde	Dieseldrevne motorredskaper	
Bidrag	Handel og annet	
Faktor	Verdiskapingsindeks	forholdstall
Antagelser	Er lik forholdet mellom BNP i hvert år og BNP 2019, beregnet ved hjelp av antakelsene for BNP-vekst for fastlands-Norge i referansebanen, se 7.1.2.	
Usikkerhetsintervall	Gitt ved usikkerhetsintervallet for BNP-vekst for fastlands-Norge, se 7.1.2.	
Faktor	Forbruk av avgiftsfri diesel til handel og gitt BNP-nivå i 2019	liter
Antagelser	Beregnes ut fra utslipp fra Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap, fordelt på næringer på samme måte som for Bygg og anlegg, se brødtteksten over under 7.5.1.	
Usikkerhetsintervall	Benytter samme framgangsmåte som for bygg og anlegg	
Faktor	Utslipp per liter fossil diesel	tonn per liter
Antagelser	Settes lik utslippsfaktorene for CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> og N <sub>2</sub> O fra diesel i det nasjonale utslippsregnskapet (Miljødirektoratet, 2020a).	
Usikkerhetsintervall	Benyttes ikke.	
Faktor	Andel biodiesel	-
Antagelser	Benytter samme antakelser som for Bygg og anlegg	
Usikkerhetsintervall	Per definisjon null i referansebanen.	

### 7.5.1.2 Tiltaksanalyser

**Tabell 72:** Tiltakseffekt per faktor for tiltak i sektor Annen mobil forbrenning, utslippskilde Dieseldrevne motorredskaper

Tiltak	AT2.1	Omsetningskrav for biodiesel i anleggsdiesel fra 2022	Annen mobil forbrenning / Dieseldrevne motorredskaper
Tiltakspakke	2 - Klimaplan		
Antagelser	<p>Tiltaket er hentet fra Klimaplan for 2021-2030, og innebærer at det innføres et omsetningskrav for biodiesel i anleggsdiesel (avgiftsfri diesel) fra 2022, som gradvis økes til «samme nivået som i vegtrafikken» mot 2030. Det er noe uklart hvordan det nøyaktig skal tolkes i praksis, særlig i lys av planer om å omgjøre andelskravet for omsetning av biodrivstoff i veitransport til et krav om at absolutt omsatt volum ikke går ned i forhold til 2020-nivå. Et slikt absolutt nivå finnes ikke for anleggsdiesel, ettersom det ikke har vært noe omsetningskrav så langt. I tillegg sier Klimaplanen at det skal utredes muligheter for å ha et felles omsetningskrav for både autodiesel og anleggsdiesel, og eventuelt også sjøfart, men det er igjen uklart hvordan det konkret vil formuleres.</p> <p>For enkelhets skyld antar vi at kravet innebærer at omsetningskravet settes til å være samme volumprosent som vi har forutsatt for autodiesel i referansebanen.</p>		
Forutsetninger	Tiltaket forutsetter at et nasjonalt omsetningskrav for biodiesel i anleggsdiesel vedtas. Dette regnes som meget sannsynlig.		



Faktor	Andel biodiesel	Bygg og anlegg Jord- og skogbruk Offentlig og privat tjenesteyting Handel og annet
Tiltakseffekt	Andel i 2030 settes til samme andel av omsatt volum som vi har forutsatt for referansebanen for Veitrafikk for 2020-2030, lik 17,6 prosent (uten dobbelttelling av avansert biodrivstoff). Det innebærer en andel på 16,0 prosent målt som energiinnhold (som er den størrelsen som korrelerer best med CO <sub>2</sub> -utslipp). Det antas at dette nivået nås i 2030, og at det øker lineært fra null i 2021.	
Usikkerhetsintervall	Benyttes ikke. Det antas at kravet oppfylles eksakt. Det er imidlertid betydelig ikke-kvantifisert usikkerhet relatert til akkurat hvordan omsetningskravet kommer til å formuleres, og hvor godt det samsvarer med den definisjonen vi har brukt her.	

Tiltak	AT2.2	Utfasing av mineralolje og gass til byggvarme på byggeplasser	Annen mobil forbrenning (og Oppvarming)
Tiltakspakke	2 - Klimaplan		
Antagelser	<p>Tiltaket omfatter å innføre forbud eller andre virkemidler som medfører at det ikke lenger brukes mineralolje (hovedsakelig anleggsdiesel) eller fossil gass (hovedsakelig LPG) til midlertidig byggvarme og byggtørk på byggeplasser. Tiltaket er omtalt som tiltak O01 i Klimakur 2030. Tiltaket antar at bruk av mineralolje fases ut fullstendig fra og med 2022, og fossil gass fra og med 2025. Forbud mot mineralolje til midlertidig byggvarme fra 2022 er allerede vedtatt, men vedtaket ble fattet i januar 2021, og regnes derfor per definisjon ikke med i referansebanen, men er i stedet inkludert i dette tiltaket. Det er et mål i Klimaplanen å også fase ut fossil gas til midlertidig byggvarme innen 2025, men det er ikke vedtatt eller ferdig utredet ennå, og heller ikke avgjort om det skal gjøres gjennom et forbud eller andre virkemidler som CO<sub>2</sub>-pris.</p> <p>På grunn av metodikken i Miljødirektoratets klimagassregnskap blir effekten av å fase ut bruk av anleggsdiesel til midlertidig byggvarme/byggtørk lagt til Annen mobil forbrenning, mens effekten av å fase ut fossil gass blir lagt til sektoren Oppvarming. Effekten for Annen mobil forbrenning er omtalt her, mens effekten for oppvarming er omtalt i 7.10.1.2. I det følgende her omtales kun utfasing av anleggsdiesel:</p> <p>Hvor mye anleggsdiesel som brukes til midlertidig byggvarme er svært usikkert, både nasjonalt og lokalt. Klimakur 2030 antar et forbruk nasjonalt tilsvarende et utslipp på drøyt 80 000 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter i 2018, basert på en kombinasjon av tall fra DNV GL og fra SSB. Men Klimakur oppgir også at andre kilder gir et spenn fra 50 000 til 140 000 tonn.</p> <p>For å beregne tiltakseffekten antar vi at den prosentvise nedgangen i utslipp fra bidraget Bygg og anlegg er like stor i Kristiansand som i Klimakurs anslag for potensialet nasjonalt. Utslippene fra Bygg og anlegg før tiltaket både i Kristiansand og nasjonalt anslås ved hjelp av den anslåtte fordelingen av utslipp fra annen mobil forbrenning fra SSB, som omtalt i 7.5.1.</p>		
Forutsetninger	Forbud mot anleggsdiesel og annen mineralolje til midlertidig oppvarming er allerede vedtatt, og det kreves ingen videre forutsetninger utenom at forbudet håndheves.		
Faktor	Forbruk av avgiftsfri diesel til bygg-/anleggsmaskiner per innbygger	Bygg og anlegg	
Tiltakseffekt	Faktoren reduseres med en andel lik den anslåtte andelen av anleggsdiesel brukt til byggvarme nasjonalt (tilsvarende 80 000 tonn CO <sub>2</sub> -ekvivalenter) i forhold til samlet forbruk av anleggsdiesel i bidraget Bygg og anlegg.		
Usikkerhetsintervall	Gjenspeiler usikkerhet i mengde anleggsdiesel brukt til midlertidig byggvarme. Nedre grense bruker anslaget 140 000 tonn (som gir en større utslippsreduksjon), mens øvre grense bruker anslaget 50 000 tonn, se «Antagelser» over.		

Tiltak	AT3.1	70 % av nye ikke-veigående maskiner utslippsfrie innen 2030	Annen mobil forbrenning / Dieseldrevne motorredskaper
Tiltakspakke	3 - Klimakur 2030		
Antagelser	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.  Vi antar at den prosentvise nedgangen i utslipp fra Dieseldrevne motorredskaper totalt i Kristiansand blir like stor som den nasjonale effekten i Klimakur 2030.		
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 jord-/skogbruksmaskiner Forbruk av avgiftsfri diesel til tjenesteyting per innbygger Forbruk av avgiftsfri diesel til handel og annet gitt BNP-nivå i 2019	Bygg og anlegg  Jord- og skogbruk Offentlig og privat tjenesteyting Handel og annet	
Tiltakseffekt	Alle faktorene reduseres med en andel lik forholdet mellom den nasjonale utslippsreduksjonen fra tiltaket hvert år og utslippene totalt fra dieseldrevne motorredskaper.		
Usikkerhetsintervall	Benyttes ikke. Vi har ikke grunnlag for å kvantifisere usikkerheten i dette tiltaket.		

Tiltak	AT4.1	Påbud om fossilfrie motorredskaper i Kristiansand	Annen mobil forbrenning / Dieseldrevne motorredskaper
Tiltakspakke	4 - Radikale tiltak		
Antagelser	Tiltaket innebærer å forby eller på annen måte fase ut all bruk av fossil drivstoff til alle typer dieseldrevne motorredskaper i Kristiansand innen 2030. Alle dieseldrevne motorredskaper må enten byttes ut med elektriske eller hydrogendrevne maskiner, eller må benytte ren biodiesel.  Som hovedverdi antar vi at halvparten av kravet oppfylles med overgang til utslippsfrie alternativer, og halvparten med bruk av biodiesel. I øvre grense for usikkerhetsintervallet antar vi kun overgang til biodiesel (som gir maksimalt utslipp av CH <sub>4</sub> og N <sub>2</sub> O, selv om fossilt CO <sub>2</sub> går til null), mens vi i nedre grense antar overgang til kun nullutslippsløsninger (som gir null utslipp også av CH <sub>4</sub> og N <sub>2</sub> O). Vi antar at		
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 jord-/skogbruksmaskiner Forbruk av avgiftsfri diesel til tjenesteyting per innbygger Forbruk av avgiftsfri diesel til handel og annet gitt BNP-nivå i 2019	Bygg og anlegg  Jord- og skogbruk Offentlig og privat tjenesteyting Handel og annet	
Tiltakseffekt	Alle faktorene multipliseres med en faktor lik 1,0 i 2020, 0,5 i 2030, og lineær utvikling mellom de to årene.		
Usikkerhetsintervall	Øvre grense: Ingen endring Nedre grense: Samme som for hovedverdien, men multiplikasjonsfaktoren i 2030 settes til 0.		
Faktor	Korreksjonsfaktor for biodieselandel (1 minus andel biodiesel)	Bygg og anlegg Jord- og skogbruk Offentlig og privat tjenesteyting Handel og annet	
Tiltakseffekt	Multipliseres med en faktor lik 0 i 2030, og som avtar lineært fra 1 i 2020 (dvs. at biodieselandelen skaleres opp gradvis til å bli 100 prosent i 2030).		
Usikkerhetsintervall	Ikke nødvendig. Usikkerheten er innbakt i faktorene for Forbruk av avgiftsfri diesel for de ulike bidragene.		

## 7.5.2 Snøscootere

Utslipp fra snøscootere er en liten kilde i Kristiansand kommune, med utslipp på 255-290 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter mellom 2009 og 2019. Utslippene varierer med antall snøscootere registrert i kommunen og fordelingen mellom totakters og firetakters snøscootere. 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.

### 7.5.2.1 Referansebanen

**Tabell 73:** Antagelser per faktor for referansebanen i sektor Annen mobil forbrenning, utslippskilde Snøscootere

Utslippskilde	Snøscootere	
Bidrag	Snøscootere	
Faktor	Utslipp fra snøscootere	tonn
Antagelser	Ettersom utslippskilden ikke viser noen signifikant trend i de historiske tallene mellom 2009 og 2019, framskrives utslippene som konstante lik gjennomsnittet for perioden 2009-2019.	
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall	

### 7.5.2.2 Tiltaksanalyser

Tiltakspakkene inneholder ingen tiltak for snøscootere.

