

# Referansebane og framskrivning for Oslos klimagassutslipp mot 2030



# Referansebane og framskrivning for Oslos klimagassutslipp mot 2030

7. september 2018

Borgar Aamaas  
Jan Ivar Korsbakken  
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)

**CICERO** Center for International Climate Research  
P.O. Box 1129 Blindern  
N-0318 Oslo, Norway  
Phone: +47 22 00 47 00  
E-mail: [post@cicero.oslo.no](mailto:post@cicero.oslo.no)  
Web: [www.cicero.oslo.no](http://www.cicero.oslo.no)

---

**Tittel:** Referansebane og framskrivning for Oslos klimagassutslipp mot 2030

---

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

---

**Finansiert av:** Klimaetaten i Oslo kommune

---

**Prosjekt:** Utarbeide referansebane og framskrivning for Oslos klimagassutslipp mot 2030

---

**Prosjektleder:** Borgar Aamaas

---

**Kvalitetssikrer:** Astrid Arnslett

---

**Nøkkelord:** Oslo, utslipp, CO2, transport, oppvarming, energiforsyning, sjøfart, referansebane

---

**Sammendrag:** Klimaetaten i Oslo kommune har gitt CICERO og TØI i oppdrag om å utarbeide en referansebane for Oslos klimagassutslipp for perioden 2017 til 2030. Dette arbeidet er basert på best tilgjengelig kunnskap om de driverne som vil påvirke klimagassutslippene fram til 2030. Å lage en referansebane er et forsøk på å lage et overslag om hvordan klimagassutslippene ville utvikle seg i en fiktiv framtid som neppe vil skje. Den er et overslag med betydelig usikkerhet, og kan kun gjenspeile de faktorene og antakelsene som er tatt med i beregningene. Den bør kun brukes som en indikasjon på hva som kan skje ved fravær av ytterligere klimatiltak, og bør ikke brukes som et utgangspunkt for å definere mål for utslippsreduksjoner. De framtidige utslippene i Oslo kvantifiserer vi gjennom et sentralestimat og nedre og øvre grense for et usikkerhetsintervall. Sentralestimatet er vårt beste estimat for hvordan utslippene i Oslo ville utvikle seg uten tiltakene nevnt over. Usikkerhetsintervallet framkommer gjennom ulike mulige antakelser og gjennom kvantifisert usikkerhet i grunnlagstallene, og representerer et intervall som samlede utslipp med høy sannsynlighet ville holde seg innenfor gitt antakelsene eller spennet av antakelser som ligger til grunn for referansebanen.

---

**Språk:** Norsk

---

# Innhold

---

<b>1</b>	<b>Sammendrag .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Innledning.....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Metode .....</b>	<b>7</b>
	3.1 Generell metode og datagrunnlag	7
	3.2 Sentrale antakelser	9
	3.3 Usikkerhet	9
<b>4</b>	<b>Sektorspesifikk metodikk .....</b>	<b>11</b>
	4.1 Overordnede trender	11
	4.2 Veitrafikk	12
	4.3 Energiforsyning	15
	4.4 Oppvarming	19
	4.5 Annen mobil forbrenning	21
	4.6 Sjøfart	22
	4.7 Avfall og avløp	23
	4.8 Industri, olje og gass	24
	4.9 Luftfart	24
<b>5</b>	<b>Anbefalinger om bruk av referansebanen .....</b>	<b>25</b>
<b>6</b>	<b>Resultater .....</b>	<b>26</b>
	6.1 Overordnede resultater	26
	6.2 Veitrafikk	29
	6.3 Energiforsyning	32
	6.4 Oppvarming	36
	6.5 Annen mobil forbrenning	38
	6.6 Sjøfart	41
	6.7 Avfall og avløp	43
	6.8 Industri, olje og gass	46
	6.9 Luftfart	46
<b>7</b>	<b>Konklusjon .....</b>	<b>47</b>
<b>8</b>	<b>Ordforklaringer.....</b>	<b>48</b>

# 1 Sammendrag

Klimaetaten i Oslo kommune har gitt CICERO og TØI i oppdrag om å utarbeide en referansebane for Oslos klimagassutslipp for perioden 2017 til 2030. Dette arbeidet er basert på best tilgjengelig kunnskap om de driverne som vil påvirke klimagassutslippene fram til 2030. En avgrensning fra oppdragsgiver er at kun vedtatt statlig, regional og kommunal politikk fram til mai 2018 skal inkluderes. Videre skal kommunale tiltak generelt ikke tas med dersom de allerede er inkludert i Oslo kommunes klimabudsjett. Visse vedtatte statlige tiltak som overlapper med klimabudsjettet ligger imidlertid inne i referansebanen: Oslopakke 3, krav til biodrivstoffinnblanding og forbud mot fyringsolje fra 2020. Modellen som ligger til grunn for referansebanen, er også brukt til å skille ut effekten av biodrivstoffinnblanding og forbud mot fyringsolje, men effekten av Oslopakke 3 lar seg ikke skille ut i den nåværende versjonen.

Å lage en referansebane er et forsøk på å lage et overslag om hvordan klimagassutslippene ville utvikle seg i en fiktiv framtid som neppe vil skje. Den er et overslag med betydelig usikkerhet, og kan kun gjenspeile de faktorene og antakelsene som er tatt med i beregningene. Den bør kun brukes som en indikasjon på hva som kan skje ved fravær av ytterligere klimatiltak, og bør ikke brukes som et utgangspunkt for å definere mål for utslippsreduksjoner. Referansebanen tydeliggjør derimot hva som påvirker utslippene mest av de faktorene man kan kjenne på forhånd og som lar seg modellere noenlunde enkelt.

De framtidige utslippene i Oslo kvantifiserer vi gjennom et sentralestimat og nedre og øvre grense for et usikkerhetsintervall. Sentralestimatet er vårt beste estimat for hvordan utslippene i Oslo ville utvikle seg uten tiltakene nevnt over. Usikkerhetsintervallet framkommer gjennom ulike mulige antakelser og gjennom kvantifisert usikkerhet i grunnlagstallene, og representerer et intervall som samlede utslipp med høy sannsynlighet ville holde seg innenfor gitt antakelsene eller spennet av antakelser som ligger til grunn for referansebanen. I tillegg finnes det imidlertid en rekke ikke-kvantifiserte eller ikke-kvantifiserbare kilder til usikkerhet, som for eksempel uventede endringer i folks handlinger eller uventede teknologiske framskritt, ikke oppgitt usikkerhet i grunnlagsdata, eller faktorer som ikke er tatt med i modellen som er brukt til å beregne referansebanen. Det er derfor mulig at utviklingen kunne havne utenfor usikkerhetsintervallet, selv i det relativt lite sannsynlige scenariet (ingen nye klimapolitiske tiltak før 2030) som danner grunnlag for referansebanen.