## 7.6 Sjøfart

Sektoren sjøfart er delt inn i 16 utslippskilder (skipskategorier) som vist i første kolonne i Tabell 74. Utslippskilden «Passasjer» (ferger og andre passasjerbåter) fra i Miljødirektoratets klimagassregnskap er her splittet opp i «Utenlandsferger» og «Andre passasjerskip». Den første inkluderer Color Lines og Fjordlines ferger som trafikkerer strekningen Kristiansand-Hirtshals, og er skilt ut fordi disse står for en svært stor del av utslippene fra sjøfart i Kristiansand, og skiller seg fra andre passasjerskip på mange måter. På grunn av det store antallet utslippskilder i denne sektoren, vil mange av dem framstilles samlet tabeller og omtaler i dette kapittelet.

Vi deler hver utslippskilde opp i seks bidrag: fire for utslipp ved havneligge tilsvarende hvilken del av havna som er anløpt (Vestre Kvadraturen, Andre kaier i Kristiansand, Reden, og Søgne/Høllen), ett for inn- og utseiling til havn, og ett for gjennomseiling (skip som seiler innenfor 12 nautiske mil fra grunnlinja, men ikke anløper en havn i Kristiansand). Disse deles igjen opp i faktorer, som vist i tabellen.

Tabell 74: Struktur for sektor Sjøfart

Utslippskilde	Bidrag		Faktor (separat for hver utslippskilde)	Benevning
Bulkskip	Havneligge	Vestre Kvadraturen Andre kaier Reden Søgne (Høllen)	Antall havneanløp	antall anløp
Cruiseskip			Gjennomsnittlig utslipp per anløp (varierer per skipstype og havneområde)	tonn per anløp
Fiskefartøy	Inn- og utseiling		Antall havneanløp	antall anløp
Gasstankere			Gjennomsnittlig utslipp per anløp	tonn per anløp
Kjemikalietankere			Utslipp fra gjennomseiling	tonn
Kjøle-/ frys skip	Gjennomseiling			
Kontainerskip				
Offshore supply skip				
Oljeprodukttankere				
Utenlandsferger				
Andre passasjerskip				
Ro Ro last				
Råoljetankere				
Stykkgodsskip				
Andre offshore serviceskip				
Andre aktiviteter sjøfart				

Utslipp under seilas (bidragene «Inn- og utseiling» og «Gjennomseiling») omfatter alle utslipp innenfor kommunegrensa og ut til 12 nautiske mil fra grunnlinja. Utslipp ved havneligge omfatter utslipp fra energibruk for å produsere strøm og for å drive andre aktiviteter i havn. 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, offshore skip, tankere og godsskip.

Sjøfart er den eneste sektoren hvor tallene brukt i denne rapporten og tilhørende beregningsmodell avviker betydelig fra tallene i Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap. Hovedgrunnen til dette er at Miljødirektoratets datagrunnlag ikke justerer for landstrøm, og dermed gir utslippstall for Kristiansand havn som både er for høye og som ikke lett kan integreres i utslippsframskrivninger hvor bruk av landstrøm er ett av de viktigste elementene. Samtidig finnes det et mer egnet datagrunnlag fra THEMA Consulting, som allerede har utført en serie kartlegginger og utslippsberegninger for Kristiansand havn som allerede er godt integrert i havnas og kommunens klimaarbeid. Beregningene i denne rapporten bygger derfor videre på THEMA Consultings data og beregninger, og benytter derfor utslippstall for 2019 som er 14 628 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter (24,7 prosent) lavere enn Miljødirektoratet.

Miljødirektoratets klimagassregnskap bruker tall levert av DNV GL via Kystverket. Disse tallene beregner utslipp fra skip ved å benytte data fra AIS-sendere om bord på hvert skip, som viser hvor skipet til enhver tid befinner seg og hvordan det forflytter seg. Disse dataene kombineres med tekniske parametere for hvert skip for å beregne utslipp forbundet med forflytninger. I tillegg regnes det som et havneanløp hver gang skipet ligger stille nærme nok en registrert havn i tilstrekkelig lang tid, og DNV GLs modell bruker da et eget sett med parametere for å beregne energiforbruk i havn og tilhørende utslipp. Dataene fanger imidlertid ikke opp om skipet benytter landstrøm i stedet for motorer til å generere strøm og varme, og undersøkelser gjennomført av THEMA tyder på at parametere som brukes, gir et vesentlig høyere anslag for energiforbruk enn det som er blitt observert ved faktiske observasjoner av skip som ligger til kai i Kristiansand havn. Det er også en viss usikkerhet om antallet havneanløp, ettersom DNV GLs modell ikke benytter anløpslister fra havnene, men i stedet må bruke posisjonsdata for å slutte seg til om et havneanløp har funnet sted. Miljødirektoratet er imidlertid i gang med en prosess for å forbedre metodikken brukt for sjøfartssektoren, og oppgir at de håper å kunne justere for landstrøm i statistikken som publiseres i 2022 (med tall til og med 2020).

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

THEMA Consulting utførte en detaljert beregning av utslipp forbundet med havneligge og inn- og utseiling i 2019, i første omgang begrenset til Vestre Kvadraturen i forbindelse med rapportserien «Energi- og effektutredning for Kristiansand havn», men senere utvidet til hele Kristiansand havn og Reden. I disse beregningene ble det brukt anløpslister og tall for levert landstrøm fra Kristiansand havn, og for en rekke skip ble det brukt rapporterte tall for faktisk drivstofforbruk i tillegg til tekniske parametere. I 2021 utførte de videre en beregning av utslipp fra gjennomseiling, basert på AIS-data, for å få et fullstendig tallgrunnlag for utslipp fra Sjøfart i Kristiansand som kan sammenliknes med Miljødirektoratets klimagassregnskap.

Skipskategoriene som utgjør utslippskildene under sjøfart, er beskrevet i tabell 75. Utslippskilden «Passasjer» er lik summen av utslippskildene «Utenlandsferger» og «Andre passasjerskip» som benyttes i denne rapporten. Fritidsbåter og andre mindre båter er ikke omfattet av det kommunefordelte klimagassregnskapet, ettersom de ikke er oppført i skipsregistrene som brukes i DNV GLs modell, og er som regel ikke omfattet av påbud om å installere AIS-sendere. Slike båter er derfor heller ikke inkludert i referansebanen eller tiltakspakkene.

**Tabell 75:** Utslippskilder i sektoren sjøfart, tilsvarende ulike skips kategorier. Gjengitt fra tabell 8 i metodebeskrivelsen for Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap (Miljødirektoratet, 2021a).

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

### 7.6.1.1 Referansebanen

Referansebanen for bidragene Havneligge og Inn- og utseiling baseres hovedsakelig på en referansebane utarbeidet av THEMA Consulting for Kristiansand havn, i rapportserien «Energi- og effektutredning for Kristiansand havn». For Gjennomseiling bruker vi et anslag som THEMA Consulting gjorde for utslipp fra gjennomseiling i Kristiansand i 2019 og 2020, og antar at utslippene i referansebanen holder seg konstant lik utslippene i 2019, ettersom vi ikke har datagrunnlag for å anta noen tidsutvikling.

**Tabell 76:** Antagelser per faktor for referansebanen i sektor Sjøfart

Utslippskilde	15 ulike skips kategorier	
Bidrag	Havneligge (Vestre Kvadraturen, Andre kaier, Reden, Søgne (Høllen)) Inn- og utseiling	
Faktor	Antall havneanløp	Antall
Antagelser	Antas å følge samme utvikling som i referansebanen fra Energi- og effektutredning for Kristiansand havn, som holder havneanløp konstant på 2019-nivå (med unntak av 2020, hvor faktisk antall anløp benyttes). Dette betyr at all variasjon i utslippene tilskrives endringer i energieffektivitet, framdriftsteknologi og bruk av landstrøm.	
Usikkerhetsintervall	Settes lik grensene for et 90 prosents konfidensintervall for forventningsverdien for antall anløp basert på perioden 2015-2019, tatt fra data for havneanløp i Kristiansand og i Søgne på havbase.no (Kystverket). Årene 2015-2019 betraktes da som et utvalg, og usikkerhetsintervallet som et konfidensintervall for «populasjons»-middelverdien som dette utvalget representerer.	

Faktor	Gjennomsnittlig utslipp per anløp	tonn per anløp
Antagelser	For inn- og utseiling og for havneligge i Vestre Kvadraturen antar vi at utslipp per anløp utvikler seg på samme måte som i referansebanen i Energi- og effektutredning for Kristiansand havn av THEMA Consulting, dividert med antall anløp fra samme kilde. For andre deler av havna (som ikke var omfattet av framskrivingene i den opprinnelige Energi- og effektutredningen) antar vi at utslipp per anløp holder seg konstant på 2019-nivå. Dette innebærer i praksis at framdriftsteknologier på nye og oppgraderte skip samt utbygging og bruk av landstrøm i Vestre Kvadraturen utvikler seg på samme måte som i THEMA Consultings referansebane, men at bruk av landstrøm i andre deler av havna fortsetter på 2019-nivå. 2020 holdes utenfor analysen på grunn av de uvanlige anløpsmønstrene dette året som følge av COVID-19-pandemien.	
Usikkerhetsintervall	Samme metode som for Antall havneanløp, hvor middelveiden beregnes ut fra utslippene fra Sjøfart i Miljødirektoratets klimagassregnskap for årene 2015-2019 og ut fra antall anløp i havbase.no, skalert ned til å være lik utslippene per anløp i THEMA Consultings utslippsberegning for 2019.	
Utslippskilde	15 ulike skips kategorier	
Bidrag	Gjennomseiling	
Faktor	Utslipp fra gjennomseiling	tonn
Antagelser	Vi antar at utslipp fra gjennomseiling er konstant lik THEMA Consultings anslag for 2019 i hele perioden 2021-2030. For 2020 benyttes egne tall, også fra THEMA Consulting. .	
Usikkerhetsintervall	Vi har ikke tallgrunnlag for å kunne vurdere usikkerheten denne faktoren, og det benyttes derfor ikke noe kvantifisert usikkerhetsintervall.	

### 7.6.1.2 Tiltaksanalyser

**Tabell 77:** Tiltakseffekt per faktor for tiltak i sektor Sjøfart

Tiltak	S3.1	Forsert innføring av landstrøm utenfor Vestre Kvadraturen	Sjøfart
Tiltakspakke	3 - Klimakur 2030		
Antagelser	Referansebanen fra Energi- og effektutredningen fra THEMA Consulting dekker i utgangspunktet bare Vestre Kvadraturen. I referansebanen i denne rapporten holdes derfor utslippene konstant på 2019-nivå i andre deler av havna. Tiltak S3.2 antar både at landstrøm i andre deler av havna (unntatt Reden) bygges ut i samme takt som i Vestre Kvadraturen, og at veksten i skip som tar landstrøm i bruk også er den samme.		
Forutsetninger	Tiltaket forutsetter at rederier både gir de fleste nye og oppgraderte skip mulighet for å benytte landstrøm, og faktisk tar landstrømmen i bruk, også for kaier utenfor Vestre Kvadraturen.		
Faktor	Gjennomsnittlig utslipp per anløp	Alle utslippskilder / bidragene «Andre kaier» og «Søgne (Høllen)»	
Tiltakseffekt	Antall utslipp per anløp utvikler seg med samme vekstfaktor per år som utslipp per anløp i Vestre Kvadraturen, med utgangspunkt i 2019-nivå.		
Usikkerhetsintervall	Benyttes ikke. Vi har ikke tallgrunnlag for å kunne vurdere usikkerheten i dette tiltaket.		

Tiltak	S3.2	Hybridisering av Hirtshals-fergene	Sjøfart
Tiltakspakke	3 - Klimakur 2030		
Antagelser	Tiltaket antar at Hirtshals-fergene installerer hybridframdrift, og kan gjennomføre hele inn- og utseilingen på batteridrift, slik at utslipp fra inn- og utseiling blir tilnærmet null for disse skipene. Tiltaket inngår som en del av «nullutslippsscenarioet» i Energi- og effektutredningen, og vi antar derfor at utslipp fra inn- og utseiling for Hirtshals-fergene følger samme utvikling som i det scenarioet.		