Utviklingen i de fleste sektorene styres i stor grad av antatt befolkningsutvikling og/eller økonomisk vekst. Utviklingen i veitrafikksektoren domineres imidlertid av økningen i andel elektriske biler. Ettersom veitrafikk står for mer enn halvparten av utslippene i Oslo, påvirkes de samlede utslippene også sterkt av andelen elektriske biler, og dette er derfor den viktigste enkeltfaktoren i tidsutviklingen for hovedbanen som helhet. I tillegg blir totalutslippene også vesentlig påvirket av kraftig nedgang i utslipp fra oppvarming som følge av oljefyringsforbud fra 2020, og til en viss grad av ulike antakelser om mengden forbrent husholdningsavfall og næringslivsavfall.

## 2 Innledning

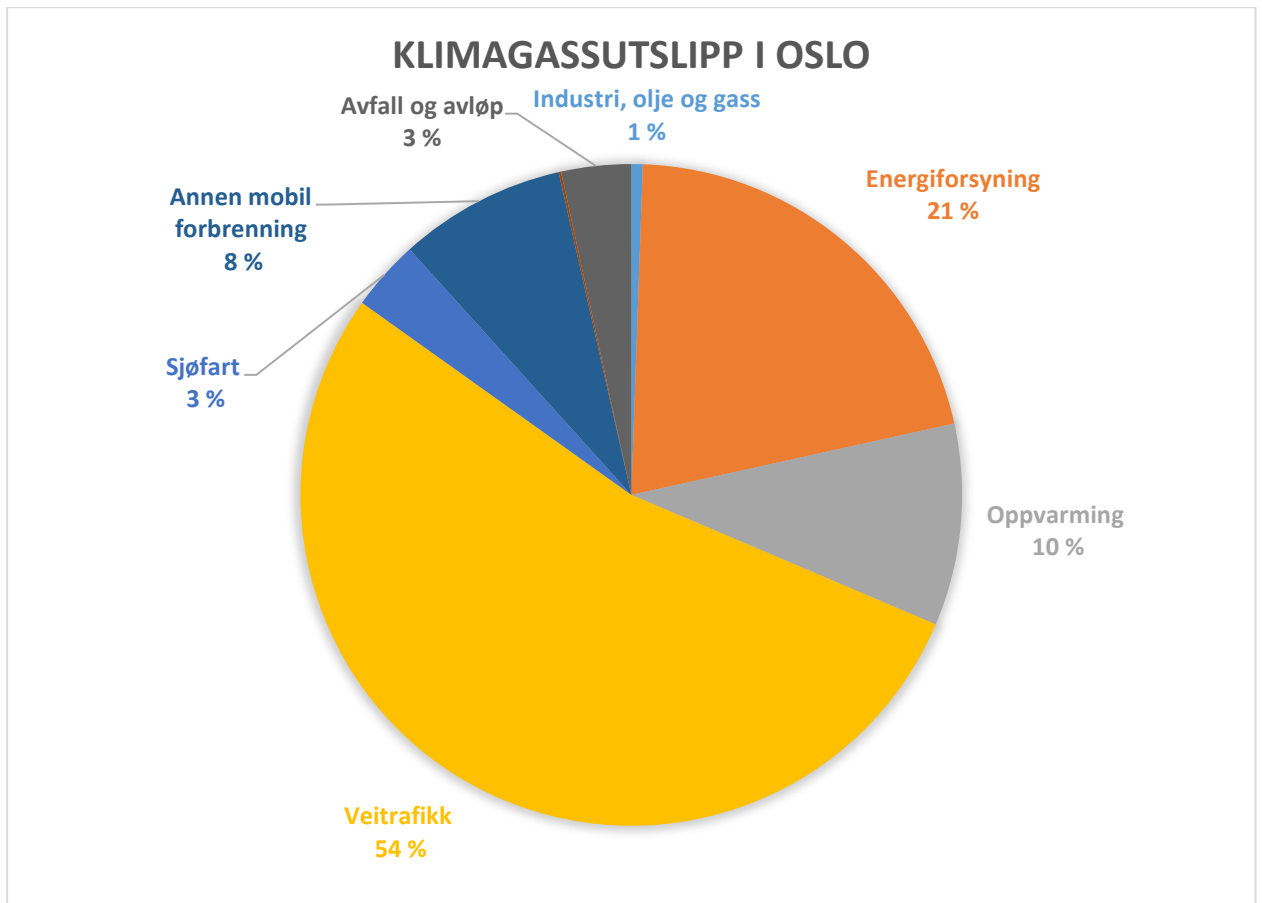
Klimaetaten i Oslo kommune har gitt CICERO og TØI i oppdrag om å utarbeide en referansebane for Oslos klimagassutslipp for perioden 2017 til 2030. I denne rapporten framstiller vi et sentralestimat som er vårt beste estimat for referansebanen, men gir samtidig et spenn basert på usikkerheter for å vise hva som er mulige baner. Oslo kommune har ambisjoner om å kutte kraftig i de direkte klimagassutslippene, og per dags dato er målet å kutte med 36 % innen 2020, 50 % tidligst mulig etter 2022 og 95 % innen 2030 sammenlignet med 1990-nivå. Klimaetaten arbeider i 2018 med faggrunnlaget for en ny klimastrategi mot 2030. Denne rapporten er bestilt som en del av å oppdatere faktagrunnlaget om klimagassutslipp og styrke det faglige grunnlaget for klimaarbeidet i Oslo kommune.

Dette arbeidet er basert på best tilgjengelig kunnskap om de driverne som vil påvirke klimagassutslippene fram til 2030. En avgrensning fra oppdragsgiver er at kun vedtatt statlig, regional og kommunal politikk fram til mai 2018 skal inkluderes. Videre skal kommunale tiltak siden høsten 2015 ikke tas med dersom de allerede er spesifisert og inkludert i Oslo kommunes klimabudsjett, slik at referansebanen kan tjene som en referanse for effekten av klimabudsjettet. Referansebanen inkluderer kun direkte utslipp, det vil si utslipp som finner sted innenfor Oslo kommunes grenser, uten hensyn til om utslippene styres av aktivitet som finner sted i andre kommuner, og uten å ta med utslipp andre steder som styres av aktivitet i Oslo kommune.