Forutsetninger	Tiltaket forutsetter at det er mulig å gi incentiver som er tilstrekkelige til at Color Line og Fjord Line vil investere i en ombygging av skipene sine. Det forutsetter også at det er tilstrekkelig ladekapasitet til at fergene kan lade nok mellom ankomst og avgang til å kunne gjennomføre inn- og utseilingen på kun batteridrift. Det kan hende at det vil kreve utbygging eller oppgradering av ladeinfrastruktur også i Hirtshals, hvis skipene skal kunne bruke batteridrift under hele innseilingen, og ikke bare utseilingen. Det må opprettes en dialog og utredes hvordan dette kan gjøres på den danske siden, både overfor havnemyndighetene i Hirtshals og nettleverandør. Det vil potensielt også kreves en overenskomst om hvordan fergene skal fordele bruk av batteridrift mellom inn-/utseiling i Kristiansand, og tilsvarende inn-/utseiling i Hirtshals.	
Faktor	Gjennomsnittlig utslipp per anløp	Utenlandsferger / Inn- og utseiling
Tiltakseffekt	Utslipp per anløp til inn- og utseiling for Utenlandsferger følger samme utvikling som i Nullutslippsscenarioet i Energi- og effektutredningen, som medfører at dette utslippet blir nesten eliminert fra 2024 til 2025.	
Usikkerhetsintervall	Benyttes ikke. Vi har ikke tallgrunnlag for å kunne vurdere usikkerheten i dette tiltaket.	

Tiltak	S4.1	Full landstrømsdekning og nullutslipp for alle nye/oppgraderte skip	Sjøfart
Tiltakspakke	4 - Radikale tiltak		
Antagelser	Alle nye og oppgraderte skip utrustes til hybrid drift eller nullutslipps framdriftsteknologier, og kan både benytte landstrøm/ladestrøm i havn, og seile utslippsfritt minst til og fra 12-milsgrensa, tilsvarende Nullutslippsscenarioet i Energi- og effektutredningen.		
Forutsetninger	Det forutsettes at det finnes tilstrekkelige incentiver til at rederiene vil gjøre den betydelige investeringen som dette tiltaket innebærer. Det forutsettes også at det finnes ordninger som sørger for at ankommende skip hybriddrift har tilstrekkelig lading i batteriene sine til å kunne gjennomføre innseilingen på batteridrift.		
Faktor	Gjennomsnittlig utslipp per anløp	Alle utslippskilder / Inn- og utseiling	
Tiltakseffekt	Følger samme utvikling fra 2021 som i Nullutslippsscenarioet i Energi- og effektutredningen.		
Usikkerhetsintervall	Benyttes ikke. Vi har ikke tallgrunnlag for å kunne vurdere usikkerheten i dette tiltaket.		
Faktor	Gjennomsnittlig utslipp per anløp	Alle utslippskilder / Havneligge (Vestre Kvadraturen, Andre kaier, og Søgne (Høllen))	
Tiltakseffekt	Følger samme utvikling fra 2021 som i Nullutslippsscenarioet i Energi- og effektutredningen.		
Usikkerhetsintervall	Benyttes ikke. Vi har ikke tallgrunnlag for å kunne vurdere usikkerheten i dette tiltaket.		



## 7.7 Avfall og avløp

Sektoren avfall og avløp er delt inn i tre utslippskilder som vist i Tabell 78. Utslippskilden avfallsdeponigass deles videre opp i faktorer, som vist i tabellen, mens utslippskilden biologisk behandling av avfall og utslippskilden avløp ikke dekomponeres i bakenforliggende faktorer.

**Tabell 78:** Struktur for sektor Avfall og avløp

Utslippskilde	Bidrag	Faktor	Benevning
Avfallsdeponigass	Avfallsdeponigass	Metanproduksjon	tonn
		Prosent utslipp av metan (1 - uttaksandel)	
Biologisk behandling av avfall	Biologisk behandling av avfall	Utslipp fra biologisk behandling av avfall	tonn
Avløp	Avløp	Utslipp fra avløp	tonn

Til utregning av avfallsdeponigass benyttes følgende formler:

$$\text{Metanproduksjon} \cdot (1 - \text{uttaksandel})$$

Utslipp fra avfallsdeponigass dominerer sektoren fullstendig for Kristiansand. Utslippene i sektoren omfatter kun metan og lystgass, ettersom eventuelle CO<sub>2</sub>-utslipp ansees som ikke-fossile.

### 7.7.1 Avfallsdeponigass

Avfallsdeponigass omfatter metanutslipp (CH<sub>4</sub>) fra nedbrytning i eksisterende deponier. For Kristiansand omfatter dette nedlagte deponier som følges opp av Avfall Sør og hvor det ikke har vært deponert avfall siden år 2000.

Avfallsdeponigass viser for Kristiansand en tydelig avtakende trend, i tråd med at det ikke lenger deponeres vesentlige mengder nedbrytbart avfall, samtidig som avfall i eksisterende deponier gradvis brytes ned. Utslippene av deponigass påvirkes også av uttak og utnyttelse av deponigass. Det har tidligere vært uttak og faking av metangass ved to av deponiene, men i dag er det kun uttak ved ett deponi. Dette fanges imidlertid ikke opp av det kommunefordelte klimagassregnskapet.

Det er verdt å merke seg at utslippene her og i Miljødirektoratets klimagassregnskap er beregnet med en modell distribuert av FNs Klimapanel og nasjonale antakelser om hvordan deponiene er bygget opp, uten tilpasninger for lokale forhold ved deponiene i Kristiansand. En rekke forhold, som dybden på deponiet og typen dekke over avfallet, kan påvirke hvor mye deponigass som utvikles og hvor mye som brytes ned før det slipper ut i luften. Målinger gjennomført av Avfall Sør tyder på at utslippene i deres deponier kan være vesentlig lavere enn modellen antyder. Miljødirektoratet har åpnet for å gjøre lokale tilpasninger i modellen for kommuner som har tilstrekkelige data, og har for eksempel gjort dette for Oslo etter en utstrakt dialog med kommunen. Eventuelle lokale tilpasninger av modellen vil måtte avklares med Miljødirektoratet.

#### 7.7.1.1 Referansebanen

**Tabell 79:** 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 modellen fra IPCC som inngår i det kommunefordelte klimagassregnskapet, i form av Miljødirektoratets tiltaksplan for deponigassuttak. I deponigassmodellen velges parametere for oksidasjon og behandlingstype som best reproducerer de historiske tallene i det kommunefordelte klimagassregnskapet.	

	Tall for deponerte avfallsmengder fordelt på avfallstype er mottatt fra Miljødirektoratet (data hentet fra SSB).
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall.
Faktor	Prosent utslipp av metan (1 - uttaksandel)
Antagelser	Uttaksandelen settes lik 0 i referansebanen, da det ikke er eksisterende uttak av metan som fanges opp i det kommunefordelte klimagassregnskapet. Avfall Sør har uttalt at det er et beskjedent uttak av deponigass ved ett av deponiene deres, men dette er ikke rapportert og fanges ikke opp i statistikken. Avfall sør har også vurdert at de observerte ansamlingene av deponigass i deponiene er så små at det ikke er grunnlag for å investere i høyere uttak eller å starte uttak ved andre deponier.
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall

### 7.7.1.2 Tiltaksanalyser

Tiltakspakkene inneholder ingen tiltak for avfallsdeponigass.

## 7.7.2 Biologisk behandling av avfall

Biologisk behandling av avfall omfatter utslipp av CH<sub>4</sub> og N<sub>2</sub>O fra biogassproduksjon og kompostering. For Kristiansand er det ingen utslipp fra biogassproduksjon i biogassanlegg og alle utslippene kan tilskrives kompostering.

Utslippene er små, på ca. 80-120 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter, og viser ingen klar trend. Vi dekomponerer derfor ikke denne utslippskilden ytterligere i faktorer.

### 7.7.2.1 Referansebanen

**Tabell 80:** Antagelser per faktor for referansebanen i sektor Avfall og avløp, utslippskilde Biologisk behandling av avfall

Utslippskilde	Biologisk behandling av avfall	
Bidrag	Biologisk behandling av avfall	
Faktor	Utslipp fra biologisk behandling av avfall	tonn
Antagelser	Ettersom utslippskilden ikke viser noen signifikant trend i de historiske tallene mellom 2009 og 2019, framskrives utslippene som konstante lik gjennomsnittet for perioden 2009-2019.	
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall	

### 7.7.2.2 Tiltaksanalyser

Tiltakspakkene inneholder ingen tiltak for biologisk behandling av avfall.

## 7.7.3 Avløp

Utslipp fra avløp består hovedsakelig av N<sub>2</sub>O-utslipp fra renseanlegg, pluss mindre mengder utslipp fra industriavløpsvann, og utslipp fra septiktanker. Vi har ikke detaljerte data for sammensetningen av denne sektoren, men det er sannsynlig at renseanlegg utgjør det aller meste av utslippene i det kommunefordelte klimagassregnskapet.

Utslippene er forholdsvis små, på ca. 1400-1900 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter de fleste årene, og viser ingen klar trend, heller ikke med folketall. Vi dekomponerer derfor ikke denne utslippskilden ytterligere i faktorer.

### 7.7.3.1 Referansebanen

**Tabell 81:** Antagelser per faktor for referansebanen i sektor Avfall og avløp, utslippskilde Avløp

Utslippskilde	Avløp	
Bidrag	Avløp	
Faktor	Utslipp fra avløp	tonn
Antagelser	Ettersom utslippskilden ikke viser noen signifikant trend i de historiske tallene de siste årene, framskrives utslippene som konstante lik gjennomsnittet for perioden 2015-2019.	
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall	

### 7.7.3.2 Tiltaksanalyser

Tiltakspakkene inneholder ingen tiltak for avløp.

## 7.8 Jordbruk

Sektoren jordbruk er delt inn i tre utslippskilder som vist i Tabell 82. 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 82: Struktur for sektor Jordbruk

Utslippskilde	Bidrag	Faktor	Benevning
Fordøyelsesprosesser husdyr	Fordøyelsesprosesser husdyr	Utslipp fra fordøyelsesprosesser husdyr	tonn
Gjødselhåndtering	Gjødselhåndtering	Utslipp fra gjødselhåndtering	tonn
Jordbruksarealer	Jordbruksarealer	Utslipp fra jordbruksarealer	tonn

Fordøyelsesprosesser husdyr omfatter hovedsakelig metanutslipp fra fordøyessystemet til drøvtyggere. Gjødselhåndtering omfatter CH<sub>4</sub>- og N<sub>2</sub>O-utslipp fra lagring av gjødsel, mens utslipp fra jordbruksarealer omfatter N<sub>2</sub>O-utslipp fra spredning av gjødsel (både husdyrgjødsel og kunstgjødsel), fra avføring fra dyr på beite og fra jordsmonnet på arealer brukt til jordbruk, spesielt oppdyrkede myrer. I tillegg er utslipp fra urea, spredning av kompost og halmbrenning inkludert i kategorien jordbruksarealer i det kommunefordelte klimagassregnskapet<sup>22</sup>.

Utslippene fra fordøyelsesprosesser husdyr har vist en økende trend siden 2009. Dette skyldes en kombinasjon av økende antall storfe og sauer. Begge bestander har flatet noe ut de siste 2-3 årene og gått svakt ned fra 2018 til 2019. Utslippene fra de øvrige to utslippskildene har vist svært små endringer og ingen signifikant trend siden 2009. Samlet sett sto jordbruk for mindre enn 3 prosent av samlede klimagassutslipp i Kristiansand i 2019. 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.

<sup>22</sup> Utslipp fra kalking skal i utgangspunktet også være inkludert i det kommunefordelte klimagassregnskapet, men har ved en feil falt ut av 2021-publiserings (versjon 2021-02-22).