Etter denne innledningen, utdypes metoder og datagrunnlaget i seksjon 4 og 5. I seksjon 6 går vi gjennom anbefalinger ved bruk. Resultatene presenteres i seksjon 7, og vi konkluderer i seksjon 8. Til slutt kommer en seksjon med ordforklaringer og referanser.

Vi har i størst mulig grad brukt de nyeste datakildene fra offentlig forvaltning. Miljødirektoratets kommunefordelte statistikk for klimagassutslipp av juni 2018 er brukt som utgangspunkt, og rapporten følger sektorinndelingen i den statistikken. Der det er hensiktsmessig har vi også i størst mulig grad brukt grunnlagstall som samsvarer med hva Oslo kommune bruker i andre sammenhenger, inkludert tall fra studier relatert til klimagassutslipp i Oslo som er finansiert av Oslo kommune. Rapporten baserer seg også på intervjuer med personer som jobber i enkelte av sektorene.

I 2016 var den største utslippskilden i Oslo veitrafikk med 54 % av klimagassutslippene (Figur 1). De neste 40 % av utslippene kommer fra energiforsyning (hovedsakelig avfallsforbrenning), oppvarming og annen mobil forbrenning. Denne rapporten tar utgangspunkt i utslippsstatistikk for perioden 2009-2016 fra Miljødirektoratet (2018a).



**Figur 1:** Hvilke sektorer som står bak de direkte klimagassutslippene i Oslo i 2016 (Miljødirektoratet, 2018a). I tillegg har luftfart også minimale utslipp, men for små til å vises i figuren.

## 3 Metode

### 3.1 Generell metode og datagrunnlag

Referansebanen tar utgangspunkt i utslippsstatistikken for Oslo i perioden 2009-2016 fra Miljøstatus (Miljødirektoratet, 2018a), og følger inndelingen i sektorer og undersektorer/utslippskilder som er gitt der for å estimere årlige utslipp fram til 2030. Referansebanen bruker de samme definisjonene og i stor grad de samme beregningsmetodene for utslipp som brukes i Miljødirektoratets statistikk, men bruker i noen tilfeller andre beregningsmetoder der dette gir større innsikt i hvilke faktorer som driver tidsutviklingen i utslippene eller på annen måte er vesentlig bedre egnet for å beregne en referansebane. Se for øvrig Miljødirektoratets dokumentasjon av metode for klimagassstatistikk for kommuner (Miljødirektoratet, 2018b).

I denne rapporten lages prognoser for framtidig utvikling av utslippene med utgangspunkt i Miljødirektoratets kategorisering av utslippskilder. For hver sektor dekomponerer vi hver utslippskilde i faktorer (drivere) som kan modelleres separat og som til sammen beskriver utviklingen. Tidsutviklingen av utslippene i referansebanen bestemmes av tidsutviklingen i hver faktor for hver utslippskilde. Tidsutviklingen i hver faktor beregnes eller velges på en måte som best svarer til forventet utvikling gitt dagens situasjon og ingen nye kommunepolitiske tiltak eller statlige/regionale tiltak utover det som allerede er vedtatt eller forventet. Der det finnes, baseres tidsutviklingen i hver faktor på eksisterende prognoser for Oslo, 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 endring i BNP per innbygger.

Denne typen dekomponering er mye brukt i den akademiske litteraturen og av IPCC (se f. eks. figur 1.7 i Victor et al., 2014). Greenhouse Gas Protocol (2014a) 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 (Finansdepartement, 2017; Miljødirektoratet, 2017a), mens referansebaner har også blitt produsert for EU (European Commission, 2016). Dekomponeringen av tidsutviklingen for klimagassutslipp er kjent fra den såkalte Kaya-identiteten (Kaya, 1990), som uttrykker samlede nasjonale utslipp som en funksjon av befolkning, BNP og energibruk. Tidsutviklingen i utslippene styres da av tidsutviklingen til hver faktor i følgende ligning:

$$utslipp = befolkning \times \frac{BNP}{befolkning} \times \frac{energi}{BNP} \times \frac{utslipp}{energi}$$

For sammensatte utslippskilder gjør vi i flere tilfeller en videre inndeling i delkilder, heretter kalt «bidrag», slik at utslippskilden er lik summen av utslippene fra hvert bidrag. Disse bidragene dekomponeres så i faktorer som beskrevet over. Ett eksempel er utslipp fra utslippskilden «Avfallsforbrenning» i sektoren Energiforsyning, som generes av avfall fra både innenfor og utenfor Oslo kommunes grenser, og som drives av ulike faktorer. Utslippene fra avfallsforbrenning deles derfor opp i fire bidrag: husholdningsavfall fra Oslo kommunes innbyggere, husholdningsavfall tilsendt fra andre kommuner, næringslivsavfall, og importert avfall fra utlandet som forbrennes i Oslo. Det totale utslippet fra avfallsforbrenning er summen av disse fire bidragene, og hvert bidrag uttrykkes som et produkt av flere faktorer (drivere). Se for øvrig Tabell 1 for en oversikt over sektorer, utslippskilder og bidrag.



Det samlede utslippet i alle sektorer i et gitt år kan da uttrykkes som:

$$\text{Samlet utslipp} = \sum_{i,j,k} F_{i,j,k,1} \times F_{i,j,k,2} \times F_{i,j,k,3} \dots \times F_{i,j,k,n}$$

hvor  $F_{i,j,k,n}$  er faktor nummer  $n$  av bidrag  $k$  til kilde  $j$  i sektor  $i$ .

Tidsutviklingen for hver faktor modelleres separat. Hvilke faktorer som bygger opp hvert bidrag og kilde i hver sektor er angitt i kapittel 6.

Tabell 1: Sektorer, utslippskilder og «bidrag» i Oslo kommune brukt i referansebanen. Inndelingen i sektorer og utslippskilder følger Miljødirektoratets kommunefordelte utslippsstatistikk, men utelater enkelte utslippskilder som er ubetydelige i Oslo.