### 7.8.1.1 Referansebanen

**Tabell 83:** Antagelser per faktor for referansebanen i sektor Jordbruk

Utslippskilde	Fordøyelsesprosesser husdyr	
Bidrag	Fordøyelsesprosesser husdyr	
Faktor	Utslipp fra fordøyelsesprosesser husdyr	tonn
Antagelser	Utslippene har vist en økende trend siden 2009, men har flatet ut de siste årene. Ettersom vi ikke er kjent med planlagte økninger eller reduksjoner i husdyrbestanden som kan tenkes å påvirke framtidige utslipp, framskrives utslippene som konstante lik gjennomsnittet for perioden 2017-2019.	
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall	
Utslippskilde	Gjødselhåndtering	
Bidrag	Gjødselhåndtering	
Faktor	Utslipp fra gjødselhåndtering	tonn
Antagelser	Ettersom utslippskilden ikke viser noen signifikant trend i de historiske tallene mellom 2009 og 2019, framskrives utslippene som konstante lik gjennomsnittet for perioden 2009-2019.	
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall	
Utslippskilde	Jordbruksarealer	
Bidrag	Jordbruksarealer	
Faktor	Utslipp fra jordbruksarealer	tonn
Antagelser	Ettersom utslippskilden ikke viser noen signifikant trend i de historiske tallene mellom 2009 og 2019, framskrives utslippene som konstante lik gjennomsnittet for perioden 2009-2019.	
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall	

### 7.8.1.2 Tiltaksanalyser

**Tabell 84:** Tiltakseffekt per faktor for tiltak i sektor Jordbruk

Tiltak	J2.1	Bærekraftig kosthold	Jordbruk
Tiltakspakke	2 - Klimaplan		
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 Kristiansand ved å anta at tiltaket fører til samme relative reduksjon i metan (CH <sub>4</sub> ) og lystgass (N <sub>2</sub> O) for jordbrukssektoren i Kristiansand 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 Kristiansand. En viss andel av husdyrholdet i Kristiansand må antas å være drevet av forbruk av landbruksprodukter utenfor Kristiansand kommune, og denne andelen vil ikke bli redusert dersom tiltaket kun gjennomføres i Kristiansand. 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 <sub>4</sub> -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 <sub>4</sub> - og N <sub>2</sub> 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 <sub>2</sub> O-utslipp fra spredning av kunstgjødsel og husdyrgjødsel på jordbruksarealer.	
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall	

Tiltak	J2.2	Redusert matsvinn	Jordbruk
Tiltakspakke	2 - Klimaplan		
Antagelser	Redusert matsvinn forventes å redusere utslippene fra jordbrukssektoren gjennom redusert behov for å produsere mat. Vi beregner tiltakseffekten for Kristiansand ved å anta at tiltaket fører til samme relative reduksjon i metan (CH <sub>4</sub> ) og lystgass (N <sub>2</sub> O) for jordbrukssektoren i Kristiansand 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 Kristiansand. En viss andel av matproduksjonen i Kristiansand må antas å være drevet av forbruk av landbruksprodukter utenfor Kristiansand kommune, og denne andelen vil ikke bli redusert dersom tiltaket kun gjennomføres i Kristiansand. Tiltaket forutsetter derfor at det vedtas virkemidler som er tilstrekkelige til å oppnå målene om redusert matsvinn på nasjonalt nivå. Tiltakseffekten av redusert matsvinn antas å være påvirket av sammensetningen av jordbruksproduksjonen og vil derfor være påvirket av kostholdsendringen 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.		
Faktor	Utslipp fra fordøyelsesprosesser husdyr	Fordøyelsesprosesser husdyr	
Tiltakseffekt	Tiltaket fører til redusert behov for å produsere mat og gir dermed en reduksjon i CH <sub>4</sub> -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 <sub>4</sub> - og N <sub>2</sub> 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 <sub>2</sub> O-utslipp fra spredning av kunstgjødsel og husdyrgjødsel på jordbruksarealer.		
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall		

Tiltak	J2.3	Bedre bruk og lagring av gjødsel	Jordbruk
Tiltakspakke	2 - Klimaplan		
Antagelser	<p>Dette tiltaket er beskrevet i Klimakur 2030 (Tiltak J04) og består av flere deltiltak som er aktuelle for Kristiansand, som «Miljøvennlig spredning av husdyrgjødsel» (Tiltak J04-2), «Bedre spredetidspunkt og lagerkapasitet for husdyrgjødsel» (Tiltak J04-3) og «Bedre arealmessig fordeling av husdyrgjødsel» (Tiltak J04-4).</p> <p>Miljøvennlig spredning av husdyrgjødsel innebærer at all husdyrgjødsel som spres på etablert eng, spres med nedlegging i kombinasjon med at en økt andel spres med større vanninnblanding. Ved spredning på åker innebærer tiltaket at en større andel av gjødsla moldes ned innen en time etter spredning.</p> <p>Bedre spredetidspunkt og lagerkapasitet for husdyrgjødsel innebærer at bløtgjødsel som i dag blir spredd om høsten, blir omfordelt til spredning om våren eller sommeren.</p> <p>Bedre arealmessig fordeling av husdyrgjødsel innebærer å omfordele husdyrgjødsel fra areal hvor det brukes for mye, til areal uten husdyrgjødsel.</p> <p>Vi beregner tiltakseffekten for Kristiansand ved å anta at tiltaket fører til samme relative reduksjon i lystgass (N<sub>2</sub>O) for jordbrukssektoren i Kristiansand som de tilsvarende anslåtte reduksjonene på landsbasis i Klimakur 2030, og at de følger samme tidsprofil.</p>		
Forutsetninger	<p>Tiltaket forutsetter at det vedtas virkemidler som er tilstrekkelige til å utløse bedre bruk og lagring av gjødsel.</p> <p>Tiltakseffekten av endret gjødsling antas å være påvirket av både sammensetningen og omfanget av jordbruksproduksjonen, og vil derfor være påvirket både av kostholdsendringen gitt ved tiltak J2.1 og redusert matsvinn gitt ved tiltak J2.2. Tiltakseffekten av endret gjødsling er derfor nedjustert sammenliknet med hva effekten kan forventes å være uten gjennomføring av tiltak J2.1 og J2.2.</p>		
Deltiltak	J2.3-1	Miljøvennlig spredning av husdyrgjødsel	Jordbruk
Faktor	Utslipp fra jordbruksarealer		Jordbruksarealer
Tiltakseffekt	Tiltaket fører til mindre tap av ammoniakk under spredning, og derav mindre utslipp av lystgass som oppstår sekundært av ammoniakk. Det gir samtidig mulighet for å spare inn på bruken av nitrogen fra mineralgjødsel og derav mindre utslipp av lystgass som dannes fra spredning av mineralgjødsel.		
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall		
Deltiltak	J2.3-2	Bedre spredetidspunkt og lagerkapasitet for husdyrgjødsel	Jordbruk
Faktor	Utslipp fra jordbruksarealer		Jordbruksarealer
Tiltakseffekt	Spredning om våren eller sommeren i stedet for om høsten, fører til mindre avrenning til vann og derav bedre utnyttelse av nitrogenet. Det gir mulighet for å spare inn på bruken av nitrogen fra mineralgjødsel og derav mindre utslipp av lystgass som dannes fra spredning av mineralgjødsel. Indirekte lystgassutslipp forventes på sin side å øke noe, da spredning om sommeren gir økte ammoniakktutslipp.		
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall		
Deltiltak	J2.3-3	Bedre arealmessig fordeling av husdyrgjødsel	Jordbruk
Faktor	Utslipp fra jordbruksarealer		Jordbruksarealer
Tiltakseffekt	Omfordeling av husdyrgjødsel fra der det er for mye til der det er for lite, gir lavere behov for mineralgjødsel og derav mindre utslipp av lystgass som dannes fra spredning av mineralgjødsel.		
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall		

## 7.9 Luftfart

Sektoren luftfart er delt inn i to utslippskilder som vist i Tabell 85, avhengig av destinasjon eller opphav for flybevegelsen. Videre deles hver utslippskilde opp i faktorer, som vist i tabellen.

Tabell 85: Struktur for sektor Luftfart

Utslippskilde	Bidrag	Faktor	Benevning
Innenriks luftfart	Innenriks luftfart	Energi til innenriks luftfart	GWh
		Utslipp per GWh	tonn per GWh
Utenriks luftfart	Utenriks luftfart	Energi til utenriks luftfart	GWh
		Utslipp per GWh	tonn per GWh

Til utregning av hver utslippskilde benyttes følgende formler:

$$\text{Energi til innenriks/utenriks luftfart} \cdot \text{Utslipp per GWh}$$

Sektoren luftfart omfatter utslipp fra flybevegelser på bakken, og takeoff og landing av fly og helikoptere opp til 3000 fot. I Kristiansand inngår utslipp fra Kristiansand lufthavn, Kjevik (ENCN). Det kommunefordelte klimagassregnskapet omfatter ikke flygninger med småfly som ikke er underlagt instrumentflygerelger (IFR) og ikke leverer flyplan (se kapittel 10.2 i Miljødirektoratet (2021a)). Militære flygninger er heller ikke inkludert.

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. En foreslått utvidelse fram mot 2030 som omtalt i Nasjonal transportplan 2018-2029 (Samferdselsdepartementet, 2017) (som ligger til grunn for Klimaplanen) er inkludert i tiltakspakke «Klimaplan for 2021-2030».

### 7.9.1.1 Referansebanen

Tabell 86: Antagelser per faktor for referansebanen i sektor Luftfart

Utslippskilde	Innenriks luftfart	
Bidrag	Innenriks luftfart	
Faktor	Energi til innenriks luftfart	GWh
Antagelser	<p>Utslipp av CO<sub>2</sub> fra forbrenning av drivstoff er entydig bestemt av drivstoffbruket, uavhengig av motorteknologi. Historisk energiforbruk til innenriks luftfart beregnes med utgangspunkt i CO<sub>2</sub>-utslippene i Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap ved følgende uttrykk:</p> $\text{Energiforbruk [GWh]} = \text{CO}_2\text{-utslipp [t CO}_2\text{]} / \text{Utslippsfaktor [t CO}_2\text{/GWh]}$ <p>Videre beregnes historisk energiforbruk per terminalpassasjer på innenriks flygninger med utgangspunkt i Avinors statistikk for antall terminalpassasjerer (Avinor/TØI, 2021). Energiforbruk per passasjer har ligget forholdsvis konstant de siste årene og vi bruker gjennomsnittet for perioden 2015-2019 på 35,2 kWh/passasjer i framskrivingene.</p> <p>Energiforbruket framskrives med utgangspunkt i en framskriving av antall terminalpassasjer som er gjort av TØI i desember 2020, men hvor passasjerprognosene for 2021-22 er Avinors egne vurderinger (Avinor/TØI, 2021).</p> <p>Framtidig totalt energiforbruk til innenriks luftfart per år beregnes ved følgende uttrykk:</p> $\text{Energiforbruk [GWh]} = \text{Antall terminalpassasjerer} \cdot \text{Energiforbruk/passasjer}$	
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall	



Faktor	Utslipp per GWh	tonn per GWh								
Antagelser	<p>Vi bruker samme utslippsfaktorer som i Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap (Miljødirektoratet, 2021a). Utslippsfaktorene gjelder for takeoff- og landingsfasen. Utslippsfaktorene er omregnet fra enheten kg gass per kg drivstoff, til tonn gass per GWh ved bruk av energitetthet for jetparafin oppgitt i det nasjonale utslippsregnskapet (Miljødirektoratet, 2020a).</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Energivare</th> <th>CO<sub>2</sub> (t CO<sub>2</sub>/ GWh)</th> <th>CH<sub>4</sub> (t CH<sub>4</sub>/ GWh)</th> <th>N<sub>2</sub>O (t N<sub>2</sub>O/ GWh)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Jetparafin</td> <td>263,1</td> <td>0,018</td> <td>0,0071</td> </tr> </tbody> </table> <p>For å reflektere det gjeldende omsetningskravet for biodrivstoff på 0,5 prosent (volum) fra 2020 nedjusteres utslippsfaktor per GWh for CO<sub>2</sub> for innenriks passasjerfly, ved å multiplisere utslippsfaktoren for alle år i perioden 2020-2030 med en reduksjonsfaktor gitt ved: (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 utslippsfaktoren for CO<sub>2</sub>, ikke for CH<sub>4</sub> eller N<sub>2</sub>O.</p>		Energivare	CO <sub>2</sub> (t CO <sub>2</sub> / GWh)	CH <sub>4</sub> (t CH <sub>4</sub> / GWh)	N <sub>2</sub> O (t N <sub>2</sub> O/ GWh)	Jetparafin	263,1	0,018	0,0071
Energivare	CO <sub>2</sub> (t CO <sub>2</sub> / GWh)	CH <sub>4</sub> (t CH <sub>4</sub> / GWh)	N <sub>2</sub> O (t N <sub>2</sub> O/ GWh)							
Jetparafin	263,1	0,018	0,0071							
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall									

Utslippskilde	Utenriks luftfart									
Bidrag	Utenriks luftfart									
Faktor	Energi til utenriks luftfart	GWh								
Antagelser	<p>Utslipp av CO<sub>2</sub> fra forbrenning av drivstoff er entydig bestemt av drivstofforbruket, uavhengig av motorteknologi. Historisk energiforbruk til innenriks luftfart beregnes med utgangspunkt i CO<sub>2</sub>-utslippene i Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap ved følgende uttrykk:  <math display="block">\text{Energiforbruk [GWh]} = \text{CO}_2\text{-utslipp [t CO}_2\text{]} / \text{Utslippsfaktor [t CO}_2\text{/GWh]}</math></p> <p>Videre beregnes historisk energiforbruk per terminalpassasjer på utenriks flygninger med utgangspunkt i Avinors statistikk for antall terminalpassasjerer (Avinor/TØI, 2021). Energiforbruk per passasjer har sving noe fra år til år, men hovedtrenden er en nedgang fra 2009-2019, ned til 32,4 kWh/passasjer i 2019, med en gjennomsnittlig årlig nedgang på 2,6 %. Vi legger en forlengelse av denne utviklingen til grunn.</p> <p>Energiforbruket framskrives med utgangspunkt i en framskriving av antall terminalpassasjerer som er gjort av TØI i desember 2020, men hvor passasjerprognosene for 2021-22 er Avinors egne vurderinger (Avinor/TØI, 2021).</p> <p>Framtidig totalt energiforbruk til innenriks luftfart per år beregnes ved følgende uttrykk:  <math display="block">\text{Energiforbruk [GWh]} = \text{Antall terminalpassasjerer} * \text{Energiforbruk/passasjer}</math></p>									
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall									
Faktor	Utslipp per GWh	tonn per GWh								
Antagelser	<p>Vi bruker samme utslippsfaktorer som i Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap (Miljødirektoratet, 2021a). Utslippsfaktorene gjelder for takeoff- og landingsfasen. Utslippsfaktorene er omregnet fra enheten kg gass per kg drivstoff, til tonn gass per GWh ved bruk av energitetthet for jetparafin oppgitt i det nasjonale utslippsregnskapet (Miljødirektoratet, 2020a).</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Energivare</th> <th>CO<sub>2</sub> (t CO<sub>2</sub>/ GWh)</th> <th>CH<sub>4</sub> (t CH<sub>4</sub>/ GWh)</th> <th>N<sub>2</sub>O (t N<sub>2</sub>O/ GWh)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Jetparafin</td> <td>263,1</td> <td>0,018</td> <td>0,0071</td> </tr> </tbody> </table>		Energivare	CO <sub>2</sub> (t CO <sub>2</sub> / GWh)	CH <sub>4</sub> (t CH <sub>4</sub> / GWh)	N <sub>2</sub> O (t N <sub>2</sub> O/ GWh)	Jetparafin	263,1	0,018	0,0071
Energivare	CO <sub>2</sub> (t CO <sub>2</sub> / GWh)	CH <sub>4</sub> (t CH <sub>4</sub> / GWh)	N <sub>2</sub> O (t N <sub>2</sub> O/ GWh)							
Jetparafin	263,1	0,018	0,0071							

	<p>For å reflektere det gjeldende omsetningskravet for biodrivstoff på 0,5 prosent (volum) fra 2020 nedjusteres utslippsfaktoren for CO<sub>2</sub> for utenriks passasjerfly ved å multiplisere utslippsfaktoren for alle år i perioden 2020-2030 med en reduksjonsfaktor gitt ved:</p> $\text{Reduksjonsfaktor} = 1 - \text{gjeldende omsetningskrav i energiprosent}$ <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 utslippsfaktoren for CO<sub>2</sub>, ikke for CH<sub>4</sub> eller N<sub>2</sub>O.</p>
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall

### 7.9.1.2 Tiltaksanalyser

**Tabell 87:** Tiltakseffekt per faktor for tiltak i sektor Luftfart

Tiltak	LU2.1	Krav om 30 % biodrivstoff i luftfart innen 2030	Luftfart
Tiltakspakke	2 - Klimaplan		
Antagelser	Dette tiltaket vil være en utvidelse av det gjeldende omsetningskravet på 0,5 prosent (volum) som ligger i referansebanen. Dette tiltaket er beskrevet i NTP 2018-2029, som ligger til grunn for regjeringas Klimaplan. Av Klimaplan for 2021-2030 framgår det at regjeringa vil se an erfaringene med det gjeldende omsetningskravet for deretter å vurdere mulig opptrapping.		
Forutsetninger	Tiltaket forutsetter at en utvidelse av det gjeldende omsetningskravet for biodrivstoff i luftfart vedtas. Den faktiske tiltakseffekten år for år vil avhenge av vedtatt omfang i 2030 og hvor raskt tiltaket fases inn.		
Faktor	Utslipp per GWh		Innenriks luftfart Utenriks luftfart
Tiltakseffekt	<p>For å reflektere en foreslått utvidelse av det gjeldene omsetningskravet for biodrivstoff på 30 prosent (volum) fram mot 2030, nedjusteres utslippsfaktoren for CO<sub>2</sub> for innenriks og utenriks passasjerfly ved å multiplisere utslippsfaktoren for alle år i perioden 2023-2030 med en reduksjonsfaktor gitt ved:</p> $\text{Reduksjonsfaktor} = \frac{1 - \text{utvidet omsetningskrav i energiprosent}}{1 - \text{gjeldende omsetningskrav i energiprosent}}$ <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 utslippsfaktoren for CO<sub>2</sub>, ikke for CH<sub>4</sub> eller N<sub>2</sub>O.</p> <p>Det antas en lineær innfasing av utvidet omsetningskrav fra 2023 til 2030. Reduksjonsfaktoren avtar med det gradvis fram mot 2030.</p>		
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall		

Tiltak	LU4.1	Kun fylling av jetparafin med rent eller høy innblandingsgrad av biodrivstoff ved Kjevik	Luftfart
Tiltakspakke	4 - Radikale tiltak		
Antagelser	<p>Dette tiltaket innebærer at alt flydrivstoff som fylles på Kjevik går over til 100 % biojetdrivstoff, mens salg av fossilt drivstoff fases ut. Dette fører til at størstedelen av utslipp forbundet med flyavganger og tilhørende bakkebevegelser elimineres. Det vil fortsatt være utslipp forbundet med innflyvninger og bakkebevegelser ved ankomster.</p> <p>Ved beregning av tiltakseffekt antar vi at alle CO<sub>2</sub>-utslipp forbundet med flyavganger og tilhørende bakkebevegelser elimineres. Videre antar vi at utslipp forbundet med flyavganger og tilhørende bakkebevegelser utgjør halvparten av de samlede utslippene fra innenriks og utenriks luftfart ved Kjevik lufthavn.</p>		
Forutsetninger	Tiltaket kan ikke vedtas eller gjennomføres av kommunen alene og krever samarbeid med nasjonale transportmyndigheter. Biojetdrivstoff kan blandes direkte inn i fossilt flydrivstoff og		

	krever ikke tilpasninger verken i flymotorer eller distribusjonssystem (Avinor et al., 2020). Tiltaket forutsetter imidlertid at 100 prosent biodrivstoff sertifiseres til bruk i luftfart. Per i dag er maksimalt 50 prosent innblanding av biojetdrivstoff sertifisert til luftfart (Norsk klimastiftelse, 2018).	
Faktor	Utslipp per GWh	Innenriks luftfart Utenriks luftfart
Tiltakseffekt	For å reflektere at tiltaket eliminerer halvparten av de totale CO <sub>2</sub> -utslippene ved Kjevik lufthavn fram mot 2030, nedjusteres utslippsfaktoren for CO <sub>2</sub> for innenriks og utenriks passasjerfly ved å multiplisere utslippsfaktoren for alle år i perioden 2023-2030 med en reduksjonsfaktor lik 1 i 2022 og 0,5 i 2030, og som avtar lineært mellom de to årene, altså jevn gradvis innfasing av tiltaket fra 2023-2030.  Bruk av biodrivstoff påvirker kun utslippsfaktoren for CO <sub>2</sub> , ikke for CH <sub>4</sub> eller N <sub>2</sub> O.	
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall	

## 7.10 Oppvarming

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 88. En sjuende utslippskilde, kull, er ikke tatt med her, da det ikke er noen utslipp fra bruk av kull i Kristiansand. Utslippskildene gass, 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.

**Tabell 88:** Struktur for sektor Oppvarming

Utslippskilde	Bidrag	Faktor	Benevning
Gass	Gass	Energiforbruk av gass til lokal oppvarming	GWh
		Utslipp per GWh	tonn per GWh
Fossil olje	Fossil olje	Energiforbruk av fossil olje til lokal oppvarming	GWh
		Utslipp per GWh	tonn per GWh
Fyringsparafin	Fyringsparafin	Energiforbruk av fyringsparafin til lokal oppvarming	GWh
		Utslipp per GWh	tonn per GWh
Bioenergi	Bioenergi	Utslipp fra bioenergi	tonn
Annet	Annet	Utslipp fra annet	tonn
Vedfyring	Vedfyring	Energiforbruk gjennom vedfyring	GWh
		Utslipp per GWh innfyrt vedenergi	tonn per GWh

Til utregning av hver utslippskilde benyttes følgende formler:

$$\text{Energiforbruk av energibærer} \cdot \text{Utslipp per GWh for energibærer}$$

Utslippene kunne i prinsippet dekomponeres i en rekke faktorer, for eksempel samlet oppvarmet areal (utenom arealer tilkoblet fjernvarme), ganger energibehov per kvadratmeter, ganger gjennomsnittlig utslipp per enhet energi til oppvarming. Vi har imidlertid ikke gode nok data for samlet areal eller oppvarmingsenergiebehov per kvadratmeter for ulike bygninger. Vi dekomponerer derfor kun utslippene i de enkle faktorene som vist i Tabell 88. Vi forutsetter samlet sett et relativt konstant energibehov grunnet høy grad av energieffektivitet i ny bygningsmasse sammen med en viss effektivisering i den eksisterende bygningsmassen.

Utslippskilden vedfyring beregnes i det kommunefordelte klimagassregnskapet med modellen MetVed. For de øvrige utslippskildene fordeles nasjonale utslipp til oppvarming med utgangspunkt i salgsstatistikken for petroleumsprodukter fra SSB.

For bioenergi og vedfyring regnes kun utslipp fra CH<sub>4</sub> og N<sub>2</sub>O med, da CO<sub>2</sub>-utslippet er ikke-fossilt og regnes 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. Størstedelen av slik midlertidig byggvarme produseres imidlertid ved bruk av anleggsdiesel. På grunn av metodikken som benyttes i Miljødirektoratets kommunefordelte utslippsregnskap, blir utslipp fra oppvarming med anleggsdiesel plassert på utslippskilden Dieseldrevne motorredskaper i sektoren Annen mobil forbrenning, snarere enn under sektoren Oppvarming.

Det foreligger et gjeldende forbud mot bruk av mineralolje til oppvarming av bygninger fra og med 2020 (FOR-2018-06-28-1060). All fossil mineralolje som kan brukes i en oljekjel eller parafinkamin til å varme opp en bygning er omfattet av forbudet. Det vil si både tung og lett fyringsolje, fyringsparafin, anleggsdiesel og andre fossile brenslere som er flytende ved standard trykk og temperatur. Gass er ikke omfattet av forbudet. Forbudet er et nasjonale tiltak vedtatt før

31.12.2020, og vil derfor være en del av referansebanen for utslippskildene Fossil olje og Fyringsparafin.