	Utslippskilder	Bidrag
<b>Veitrafikk</b>	Lette kjøretøy	Personbiler Varebiler
	Tunge kjøretøy	Tunge biler (trailere o.l.) Busser
<b>Energiforsyning</b>	Avfallsforbrenning	Husholdningsavfall fra Oslo Husholdningsavfall fra utenfor Oslo Næringsavfall Importert avfall
	Fjernvarme unntatt avfallsforbrenning	
<b>Oppvarming</b>	Bygninger i KOSTRA <sup>1</sup>	
	Oppvarming unntatt KOSTRA-tall og vedfyring	Boliger unntatt vedfyring Næringsbygg
	Vedfyring	
<b>Annen mobil forbrenning</b>	Snøscootere	
	Dieseldrevne motorredskaper <sup>2</sup>	Anleggsaktivitet Byggeaktivitet
<b>Sjøfart</b>	Andre aktiviteter sjøfart	
	Bulkskip	
	Fiskefartøy	
	Konteinerskip	
	Offshore supply skip	
	Oljetankere	
	Passasjer	Cruiseskip Utenriksferger Lokalfarger
	Ro Ro last	
	Stykkgodsskip	
	Kjemikalie-/produkttankere	
	Kjøle-/fryseskip	
	<b>Avfall og avløp</b>	Avfallsdeponigass
Biologisk behandling av avfall		Biogassanlegg Komposteringsanlegg
Avløp		Renseanlegg, septiktanker, industrielt avløpsvann <sup>3</sup>
<b>Industri, olje og gass</b>	Industri, olje og gass	
<b>Luffart</b>		

<sup>1</sup> Bygninger i KOSTRA består egentlig av en rekke ulike typer offentlige bygninger som alle er egne utslippskilder i Miljødirektoratets statistikk. Utslippene fra hver av dem er imidlertid svært små i Oslo, og behandles under ett i modellen. Derfor behandler vi dem som én utslippskilde i denne rapporten.

<sup>2</sup> Dieseldrevne motorredskaper inkluderer også traktorer, snøfresere og andre motorredskaper utenom bygg og anlegg. Disse er ikke tatt eksplisitt med i modellen, men blir implisitt inkludert når resultatene skaleres til å stemme med Miljødirektoratets statistikk for 2016.

<sup>3</sup> Disse bidragene behandles under ett, ettersom vi ikke hadde tilstrekkelige data til å fordele utslippene i modellen. Renseanlegg er langt på vei det største bidraget av de tre i Oslo.

### 3.2 Sentrale antakelser

Referansebanen inkluderer kun direkte utslipp av klimagasser som skjer innenfor Oslo kommune (scope 1 i GPC-protokollen). Klimagassene som inkluderes er CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> og N<sub>2</sub>O. Utslipp av CH<sub>4</sub> og N<sub>2</sub>O omregnes til CO<sub>2</sub>-ekvivalenter 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 (se f.eks. Miljødirektoratet, 2018b), UNFCCC (UNFCCC, 2013), IPCC (IPCC, 2006) og i C40 GPC-protokollen (Greenhouse Gas Protocol, 2014b). Vi følger internasjonale retningslinjer for utarbeidelse av referansebaner (se kap. 5 i Greenhouse Gas Protocol, 2014a).

Referansebanen skal være et estimat for hvordan klimagassutslippene i Oslo ville utvikle seg dersom det ikke gjennomføres noen politiske tiltak som påvirker utslippene utover hva som er igangsatt eller vedtatt i dag. Den skal også tjene som en referanse for å synliggjøre effekten av tiltakene som er inkludert i Oslo kommunes klimabudsjett. I praksis betyr det at vi så langt som praktisk mulig lager en prognose for hvordan utslippene ville utvikle seg hvis ingen av tiltakene i klimabudsjettet gjennomføres, men hvor allerede vedtatte regionale og statlige tiltak gjennomføres.

Flere slike tiltak er imidlertid også tatt inn i klimabudsjettet selv om de ikke er kommunale tiltak, og det er derfor enkelte tiltak i referansebanen som overlapper med klimabudsjettet. Tiltak av særlig betydning er gitt i Tabell 2. Vi har også separat beregnet utslipp uten innblanding av biodrivstoff, og uten forbud mot oljefyring fra 2030, se Figur 3, Figur 5 og Figur 12.

**Tabell 2:** Statlige, regionale og lokale tiltak og virkemidler som ligger inne i referansebanen.

Tiltak inkludert i referansebanen
Revidert avtale av Oslopakke 3
Nasjonalt forbud mot oljefyring fra 2020
Nasjonalt krav om innblanding av biodrivstoff
Nødvendig utbygging av infrastruktur for elektriske biler

For veitrafikk har COWI et al. (2017); Multiconsult (2018) gjort framskrivninger av trafikkarbeidet for ulike kjøretøytyper i Oslo i forbindelse med revidert avtale for Oslopakke 3. I disse beregningene forutsettes det at både infrastrukturtiltak og bompengebetaling i Oslopakke 3-avtalen gjennomføres, noe vi også vil legge til grunn for referansebanen. I og med at deler av Oslopakke 3 er tatt inn i klimabudsjettet og ligger i grenseland for om det bør være med i referansebanen eller ikke, har det vært ønskelig å også synliggjøre trafikkarbeidet i Oslo uten revidert avtale av Oslopakke 3. Dette forutsatte nye beregninger som skulle gjøres utenfor vårt prosjekt av andre for å vise utvikling uten Oslopakke 3, men disse beregningene forelå ikke da referansebanen ble slutført. Denne rapporten viser derfor ingen utvikling uten revidert avtale av Oslopakke 3, men dette kan legges inn i den underliggende modellen dersom tallene senere blir fremskaffet.

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 fjernvarme produksjon utenom avfallsforbrenning. I dette tilfellet har vi lagt inn ulike antakelser om valg av energiformer i de ulike utslippsbanene, som implisitt forutsetter ulike prisnivåer for strøm, pellets og biodiesel. Vi har imidlertid ikke gjort en kvantitativ modellering av hvilke prisnivåer som er kompatible med de andelene vi forutsetter.

### 3.3 Usikkerhet

De framtidige utslippene i Oslo kvantifiserer vi gjennom et sentralestimat omgitt av et usikkerhetsintervall. 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).

Usikkerhetsintervallet reflekterer både mulige ulike antakelser og kvantifisert usikkerhet i de grunnlagstallene vi bruker. Usikkerhetsintervallet framkommer gjennom at vi konstruerer et sentralestimat og en nedre og øvre grense for hver faktor. Sentralestimatet reflekter vårt beste estimat for verdi og tidsutvikling til faktoren, mens øvre og nedre verdi representerer de antakelsene eller verdiene for grunnlagstall (innenfor oppgitt kvantifisert usikkerhet for grunnlagstallene) som gir henholdsvis høyest eller lavest verdi for utslippene.

Usikkerhetene kan påvirke både nivået for de absolutte tallene (altså hvor store de faktisk var ved starten av referansebanen i 2016), og trenden i referansebanen, dvs. veksthastighet fra 2016 fram til 2030. Nivåusikkerheten mangler imidlertid for noen utslippskilder hvor vi tar utgangspunkt i bestemte grunnlagstall for de tilhørende faktorene i 2016 og hvor det ikke foreligger noe kvantifisert usikkerhetsanslag for disse grunnlagstallene. Både usikkerheten i nivå og i trend er i utgangspunktet representert i utslippsberegningene i modellen for de utslippskildene hvor begge eksisterer. Når utslippene er beregnet, skaleres vi imidlertid referansebanen for hver utslippskilde slik at utslippene i 2016 blir lik Miljødirektoratets statistikk for Oslo i 2016 (dvs. at hver utslippskilde multipliseres med forholdstallet mellom Miljødirektoratets tall for utslippskilden i 2016 og verdien som modellen beregner for 2016). Dette gjøres for å sikre at referansebanen skal være direkte sammenliknbar med utslippsstatistikken fra Miljødirektoratet. I sluttresultatet forsvinner dermed den beregnede nivåusikkerheten (på kunstig vis) i 2016, slik at vi får et usikkerhetsintervall hvor bredden kun avhenger av sprik i tidsutviklingen etter 2016.

Det er 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 er det mulig at utslippene ville bli større eller mindre selv om betingelsene for det scenariet som referansebanen representerer var oppfylt. I tillegg til den kvantifiserte usikkerheten som usikkerhetsintervallet representerer, kommer ikke-kvantifisert usikkerhet fra grunnlagstall som er oppgitt uten oppgitt usikkerhet og uforutsette hendelser, uventet utvikling og faktorer som ikke er modellert.

Usikkerhet i de historiske dataene fra Miljødirektoratet kjenner vi i de fleste tilfeller ikke kvantitativt. Vi vil derfor bare beskrive denne usikkerheten kvalitativt. I noen tilfeller har vi flere utslippsestimat for 2016, og hvor de spriker seg imellom. Selv om det kan være gode grunner til å basere seg på andre estimat, vil vi i referansebanen starte på Miljødirektoratets tall for 2016 (Miljødirektoratet, 2018a), for å sikre at referansebanen lettest mulig kan sammenliknes. Se for øvrig diskusjon av usikkerhet og nedre og øvre utslippsgrense for hver enkelt sektor nedenfor.

## 4 Sektorspesifikk metodikk

### 4.1 Overordnede trender

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

#### 4.1.1 Befolkningsvekst

For befolkningstall bruker vi de nyeste framskrivningene fra juni 2018 fra SSB (2018c), hvor sentralestimatet bruker middelsalternativet i SSBs framskrivning. Lavalternativet og høyalternativet danner grunnlag for henholdsvis nedre og øvre grense for usikkerhetsintervallet. Det finnes flere befolkningsframskrivinger, og modellen gir brukere muligheten til å bruke Oslo kommunes befolkningsframskrivning fra oktober 2017 for befolkningsvekst i Oslo, hentet fra Statistikkbanken fra Oslo kommune (<http://statistikkbanken.oslo.kommune.no/>), med middelsalternativ, lavalternativ og høyalternativ (Oslo kommune, 2017).

#### 4.1.2 Økonomisk vekst

For anslag for økonomisk vekst i referansebaneperioden brukes BNP for fastlands-Norge fra de nyeste stortingsmeldingene. Vi bruker revidert statsbudsjett 2018 (Finansdepartement, 2018) for årene fram til 2019, og Perspektivmeldingen (Finansdepartement, 2017) for den resterende perioden fram til 2030. Revidert statsbudsjett forutsetter BNP-vekst for fastlands-Norge på 2,0 %, 2,5 % og 2,6 % i henholdsvis 2017, 2018 og 2019.

For å skille mellom befolkningsvekst og økonomisk vekst, dekomponerer vi den totale økonomiske veksten i BNP-vekst per innbygger og befolkningsvekst. Den nasjonale befolkningsveksten var og vil trolig bli 0,7 % i hvert år i for årene 2017, 2018 og 2019 ifølge (SSB, 2018d). Langtidstrenden for vekst i BNP per innbygger for fastlands-Norge er ventet å ligge på 1,2 % (Finansdepartement, 2017). Til sammen gir dette en BNP-vekst per innbygger på 1,3%, 1,8% og 1,9% i 2017, 2018 og 2019. Etter 2019 blir den årlige BNP-veksten per innbygger 1,2% i hovedbanen. For øvre grense bruker vi den historiske veksten i fastlands-BNP per innbygger i perioden 1971-2015, på 2,0%. (Finansdepartement, 2017). For nedre grense antar vi et like stort spenn på nedsida, slik at nedre estimat blir 0,4 %.

For historisk BNP-vekst tar vi utgangspunkt i fylkesfordelt nasjonalregnskap fra SSB (2018a).

## 4.2 Veitrafikk

Veitrafikk i Miljødirektoratets statistikk deles i utslippskildene «lette kjøretøy» og «tunge kjøretøy». Skillet mellom disse går på 3,5 tonn totalvekt, slik at lette kjøretøy vil inneholde bidrag både fra personbiler og fra lettere varebiler og andre nærings- og nyttekjøretøy. Kilder og bidrag i sektoren Veitrafikk blir dermed:

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

Hvert bidrag beregnes som et produkt av følgende faktorer (med ulike verdier for hvert bidrag):

- Antall kjøretøykilometer per år (transportomfang)
- Andel fossile biler
- Gjennomsnittlig utslipp per kilometer

For personbiler deles antall kjøretøykilometer videre inn i befolkningstall ganger gjennomsnittlig antall kjøretøykilometer per person.

Utslippsfaktorene beregnes ved å beregne andeler av ulike typer motorer for hvert bidrag (dvs. hver biltype): Nullutslippsbiler (batteri og hydrogen), ladbare hybrider, ikke-ladbare hybrider, dieselmotorer og bensinmotorer.

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

### 4.2.1 Transportomfang

For transportomfang per kjøretøytype legger vi til grunn beregninger utført av Multiconsult og Transportanalyse as (Multiconsult (2018)), utført for Klimaetaten i Oslo kommune. Disse beregningene er gjort for årene 2016, 2020 og 2030, og bygger på modellkjøringer med transportmodellen RTM23+. Det skilles mellom lette kjøretøy, tunge kjøretøy og busser, hvor de lette kjøretøyene omfatter personbiler og varebiler (med en forutsetning om en fast andel varebiler på 18 % for alle år).