Det gjeldende forbudet mot bruk av mineralolje til oppvarming av bygninger, ble i januar 2021 utvidet til også å gjelde bruk av mineralolje til midlertidig byggvarme fra 2022 (FOR-2021-01-07-49). Dette påvirker ikke sektoren Oppvarming, men inngår som del av tiltak AT2.2 med tiltakseffekt for utslippskilden Dieseldrevne motorredskaper i sektoren Annen mobil forbrenning. I Klimaplan for 2021-2030 er det er imidlertid også skissert utfasing av bruk av gass til midlertidig byggvarme og byggtørk fram mot 2025, som ikke er omfattet av forbudet. Dette inngår også som en del av tiltak AT2.2 og den delen av tiltaket AT2.2 som påvirker bruk av gass til midlertidig byggvarme omtales derfor her (i avsnitt 7.10.1.2).

### 7.10.1 Gass

Utslippskilden gass er utslipp fra forbrenning av naturgass, LPG og andre former for fossil gass for å varme opp bygninger. Utslippskilden omfatter også bruk av gass (LPG) til midlertidig byggvarme på byggeplasser.

I 2019 sto utslippskilden gass for 21 % av utslippene i utslippssektoren Oppvarming. Utslippene har fluktuert mye år for år og følger utslippene for fossil olje tett for senere år. Dette skyldes sannsynligvis at utslippene fra LPG kommunefordelles med utgangspunkt i kommunefordelingen for fyringsolje. For naturgass er det ikke innhentet tall på kommunenivå etter 2013 og kommunefordelingen for 2013 er benyttet også for senere år. En analyse av Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap tilsier at hele volumet som er fanget opp for Kristiansand er LPG.

#### 7.10.1.1 Referansebanen

**Tabell 89:** Antagelser per faktor for referansebanen i sektor Oppvarming, utslippskilde gass

Utslippskilde	Gass		
Bidrag	Gass		
Faktor	Energiforbruk av gass til lokal oppvarming	GWh	
Antagelser	Ettersom energiforbruket ikke viser noen signifikant trend i de historiske tallene, framskrives energiforbruket av gass til lokal oppvarming som konstant lik gjennomsnittet for perioden 2009-2019.		
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall		
Faktor	Gjennomsnittlig utslipp per GWh	tonn per GWh	
Antagelser	Vi kjenner ikke fordelingen mellom naturgass, LPG og andre former for fossil gass til oppvarming av bygninger og byggvarme i Kristiansand, men en analyse av Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap tilsier at hele volumet som er fanget opp for Kristiansand er LPG. Vi bruker derfor utslippsfaktoren for LPG for hele volumet.		
	Vi bruker samme utslippsfaktorer som Miljødirektoratet for utslipp per GWh av ulike typer energi til oppvarming (Miljødirektoratet, 2021a). Tallene i originalkilden er oppgitt i form av gCO <sub>2</sub> e per kWh. Tallene er regnet om med GWP100-faktorer fra IPCCs fjerde hovedrapport (25 for CH <sub>4</sub> og 298 for N <sub>2</sub> O).		
	<b>Energivare</b>	<b>CO<sub>2</sub></b> <b>(t CO<sub>2</sub>/GWh)</b>	<b>CH<sub>4</sub></b> <b>(t CH<sub>4</sub>/GWh)</b>
	<b>Naturgass (LNG)</b>	201,9	0,018
	<b>LPG (propan og butan)</b>	234,3	0,018
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall		

## 7.10.1.2 Tiltaksanalyser

Tabell 90: Tiltakseffekt per faktor for tiltak i sektor Oppvarming, utslippskilde Gass

Tiltak	AT2.2 Utfasing av mineralolje og gass til byggvarme på byggeplasser	Oppvarming (og Annen mobil forbrenning)
Tiltakspakke	2 – Klimaplan	
Antagelser	<p>Tiltaket omfatter å innføre forbud eller andre virkemidler som medfører at det ikke lenger brukes mineralolje (hovedsakelig anleggsgas) eller fossil gass (hovedsakelig LPG) til midlertidig byggvarme og byggtørk på byggeplasser. Tiltaket er omtalt som tiltak O01 i Klimakur 2030. Tiltaket antar at bruk av mineralolje fases ut fullstendig fra og med 2022, og fossil gass fra og med 2025. Forbud mot mineralolje til midlertidig byggvarme fra 2022 er allerede vedtatt, men vedtaket ble fattet i januar 2021, og regnes derfor per definisjon ikke med i referansebanen, men er i stedet inkludert i dette tiltaket. Det er et mål i Klimaplanen å også fase ut fossil gas til midlertidig byggvarme innen 2025, men det er ikke vedtatt eller ferdig utredet ennå, og heller ikke avgjort om det skal gjøres gjennom et forbud eller andre virkemidler som CO<sub>2</sub>-pris.</p> <p>På grunn av metodikken i Miljødirektoratets klimagassregnskap blir effekten av å fase ut bruk av anleggsgas til midlertidig byggvarme/byggtørk lagt til sektoren Annen mobil forbrenning, mens effekten av å fase ut fossil gass blir lagt til sektoren Oppvarming. Effekten for Oppvarming er omtalt her, mens effekten for Annen mobil forbrenning er omtalt i 7.5.1.2. I det følgende her omtales kun utfasing av gass.</p> <p>Hvor mye gass som brukes til midlertidig byggvarme er svært usikkert, både nasjonalt og lokalt. Utslippene fra gass til midlertidig byggvarme for tiltaket i Kristiansand anslås ved å anta samme formålsfordeling mellom permanent oppvarming og midlertidig byggvarme som nasjonalt. En analyse av det kommunefordelte klimagassregnskapet tilsier at hele volumet som er fanget opp for Kristiansand er LPG. Vi ser derfor bort fra bruk av naturgass for Kristiansand, og ser derfor kun på formålsfordelingen nasjonalt for LPG.</p> <p>Vi beregner tiltakseffekt for Kristiansand ved å anta samme utfasingstakt som i Klimakur 2030, for den andelen av gassforbruket som antas brukt til midlertidig byggvarme.</p>	
Forutsetninger	Tiltaket forutsetter at målet i Klimaplanen å også fase ut fossil gass til midlertidig byggvarme innen 2025, følges opp med et forbud eller andre virkemidler som CO <sub>2</sub> -pris.	
Faktor	Energiforbruk av gass til lokal oppvarming	Gass
Tiltakseffekt	Andelen av gassforbruket i Kristiansand 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	Gjenspeiler usikkerheten i mengde LPG brukt til midlertidig byggvarme. 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 permanent oppvarming og midlertidig byggvarme som her benyttes for middelvei, øvre og nedre bane for Kristiansand. For tiltak AT2.2 benyttes anslag på 34 % midlertidig byggvarme fra datakilde 3 som middelvei, mens anslaget på 15 % midlertidig byggvarme fra datakilde 2 benyttes for øvre bane og anslaget på 37 % midlertidig byggvarme fra datakilde 1 benyttes for nedre bane.	

Tiltak	O3.1	Erstatte gassbruk til permanent oppvarming av bygg	Oppvarming
Tiltakspakke	3 – Klimakur 2030		
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 midlertidig byggvarme for tiltaket i Kristiansand anslås ved å anta samme formålsfordeling mellom permanent oppvarming og midlertidig byggvarme som nasjonalt. En analyse av det kommunefordelte klimagassregnskapet tilsier at hele volumet som er fanget opp for Kristiansand er LPG. Vi ser derfor bort fra bruk av naturgass for Kristiansand, og ser derfor kun på formålsfordelingen nasjonalt for LPG.</p> <p>Vi beregner tiltakseffekt for Kristiansand ved å anta samme utfasingstakt som i Klimakur 2030, for den andelen av gassforbruket 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 gass til lokal oppvarming	Gass	
Tiltakseffekt	Andelen av gassforbruket i Kristiansand 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	Gjenspeiler usikkerhet i mengde LPG brukt til midlertidig byggvarme. 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 permanent oppvarming og midlertidig byggvarme som her benyttes for middelvei, øvre og nedre bane for Kristiansand. For tiltak O3.1 benyttes anslag på 63 % permanent oppvarming fra datakilde 3 som middelvei, mens anslaget på 15 % permanent oppvarming fra datakilde 1 benyttes for øvre bane og anslaget på 85 % permanent oppvarming fra datakilde 2 benyttes for nedre bane.		

### 7.10.2 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 2019 sto utslippskilden fossil olje for 12 % av utslippene i utslippssektoren Oppvarming mens utslippskilden fyringsparafin sto for 2 % av utslippene. Spesielt for fossil olje har utslippene fluktuert mye år for år mens utslippene for fyringsparafin har vist en jevnt nedadgående trend.

#### 7.10.2.1 Referansebanen

**Tabell 91:** 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	GWh
	Energiforbruk av fyringsparafin til lokal oppvarming	
Antagelser	Nasjonal lovgivning forbyr bruk av fyringsolje fra og med 2020, og framskrivningene i referansebanen forutsetter derfor at fossil olje og fyringsparafin fases fullstendig ut mellom 2019 og 2020. Det er noe usikkerhet rundt hvilke energikilder som vil erstatte fyringsolje, men gitt relativt lave strømpriser i forhold til gasspriser og at en oljefyr ikke kan omgjøres til gassfyr	

	uten visse investeringer, antas det ikke at utfasing av oljefyring fører til noen vesentlig økning i gassforbruket.		
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall. Merk at det er vesentlig ikke-kvantifisert usikkerhet knyttet til utslippene fra oppvarming, ikke bare på grunn av usikkerhet om fremtidig utvikling, men også på grunn av høy usikkerhet i det historiske statistikkgrunnlaget. Miljødirektoratets anslag baserer seg på data for salg av fyringsolje og fyringsparafin, fordelt i henhold til leveringsadresse. Disse tallene kan være misvisende ettersom leveringsadresse ikke nødvendigvis samsvarer med hvor brenselet brukes, og en viss andel av leveransene er rapportert uten leveringsadresse og ikke fordelt til enkeltkommuner. Dette kan føre til at noe fyringsolje solgt i Kristiansand egentlig brennes og gir utslipp i en annen kommune, eller omvendt. Denne usikkerheten gjelder da også prognosene i referansebanen, ettersom framskrivingene er basert på vekstrater relativt til det kommunefordelte klimagassregnskapet for 2019.		
Faktor	Gjennomsnittlig utslipp per GWh	tonn per GWh	
Antagelser	Vi bruker samme utslippsfaktorer som Miljødirektoratet for utslipp per GWh av ulike typer energi til oppvarming (Miljødirektoratet, 2021a). Tallene i originalkilden er oppgitt i form av gCO <sub>2</sub> e per kWh. Tallene er regnet om med GWP100-faktorer fra IPCCs fjerde hovedrapport (25 for CH <sub>4</sub> og 298 for N <sub>2</sub> O).		
	<b>Energivare</b>	<b>CO<sub>2</sub> (t CO<sub>2</sub>/GWh)</b>	<b>CH<sub>4</sub> (t CH<sub>4</sub>/GWh)</b>
	<b>Fyringsolje</b>	264,8	0,036
	<b>Fyringsparafin</b>	263,1	0,036
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall		

### 7.10.2.2 Tiltaksanalyser

Tiltakspakkene inneholder ingen tiltak for utslippskildene fossil olje eller fyringsparafin utover referansebanen (som inneholder nasjonalt forbud mot bruk av mineralolje til permanent byggvarme fra 2020).

### 7.10.3 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 CH<sub>4</sub> og N<sub>2</sub>O, ikke CO<sub>2</sub>.

Utslippene er små, på ca. 45-75 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter, og viser ingen klar trend. Vi dekomponerer derfor ikke denne utslippskilden ytterligere i faktorer.

#### 7.10.3.1 Referansebanen

**Tabell 92:** Antagelser per faktor for referansebanen i sektor Oppvarming, utslippskilde Bioenergi

Utslippskilde	Bioenergi	
Bidrag	Bioenergi	
Faktor	Utslipp fra bioenergi	tonn
Antagelser	Ettersom utslippskilden ikke viser noen signifikant trend i de historiske tallene mellom 2009 og 2019, framskrives utslippene som konstante lik gjennomsnittet for perioden 2009-2019.	
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall. Det er en viss usikkerhet forbundet med om utfasing av mineralolje til permanent byggvarme vil føre til en økning i forbruket av bioenergi.	