I rapporten fra Multiconsult diskuteres nivået på beregnet trafikk i 2016 opp mot andre beregninger for dette året, deriblant det som Miljødirektoratet benyttet som grunnlag i sin kommunefordelte utslippsstatistikk på Miljøstatus (Miljødirektoratet, 2018a). Spesielt for tunge kjøretøy er trafikkarbeidet beregnet ved bruk av RTM23+ høyt, hele 32 prosent høyere enn i Miljøstatus, noe som diskuteres grundig i Multiconsult (2018). Det finnes også alternative beregninger av trafikkomfanget for godsbiler i Oslo, for eksempel i Caspersen and Ørving (2018) uten at vi har sammenlignet nivået derfra med det som kommer fra RTM23+.

For personbiltrafikk vil utviklingen over tid være avhengig av befolkning, kollektivtilbud, køer og bompenger i vegsystemet mv. Dette ligger inne i vårt sentralestimat for lette kjøretøy. I tillegg har vi laget sentralestimatet slik at trafikkarbeidet for personbil endres dersom det blir lagt inn reviderte befolkningsframskrivninger (dvs. at høyere eller lavere befolkning i et gitt år vil påvirke transportomfanget). For de andre kjøretøytypene ligger NTPs framskrivning inne for utviklingen i transportomfang, hvor bl.a. befolkningsutviklingen er en viktig faktor. Vi har imidlertid ikke lagt inn den ekstra korrigeringen som slår inn dersom befolkningsframskrivningen endres, da det ikke er en like sterk sammenheng som for personbiltrafikken. For busser vil utkjørte kilometer måtte øke

noe med økt etterspørsel etter bussreiser, men det vil ikke være en 1:1-sammenheng da det på de fleste tidspunkt av døgnet vil være ledig kapasitet som først utnyttes.

Det er vanskelig å angi en øvre og nedre grense for utviklingen i utkjørte kilometer pr år. Som et grovt anslag har vi latt antall kilometer i øvre og nedre grense for usikkerhetsintervallet være 10 prosent opp og ned i forhold til sentralestimatet.

#### 4.2.2 Utslippsfaktorer

I Multiconsult (2018) har NILU regnet seg fram til utslippsfaktorer pr kjøretøytype basert på kjøretøyenes fordeling på Euroklasser, hvor det for hver kjøretøytype og klasse er tilegnet en utslippsfaktor som representerer utslipp i reell kjøring i bymiljø (Hagman et al., 2011). Disse faktorene bygger på «Handbook Emission Factors for Road Transport» (HBEFA). Det tas hensyn til kjørehastighet (beregnet ved RTM23+) på hver veilenke samt utslippsøkning på grunn av kø. Vektete utslippsfaktorer er beregnet for kategoriene personbiler, varebiler, lastebiler og busser, basert på sammensetningen av kjøretøyene innenfor hver kategori. Det er brukt typiske faktorer for bykjøring (30 km/t) og landeveiskjøring (70 km/t) og interpolert mellom disse for andre hastigheter. I tillegg er det lagt til et variabelt påslag for køkjøring. En nærmere beskrivelse av utslippsfaktorene er gitt i Multiconsult (2018). Alle utslipp og utslippsfaktorer i Multiconsults rapport er oppgitt i CO<sub>2</sub>-ekvivalenter, hvor det er forutsatt at CH<sub>4</sub> og N<sub>2</sub>O samlet utgjør ca 1 prosent av totalt CO<sub>2</sub>-utslipp.

Basert på utslippstall for hele bilparken fra Multiconsults rapport, har vi avledet gjennomsnittlige utslipp per kilometer for fossile personbiler, varebiler, lastebiler og busser basert på oppgitte andeler av nullutslippsbiler og hybrider. Det er forutsatt en ELandel for ladbare hybrider på 50% i 2016, noe økende over tid.

I studien til Multiconsult er det gjort en oppjustering av utslippsfaktorene for tunge kjøretøy og busser med 20 % i forhold til Hagman et al. (2011). Begrunnelsen for dette er en sammenligning med gjennomsnittlige utslippsfaktorer i Fedoryshyn and Holmengen (2016); Miljødirektoratet (2018b). De ender da opp på utslippsfaktorer i 2016 på 900 g CO<sub>2</sub>-ekv/km for lastebiler og 993 g for busser, som skal representere blandet kjøring i Oslo inkludert køkjøring. En nærmere sammenligning av disse faktorene med andre kilder er gjort i Multiconsult (2018).

Det er verdt å merke seg at både utslippsfaktorer og resulterende utslipp i rapporten fra Multiconsult er beregnet uten innblanding av biodrivstoff. I våre beregninger og i referansebanen er biodrivstoffinnblanding imidlertid tatt med. Effekten av biodrivstoffinnblanding på de samlede utslippene og hva utslippene ville være uten innblanding, er framstilt i Figur 5.

Det nasjonale kravet til omsetning av biodrivstoff forutsetter at innblandingen av biodrivstoff skal være minst 20% i 2020, men bestemte typer avansert biodrivstoff kan telles dobbelt for å oppfylle kravet. Siste kolonne i Tabell 2 viser innblandingen vi legger til grunn ved beregning av utslippsfaktorer som tar hensyn både til omsetningskravet for biodrivstoff og til delkravet om andel avansert biodrivstoff:

**Tabell 3:** Nasjonalt omsetningskrav for biodrivstoff (Miljødirektoratet, 2017b).

	Omsetningskrav	Korrigert for dobbelttelling
2016	5,5 %	5,5 %
2017	7,0 %	6,25 %
Fra 1. oktober 2017	8,0 %	6,75 %
2018	10 %	8,25 %
2019	12 %	9,75 %
2020-2030	20 %	16 %

For 2016 legger vi til grunn den faktiske innblandingen dette året (8,6 %, altså høyere enn kravet for 2016), mens vi for 2017 og 2018 forutsetter en gradvis opptrapping fra faktisk nivå i 2016 til kravet

på 9,75 % i 2019. Dette for å unngå lavere innblanding disse årene enn i 2016. For 2030 er det et høyere mål enn vist i tabellen, men så lenge det kun er et mål anser vi det ikke som en naturlig del av hovedbanen.

I Multiconsults rapport er det ikke lagt til grunn noen endring i utslippsfaktor for bensin- og dieserbiler over tid, dvs det brukes samme utslippsfaktorer for hele perioden 2016 til 2030. Man kan tenke seg en viss energieffektivisering for fossile kjøretøy, men samtidig kan det også bli økte utslipp pr kilometer på grunn av økende andel kjøring i kø i Oslo. I referansebanen forutsettes forenklet at disse effektene oppveier hverandre. For øvre og nedre grense for usikkerhetsintervallet har vi tilnæringsvis forutsatt utslippsfaktorer som er 10 prosent høyere og lavere enn sentralestimatet.

#### 4.2.3 Fordeling på drivstofftyper/energibærere

For å beregne de samlede utslipp fra vegsektoren må vi vite hvor mye av transporten som foregår med kjøretøy med ulikt drivstoff eller energibærere. I utgangspunktet er det hvor mange kilometer som kjøres med de ulike drivstofftypene som er interessant, samtidig er det lettere å finne statistikk for hvordan kjøretøyparken fordeler seg på ulike drivstofftyper. Som en forenkling forutsetter vi at alle biler innen en gitt kategori kjører like mange kilometer. For personbiler innebærer dette at en elbil kjører like langt pr år som en diesebil som igjen kjører like langt som ulike hybrider. En annen forenkling er at vi tar utgangspunkt i bilparken registrert i Oslo, og fordeler alle kilometer kjørt i Oslo på denne bilparken. Dette gir en ikke kvantifiserbar usikkerhet ettersom biler som kjører inn i Oslo fra Akershus kan fordele seg annerledes på drivstofftyper enn bilparken i Oslo gjør. Multiconsult har diskutert denne type forutsetninger noe mer i sin rapport.

Det er vanskelig å si noe sikkert om hvor fort utviklingen mot nullutslippskjøretøy vil gå innenfor de ulike kjøretøykategoriene. Multiconsult (2018) har gjort en beregning av framtidig andel nullutslippsbiler i personbilparken i Oslo, basert på en egenutviklet modell. I deres beregninger vil elbilene utgjøre nesten 97 % av personbilene i 2030.

For varebiler, lastebiler og busser bygger Multiconsult på framskrivninger gjort av COWI for Oslopakke 3 for årene fram til 2022, mens de for 2030 har valgt å ta utgangspunkt i beregninger fra Fridstrøm and Østli (2016). I Fridstrøm and Østli (2016) er bilgenerasjonsmodellen BIG brukt til å utarbeide to langsiktige scenarier for kjøretøyparken på landsbasis, hhv trendbanen og ultralavutslippsbanen. Det skilles på personbiler, varebiler, lastebiler og busser i framskrivningene. Beregninger er gjort for årene 2020, 2025 og 2030. Trendbanen er en form for trendforlenging, der markedsandelene for nye kjøretøy fortsetter å endre seg omtrent på samme måte som i perioden 2010-2015. Ultralavutslippsbanen er basert på transportetatens grunnlagsdokument til NTP 2018-2029, hvor det er et mål om at praktisk talt alle nye *personbiler* solgt i 2025 skal være nullutslippsbiler. Fram til 2025 skal hybridbiler ha overtatt det alt vesentligste av markedet fra de rene bensin- og diesebilene. Samtlige nye *varebiler* skal fra 2030 være enten batterielektriske eller hydrogendrevne. Det samme gjelder alle nye *bybusser* fra 2025 og for 75 prosent av *langdistansebussene* fra 2030. Halvparten av de nye *lastebilene* skal være batteri- eller hydrogendrevne fra 2030, mens andelen hybridiserte nye lastebiler skal øke fra 1 til 50 prosent av alle lastebiler med forbrenningsmotor mellom 2018 og 2030. En fordel med BIG-modellen er at den følger bilbestanden fra år til år slik at tregheten i utskiftingen av bilparken tas hensyn til.

#### Personbiler

Vi tror at Multiconsults prognose for innfasing av nullutslipps personbiler er for optimistisk, blant annet fordi biler har lang levetid, noe som gir en treghet i utskiftingen av kjøretøy. Ifølge Fridstrøm and Østli (2016) går det 7-8 år fra det tidspunkt nullutslippsbiler har overtatt halve markedet for nye personbiler til de utgjør halvparten av bestanden. For å oppnå 90 prosent nullutslippskjøretøy må det da ta 12-15 år fra de utgjør halvparten av bilsalget. Multiconsult poengterer også at deres modell forutsetter også at virkemidlene som stimulerer til kjøp av elbiler holdes konstant, samt at bilimportørene kan levere det antallet elbiler som etterspørres. Med en så sterk vekst som de beregner så kan dette være krevende.

Vi mener samtidig at trendbanen som er etablert med BIG-modellen er for pessimistisk, både fordi Oslo hittil har en høyere elbilandel enn landet som helhet, og fordi tendensen er raskere vekst i andel nullutslippsbiler enn en videreføring av den nasjonale trenden fra 2010 til 2015 skulle tilsi. Statistikk for andel elbiler i Oslo i 2017 er også høyere enn trendbanens nivå for dette året. Den viktigste forutsetningen som ligger til grunn for ultralavutslippsbanen er at nullutslippsbiler skal stå for det alt vesentlige av salget i 2025. Selv om dagens raske utvikling av elbiler med lengre rekkevidde gjør elbil til et gunstig valg for mange, så er det likevel noen momenter som taler imot at alle biler som selges i Oslo i 2025 vil være nullutslippsbiler. Et viktig moment er manglende hjemmeladingsmulighet for deler av befolkningen i Oslo. Etter hvert som bilene får lengre rekkevidde kan dette problemet reduseres, ved at man trenger sjeldnere lading og kan dekke behovet ved kun hurtiglading. Det vil imidlertid alltid være noen som har en type transportbehov som gjør at elbil ikke er førstevalget, selv med økt rekkevidde på nye modeller. I tillegg kommer usikkerheten knyttet til om leverandørene klarer å dekke en såpass stor etterspørsel etter elbiler.

For å unngå å være for optimistiske om hvor raskt nullutslipps personbiler fases inn i Oslo, har vi valgt å ikke bruke Multiconsult (2018) sin framskriving av personbilparken. I stedet baserer vi vårt sentralestimat på en mellomting mellom trendbanen og ultralavutslippsbanen i Fridstrøm and Østli (2016). Vi har tidligere i vår rapport argumentert for at det er lite sannsynlig at *alt* salg av personbiler i 2025 er nullutslippsbiler, som taler for at vi bør legge oss lavere enn ultralavutslippsbanen. Samtidig er dette en bane som er utviklet for hele landet, mens Oslo allerede ligger høyere enn landsgjennomsnittet for elbilandel. Det er naturlig å anta at det vil fortsette å være slik, både på grunn av at bilene lever lenge og fordi høye bompenger i Oslo og andre byer gjør elbiler spesielt attraktive der. I sentralestimatet benytter vi for årene 2016 og 2017 statistikk for registrert bilbestand i Oslo fra SSBs statistikkbank (andel biler innenfor hver drivstofftype/energibærer). Basert på utvikling og nivå i disse årene etablerer vi et sentralestimat for Oslo som ligger et stykke under ultralavutslippsbanen fra Fridstrøm and Østli (2016), hvor halvparten av personbilene i Oslo er nullutslipp i 2030.