	Ettersom det i så fall fortsatt er snakk om små utslipp målt i CO <sub>2</sub> -ekvivalenter (kun CH <sub>4</sub> og N <sub>2</sub> O, CO <sub>2</sub> regnes ikke med), har vi ikke etterstrebet å modellere en slik mulig økning.
--	---

### 7.10.3.2 Tiltaksanalyser

Tiltakspakkene inneholder ingen tiltak for utslippkilden bioenergi

### 7.10.4 Annet

Utslippkilden annet er utslipp fra forbrenning av andre produkter for å varme opp bygninger, som ikke er dekket av øvrige utslippkilder (e.g. parafinvoks, spesialavfall).

Utslippene er forholdsvis små, på ca. 800-1400 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter de fleste årene, og viser ingen klar trend. Vi dekomponerer derfor ikke denne utslippkilden ytterligere i faktorer.

#### 7.10.4.1 Referansebanen

**Tabell 93:** Antagelser per faktor for referansebanen i sektor Oppvarming, utslippkilde Annet

Utslippskilde	Annet	
Bidrag	Annet	
Faktor	Utslipp fra annet	tonn
Antagelser	Ettersom utslippkilden ikke viser noen signifikant trend i de historiske tallene mellom 2009 og 2019, framskrives utslippene som konstante lik gjennomsnittet for perioden 2009-2019.	
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall	

#### 7.10.4.2 Tiltaksanalyser

Tiltakspakkene inneholder ingen tiltak for utslippkilden annet.

### 7.10.5 Vedfyring

Utslippkilden vedfyring består av CH<sub>4</sub>- og N<sub>2</sub>O-utslipp fra forbrenning av ved (CO<sub>2</sub>-utslippene er ikke-fossile og derfor ikke inkludert). Dette er en liten utslippskilde, som står for under 1 prosent av samlede utslipp. Utslippene har vist en avtagende trend fra 2009-2016, men har flatet ut de siste årene.

#### 7.10.5.1 Referansebanen

**Tabell 94:** Antagelser per faktor for referansebanen i sektor Oppvarming, utslippkilde vedfyring

Utslippskilde	Vedfyring	
Bidrag	Vedfyring	
Faktor	Energiforbruk gjennom vedfyring	GWh
Antagelser	Utslipp av lystgass fra vedfyring antas å være entydlig bestemt av vedforbruket, uavhengig av ovnsteknologi. Historisk energiforbruk til vedfyring beregnes med utgangspunkt i N <sub>2</sub> O-utslippene i Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap ved følgende uttrykk: Energiforbruk [GWh] = N <sub>2</sub> O-utslipp [t N <sub>2</sub> O] / Utslippsfaktor [t N <sub>2</sub> O/GWh]	

	Vi temperaturkorrigerer vedforbruket ved graddagsmetoden for å utligne effekten av kalde/varme år på beregningene. Temperaturkorrigert vedforbruket har ligget forholdsvis konstant på mellom 90-115 GWh siden 2011 og vi bruker gjennomsnittet for perioden 2011-2019 på 104 GWh i framskrivingene.																																														
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall grunnet mangel på data til å anslå usikkerheten kvantitativt.																																														
Faktor	Utslipp per GWh innfyrt vedenergi	tonn per GWh																																													
Antagelser	<p>Vi bruker samme utslippsfaktorer som i Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap (Miljødirektoratet, 2021a). Utslippsfaktorene er omregnet fra enheten g gass per kg tørr ved, til tonn gass per GWh ved bruk av energitetthet for ved oppgitt i det nasjonale utslippsregnskapet (Miljødirektoratet, 2020a). Tallene som er oppgitt for energitetthet for ved i det nasjonale utslippsregnskapet er for våt ved. I henhold til opplysninger fra Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap (Miljødirektoratet, 2021a), har vi brukt en omregningsfaktor på 0,82 g tørr ved/g våt.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Energivare</th> <th>År</th> <th>CO<sub>2</sub> (t CO<sub>2</sub>/GWh)</th> <th>CH<sub>4</sub> (t CH<sub>4</sub>/GWh)</th> <th>N<sub>2</sub>O (t N<sub>2</sub>O/GWh)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ved</td> <td>2009</td> <td>0</td> <td>1,789</td> <td>0,0056</td> </tr> <tr> <td>Ved</td> <td>2011</td> <td>0</td> <td>1,708</td> <td>0,0056</td> </tr> <tr> <td>Ved</td> <td>2013</td> <td>0</td> <td>1,594</td> <td>0,0056</td> </tr> <tr> <td>Ved</td> <td>2015</td> <td>0</td> <td>1,557</td> <td>0,0056</td> </tr> <tr> <td>Ved</td> <td>2016</td> <td>0</td> <td>1,545</td> <td>0,0056</td> </tr> <tr> <td>Ved</td> <td>2017</td> <td>0</td> <td>1,494</td> <td>0,0056</td> </tr> <tr> <td>Ved</td> <td>2018</td> <td>0</td> <td>1,511</td> <td>0,0056</td> </tr> <tr> <td>Ved</td> <td>2019</td> <td>0</td> <td>1,402</td> <td>0,0056</td> </tr> </tbody> </table> <p>Utslippsfaktoren for CO<sub>2</sub> er satt til null, for å reflektere at CO<sub>2</sub>-utslipp regnes som netto 0 utslipp for bioenergi (kun biogene utslipp).</p> <p>Utslippsfaktoren for metan har vist en nedadgående trend fra 2009 til 2019, som følge av en gradvis utskifting til nyere ovner, med en gjennomsnittlig årlig nedgang på 2,2 %. I framskrivingene i referansebanen legger vi en forlengelse av denne utviklingen til grunn. Utslippsfaktoren for N<sub>2</sub>O holdes konstant på 2019-nivå fram mot 2030.</p>		Energivare	År	CO <sub>2</sub> (t CO <sub>2</sub> /GWh)	CH <sub>4</sub> (t CH <sub>4</sub> /GWh)	N <sub>2</sub> O (t N <sub>2</sub> O/GWh)	Ved	2009	0	1,789	0,0056	Ved	2011	0	1,708	0,0056	Ved	2013	0	1,594	0,0056	Ved	2015	0	1,557	0,0056	Ved	2016	0	1,545	0,0056	Ved	2017	0	1,494	0,0056	Ved	2018	0	1,511	0,0056	Ved	2019	0	1,402	0,0056
Energivare	År	CO <sub>2</sub> (t CO <sub>2</sub> /GWh)	CH <sub>4</sub> (t CH <sub>4</sub> /GWh)	N <sub>2</sub> O (t N <sub>2</sub> O/GWh)																																											
Ved	2009	0	1,789	0,0056																																											
Ved	2011	0	1,708	0,0056																																											
Ved	2013	0	1,594	0,0056																																											
Ved	2015	0	1,557	0,0056																																											
Ved	2016	0	1,545	0,0056																																											
Ved	2017	0	1,494	0,0056																																											
Ved	2018	0	1,511	0,0056																																											
Ved	2019	0	1,402	0,0056																																											
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall																																														

## 7.10.5.2 Tiltaksanalyser

Tabell 95: Tiltakseffekt per faktor for tiltak i sektor Oppvarming, utslippskilde Vedfyring

Tiltak	O3.2	Forsert utskifting av vedovner	Oppvarming
Tiltakspakke	3 – Klimakur 2030		
Antagelser	<p>Dette tiltaket er beskrevet i Klimakur 2030 (Tiltak O03) og innebærer at en andel av husholdningene går over fra vedfyring til elvarme eller varmepumpe, samtidig som husholdninger som skal bytte vedovn anskaffer de beste vedovnene på markedet. Dette forventes å redusere metanutslipp fra vedfyring betydelig, samtidig som det også gir noe effekt på lystgassutslippene ved redusert fyring. Vi beregner tiltakseffekten for Kristiansand ved å anta at tiltaket fører til samme relative reduksjon i utslipp fra vedfyring i Kristiansand som de tilsvarende anslåtte reduksjonene på landsbasis i Klimakur 2030, og at de følger samme tidsprofil. Fordelingen av tiltakseffekt per faktor og per gass er basert på mer detaljert informasjon om tiltaksberegningene hentet fra rapporten «Tiltaksutredning vedrørende utslipp av svevestøv fra vedfyring» (Norsk Energi, 2019). Tiltak O03 i Klimakur 2030 er en kombinasjon av deltiltak «Forsert overgang fra vedfyring til elvarme eller varmepumpe» (tiltak 7 og 8 i rapporten fra Norsk Energi) og deltiltak «Utskifting til beste i stedet for nyeste vedovn» (tiltak 2 i rapporten fra Norsk Energi). Vi antar at «Forsert overgang fra vedfyring til elvarme eller varmepumpe» utelukkende påvirker faktoren Energiforbruk gjennom vedfyring, mens «Utskifting til beste i stedet for nyeste vedovn» utelukkende påvirker faktoren Utslipp per GWh innfyrt vedenergi.</p>		
Faktor	Energiforbruk gjennom vedfyring		Vedfyring
Antagelser	«Forsert overgang fra vedfyring til elvarme eller varmepumpe» fører til en reduksjon i antall vedovner i bruk og med det en forventet reduksjon i samlet vedforbruk.		
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall		
Faktor	Utslipp per GWh innfyrt vedenergi		Vedfyring
Antagelser	«Utskifting til beste i stedet for nyeste vedovn» tar utgangspunkt i at husholdningene anskaffer de beste vedovnene på markedet i stedet for de ovnene som oppfyller kravene i økodesignforordningen. De beste vedovnene har betydelig lavere metanutslipp enn standard nye vedovner. Vi antar at utslippsfaktoren for N <sub>2</sub> O forblir konstant fra 2019 til 2030, mens utslippsfaktoren for CH <sub>4</sub> går ned på grunn av skiftet til bruk av beste vedovner.		
Usikkerhetsintervall	Det defineres ikke noe usikkerhetsintervall		

## 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. biprodukter fra skogbruk og treforedlingsindustri, matavfall, husdyrgjødsel og avløps slam) og del B er modne råstoff som i stor grad allerede er fullt 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 sammensatte slik at videre inndeling er nødvendig for å kunne modellere dem. Disse finere inndelingene av utslippskilder kalles «bidrag» i denne rapporten.

**Biogene utslipp:** Utslipp med opprinnelse fra biomasse og ikke fra fossile kilder. For biogene utslipp antas det i modellen og i Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap at utslippene av CO<sub>2</sub> er klimanøytrale, mens utslippene av CH<sub>4</sub> og N<sub>2</sub>O regnes med i utslippsregnskapet.

**CO<sub>2</sub>-ekvivalenter:** Utslippene av klimagasser regnes om til CO<sub>2</sub>-ekvivalenter. Den mest brukte vekt faktoren er Global Warming Potential (GWP) med en tidshorison 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 beregnes CO<sub>2</sub>-ekvivalenter ved å multiplisere antall tonn CH<sub>4</sub>-utslipp med 25, N<sub>2</sub>O-utslipp med 298, og legge sammen med antall tonn CO<sub>2</sub>-utslipp (det vil si at GWP for CH<sub>4</sub> er 25 og GWP for N<sub>2</sub>O er 298). Disse faktorene kommer fra IPCCs retningslinjer av 2006, og er de samme som brukes i Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap og i det nasjonale klimagassregnskapet. De vil sannsynligvis endres snart, ettersom oppdaterte verdier i tråd med nyere forskning ble publisert i IPCCs femte hovedrapport (AR5) i 2013.

**Direkte utslipp:** Utslipp som fysisk skjer innenfor Kristiansands grenser og klimagassutslippene allokteres til den utslippskilden/-sektoren hvor de fysiske utslippene faktisk finner sted. Se også «Territoriale utslipp». For bilkjøring i Kristiansand vil direkte utslipp av klimagasser gjennom eksosrøret allokere til transportsektoren i Kristiansand, mens indirekte utslipp fra produksjonen av drivstoffet allokere til energisektoren i de kommunene hvor drivstoffproduksjonen finner sted.

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

**Fossilfri versus utslippsfri:** Fossilfrie løsninger innebærer at det ikke benyttes fossile drivstoff/energibærere, men tillater løsninger som omfatter bruk av bioenergi. Ved bruk av bioenergi settes utslipp av CO<sub>2</sub> lik null, fordi utslippene ikke vil være større enn den mengden CO<sub>2</sub> som biomassen har tatt opp gjennom vekst. Det vil imidlertid fortsatt vil være noe utslipp av metan (CH<sub>4</sub>) og lystgass (N<sub>2</sub>O) forbundet med bruken, slik at man med bioenergi i praksis ikke vil kunne bli 100 % utslippsfri. Utslippsfrie løsninger er begrenset til nullutslippsteknologi som elektrisk drift, hydrogenbrenselceller o.l. Merknad! 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 knyttet til produksjon og distribusjon. Ingen drivstoff/energibærere er per i dag fossilfri eller utslippsfri når man betrakter utslipp over hele verdikjeden.

**GWP-verdier (globalt oppvarmingspotensial):** Verdier som brukes for å regne ut klimapåvirkning av en gass, gitt i CO<sub>2</sub>-ekvivalenter, slik at utslipp av ulike klimagasser kan sammenliknes. I denne rapporten er GWP-verdiene 1 for CO<sub>2</sub>, 25 for CH<sub>4</sub> og 298 for N<sub>2</sub>O, altså at utslipp av 25 kg CH<sub>4</sub> tilsvarer utslipp av 1 kg CO<sub>2</sub>. Dette er 100-årige GWP-verdier fra IPCCs 4. hovedrapport, og er brukt i Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap.

**Indirekte utslipp:** Indirekte utslipp er utslipp av klimagasser som fysisk skjer utenfor Kristiansands grenser, men som forårsakes av kommunens og innbyggernes forbruk av varer og tjenester. Eksempler på dette kan være mat som produseres i andre deler av landet eller verden, men som konsumeres innenfor kommunegrensen.

**Klimabudsjett:** Kristiansand kommune har vedtatt å kutte klimagassutslippene kraftig og 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 utslippene i kommunesamfunnet.

**Klimagasser:** Karbondioksid (CO<sub>2</sub>), metan (CH<sub>4</sub>) og lystgass (N<sub>2</sub>O) er de tre mest sentrale drivhusgassene, og er de som er inkludert i Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap og som det estimeres utslipp av i denne rapporten. Utslippene kan gjøres om til CO<sub>2</sub>-ekvivalenter for å sammenligne og legge utslippene sammen.

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

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

**Sektor:** Et avgrenset samfunnsområde. I denne rapporten brukes begrepet stort sett til å bety sektorene som brukes til å kategorisere utslipp i Miljødirektoratets kommunefordelte klimagassregnskap, og som definerer strukturene i utslippsberegningene i modellen. Sektorene som brukes i rapporten gis i tabell 3. Se også «Utslippskilde».

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

**Tiltak:** er den faktisk fysiske endringen i samfunnet som gir reduserte klimagassutslipp. Eksempler på tiltak er utskifting av kommunens kjøretøy til nullutslippskjøretøy, økt uttak av deponigass eller utfasing av mineralolje og gass til midlertidig byggvarme.

**Utslippsfaktor:** Hvor stor mengde utslipp som slippes ut i forbindelse med en gitt mengde aktivitet, slik som gram CO<sub>2</sub> utslipp per kjørte kilometer med personbil.

**Utslippskilde:** Hver sektor er delt opp i et antall utslippskilder av klimagasser (se tabell 3). Disse er i all hovedsak de samme som inngår i Miljødirektoratets kommunefordelte statistikk, med unntak av for sjøfart hvor utslippskilden Passasjer er videre delt opp i Utenlandsferger og Andre passasjerskip.

**Virkemidler:** er de verktøyene myndighetene kan innføre med sikte på å utløse tiltak. Eksempler på virkemidler er avgiftsendringer, forskriftsreguleringer, enkeltvedtak, informasjonskampanjer eller ulike støtteordninger.

# Referanser

Avinor, LO, Luftfart, N., Norwegian, SAS og Widerøe (2020). *Bærekraftig og samfunnsnyttig luftfart* (4/2020). Hentet fra [https://avinor.no/globalassets/konsern/om-oss/rapporter/avinor\\_baerekraftsrapport\\_2020.pdf](https://avinor.no/globalassets/konsern/om-oss/rapporter/avinor_baerekraftsrapport_2020.pdf)

Avinor/TØI (2021). *Trafikkscenarier KRS 2021-2040*. Mottatt på e-post fra Avinor.

CICERO (2021). *Fossilfri anleggsvirksomhet, Innlandet fylkeskommune* (CICERO Rapport 2021:03). ikke publisert.

CICERO, Endrava og Asplan Viak (2020). *Utvikling av klimabudsjettarbeidet* (CICERO Rapport 2020:10). Hentet fra <https://www.ks.no/globalassets/fagomrader/samfunnsutvikling/klima/veileder-for-klimabudsjett/Rapport-2020-10-Utvikling-av-klimabudsjettarbeidet.pdf>

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

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

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

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

Finansdepartementet (2021). *Meld. St. 14 (2020–2021) Perspektivmeldingen 2021*. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-14-20202021/id2834218/>

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>

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-kjoretøyparken-i-samsvar-med-nasjonalbudsjettet-2019-article35527-8.html>

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

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

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

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

IPCC (2018). *Global Warming of 1.5 °C, an IPCC special report on the impacts of global warming of 1.5 °C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty.*

Klima- og miljødepartementet (2021a). *Figur 1.1 Hovedverkemidla i planen for utsleppa som ikkje er kvotepliktige.* I. 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 (2021b). *Meld. St. 13 (2020–2021) Klimaplan for 2021–2030.* Hentet fra <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-13-20202021/id2827405/>

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

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

LOV-2016-06-17-73 (2016). *Lov om offentlige anskaffelser (anskaffelsesloven)* Hentet fra <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2016-06-17-73>

Madslie, A. og Hovi, I. B. (2021). *Framskrivinger for godstransport 2020-2050. Revidering av beregningene fra 2019* (TØI rapport 1825/2021). Oslo: TØI. Rapport under utarbeidelse.

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

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

Miljødirektoratet (2020a). *Greenhouse Gas Emissions 1990-2018, National Inventory Report* (M-1643 | 2020). Hentet fra <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/M985/M985.pdf>

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

Miljødirektoratet (2020c). *Vurdering av klimaeffekt av flytende biodrivstoff i offentlig anskaffelser gitt overlapp med omsetningskravet for flytende biodrivstoff* (Notat). Hentet fra [https://www.anskaffelser.no/sites/default/files/vedlegg2-notat-mdir-flytende-biodrivstoff\\_0.pdf](https://www.anskaffelser.no/sites/default/files/vedlegg2-notat-mdir-flytende-biodrivstoff_0.pdf)

Miljødirektoratet (2021a). *Klimagasstatistikk for kommuner og fylker: Dokumentasjon av metode - versjon 4* (M-989 | 2021). Hentet fra [https://www.miljodirektoratet.no/contentassets/684ed944b61948e8adbef6f3f5b699f7/metodenotat\\_klimagasstatistikk-for-kommuner.pdf](https://www.miljodirektoratet.no/contentassets/684ed944b61948e8adbef6f3f5b699f7/metodenotat_klimagasstatistikk-for-kommuner.pdf)

Miljødirektoratet (2021b). *Nullutslipp bør prioriteres i offentlige anskaffelser.* Hentet fra <https://www.miljodirektoratet.no/aktuelt/nyheter/2021/februar-2021/nullutslipp-bor-prioriteres-i-offentlige-anskaffelser/>

Miljødirektoratet (2021c). *Utslipp av klimagasser i kommuner (versjon 2021-02-22).* Hentet fra <https://www.miljodirektoratet.no/tjenester/klimagassutslipp-kommuner/>

Miljødirektoratet (u.å.-a). *Veileder: Klima- og energiplanlegging.* Hentet fra <https://www.miljodirektoratet.no/myndigheter/klimaarbeid/kutte-utslipp-av-klimagasser/klima-og-energiplanlegging/>

Miljødirektoratet (u.å.-b). *Veileder: Landbruk i kommuner.* Hentet fra <https://www.miljodirektoratet.no/myndigheter/klimaarbeid/kutte-utslipp-av-klimagasser/klima-og-energitiltak/landbruk/>

Miljødirektoratet og DFØ (2020). *Nullutslippstransport i leveranser til det offentlige* (M-1783 | 2020). Hentet fra <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m1783/m1783.pdf>

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. (2020a). *Figur A 46 Utslipp fra ikke-veigående maskiner fordelt på næringer i 2017.* I. Klimakur 2030. Tiltak og virkemidler mot 2030. Hentet fra <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m1625/m1625.pdf>

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

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 (2020). *Pengepolitisk rapport 4/20*. Hentet fra <https://www.norges-bank.no/aktuelt/nyheter-og-hendelser/Publikasjoner/Pengepolitisk-rapport-med-vurdering-av-finansiell-stabilitet/2020/ppr-42020/>

Norges Bondelag (2020). *Landbrukets klimaplan 2021-2030*. Hentet fra <https://www.bondelaget.no/klima/les-klimaplanen-her>

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

Norsk Fjernvarme (2021). *Fjernkontrollen*. Hentet fra <https://www.fjernkontrollen.no>

Norsk klimastiftelse (2018). *Luffart og klima*. Hentet fra <https://www.bondelaget.no/klima/les-klimaplanen-her>

Rambøll (2020). *Nullvekstberegninger Kristiansand* (Notat fra Rambøll datert 14.12.2020). På oppdrag for Statens Vegvesen.

Samferdselsdepartementet (2017). *Meld. St. 33 (2016–2017) Nasjonal transportplan 2018–2029*. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-33-20162017/id2546287/>

SIFO (2020). *Virkemidler for forbruksendringer – med utgangspunkt i tiltak fra Klimakur 2030* (M-1895 | 2020). Hentet fra [https://fagarkivet.oslomet.no/bitstream/handle/20.500.12199/6496/SIFO%20rapport%2015-2020\\_Virkemidler%20for%20forbruksendringer.pdf?sequence=5&isAllowed=y](https://fagarkivet.oslomet.no/bitstream/handle/20.500.12199/6496/SIFO%20rapport%2015-2020_Virkemidler%20for%20forbruksendringer.pdf?sequence=5&isAllowed=y)

Skatteetaten (2021). *Biodrivstoff til veitrafikk* Mottatt på e-post fra Skatteetaten.

SSB (2020a). 12313: *Avfall frå hushalda, etter materiale og behandling (K) 2015 - 2019*. Hentet 28.2.2021 fra <https://www.ssb.no/statbank/table/12313/>

SSB (2020b). 12881: *Framskrevet folkemengde 1. januar, etter kjønn, alder, innvandringskategori og landbakgrunn, i 15 alternativer 2020 - 2100*. Hentet fra <https://www.ssb.no/statbank/table/12881/>

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

SSB (2020d). *Konjunkturtendensene 2020/4*. Hentet fra <https://www.ssb.no/nasjonalregnskap-og-konjunkturer/artikler-og-publikasjoner/attachment/440275?ts=1764cbdae20>

SSB (2021a). 07459: *Befolkning, etter statistikkvariabel, region og år*. Hentet fra <https://www.ssb.no/statbank/table/07459/>

SSB (2021b). 09189: *Makroøkonomiske hovedstørrelser, etter makrostørrelse, statistikkvariabel og år*. Hentet fra <https://www.ssb.no/statbank/table/09189/>

THEMA Consulting (2019a). *Elektrifiseringspotensialet i Kristiansand*.

THEMA Consulting (2019b). *Elektrifiseringspotensialet i Kristiansand – fra mål til handling*.

THEMA Consulting (2019c). *Elektrifiseringspotensialet i Kristiansand – vurdering av tiltak for økt elektrifisering*.

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

Utvalget "Norge mot 2025" (2021). *Noen utfordringer for en balansert og bærekraftig økonomisk utvikling etter pandemien. Innspill til Perspektivmeldingen 2021 fra utvalget Norge mot 2025*. Hentet fra <https://www.norgemot2025.no/files/2021/02/Norge-mot-2025-rapport-feb-2021.pdf>

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



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

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

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

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