Som øvre grense for usikkerhetsintervallet legger vi inn trendbanen, mens vi som nedre grense legger oss på 50 % høyere nullutslippsandel enn i sentralestimatet. Dette gir en andel personbiler med nullutslippsteknologi på 75 % i 2030, dvs. fremdeles noe lavere enn i Multiconsults prognose for kjøretøyparken i Oslo.

### Varebiler, godsbiler og busser

Også for varebiler, godsbiler og busser benytter vi for 2016 og 2017 statistikk fra SSB for registrert bilbestand i Oslo (andel biler innenfor hver drivstofftype/energibærer). For årene 2020, 2025 og 2030 bruker vi et tilnærmet gjennomsnitt av de to banene fra Fridstrøm and Østli (2016).

TØI har nylig gjort et arbeid gjort for Statens vegvesen om potensialet for elektrifisering av varebiler og små lastebiler fram mot 2030 (Mjøsund et al., 2018), basert på vurderinger av statistikk for kjørelengde, forventninger om utviklingen i tilbudte nullutslippsmodeller mv. Det viktigste kriteriet for overgang til elektriske varebiler oppgis å være rekkevidde og lastekapasitet som dekker bruksmønstret. I tillegg er det et vesentlig element at driftskostnadene er lave. Rapporten opererer med en trendbane og en nullutslippsbane for hele landet. En sammenligning med disse viser at vårt sentralestimat ligger et sted imellom disse, men et godt stykke over trendbanen. Dette er ikke urimelig, da de oppgir at potensialet for elektrifisering er størst i byene basert på analyser av kjøremønstre.

Som nedre og øvre grense for usikkerhetsintervallet har vi valgt å benytte hhv ultralavutslippsbanen og trendbanen fra Fridstrøm and Østli (2016).

## 4.3 Energiforsyning

Sektoren «Energiforsyning» består i Oslo av to utslippskilder som behandles separat: Avfallsforbrenning, og fjernvarmeproduksjon utenom avfallsforbrenning. Andre kilder i denne sektoren er ikke relevante i Oslo.



### 4.3.1 Avfallsforbrenning

Avfallsforbrenning omfatter utslipp fra forbrenning av restavfall ved forbrenningsanleggene ved Haraldrud og Klemetsrud. Vi deler opp utslippene i til sammen fire bidrag, basert på om avfallet kommer fra husholdninger eller næringsliv, og om det kommer fra innenfor Oslo kommunes grenser eller leveres fra omkringliggende kommuner og virksomheter:

- Husholdningsavfall fra Oslo
- Husholdningsavfall fra andre kommuner
- Næringsavfall (avfall fra bedrifter og andre virksomheter)
- Importert avfall (fra utlandet)

Utslipp fra husholdningsavfall både fra Oslo og fra andre kommuner modelleres som et produkt av følgende faktorer:

- Befolkningstall i Oslo (for avfall fra Oslo) eller samlet befolkning i Akershus og Buskerud (for avfall fra andre kommuner)
- Gjennomsnittlig mengde mottatt avfall per person i mottaksområdet
- Andel forbrent husholdningsavfall
- Utslipp per enhet forbrent avfall (avhengig av avfallssammensetning)

Utslipp fra næringsavfall som forbrennes deles opp i følgende faktorer

- Verdiskaping (se avsnitt 6.1.2)
- Mengde næringsavfall per krone verdiskaping
- Andel forbrent avfall
- Utslipp per enhet forbrent næringsavfall (avhengig av fossil fraksjon)

Endringer i utslipp fra importert avfall som forbrennes i referansebanen styres av

- Vekst i importert avfall i forhold til startåret (antas å være 1, dvs. konstant importert mengde, i mangel av informasjon om framtidig utvikling og basert på flat trend de siste årene)
- Utslipp per enhet forbrent importert avfall

I modellen antar vi at hoveddriveren for utslipp fra forbrenning av husholdningsavfall er folketall i henholdsvis Oslo og i kommunene som leverer avfall til forbrenning i Oslo, mens hoveddriveren for utslipp fra næringsavfall er økonomisk aktivitet (målt gjennom verdiskaping) i de samme områdene. For befolkningstall utenfor Oslo i mottaksområdet bruker vi samlet folketall i Akershus og Buskerud, hvor husholdningsavfallet til Klemetsrudanlegget kommer fra (dekker for øyeblikket nesten hele Akershus pluss Drammen-regionen). Det er ikke tatt høyde for eventuelle vesentlige utvidelser eller reduksjoner av tilfangsområdet (dvs. om Fortum oppnår nye kontrakter eller mister eksisterende kontrakter).

Mengde husholdningsavfall per innbygger i Oslo hentes fra Statistikkbanken hos Oslo kommune (2018). For sentralestimatet antar vi at avfallsmengden per innbygger går nedover i tråd med prognosen i rapporten «Avfallsstrategi for Oslo mot 2025» fra Renovasjonsetaten (2016), på gjennomsnittlig 0.78% økning per år i samlet husholdningsavfallsvolum for 2015-2030 (som er langsommere enn befolkningsveksten, slik at avfall per innbygger går ned). For nedre grense antar vi noe vilkårlig at samlet avfallsmengde holder seg konstant på 2017-nivå, mens vi for øvre grense antar at avfallsmengde per innbygger holder seg konstant på 2017-nivå (slik at samlet mengde øker i takt med befolkningstallet).

Mengdene av husholdningsavfall fra andre kommuner, næringsavfall og importert avfall er basert på statistikk for 2017 mottatt fra Fortum. Vi antar ingen endring i avfall per innbygger utenfor Oslo

eller per krone verdiskaping over tid, men antar at andelen restavfall i husholdningsavfallet fra andre kommuner følger samme årlige prosentvise vekst eller reduksjon som husholdningsavfall i Oslo. Andelen importert avfall har ikke vist noen signifikant trend de siste årene, og vi antar at denne mengden holder seg konstant gjennom referansebaneperioden.

Andelen forbrent avfall i husholdningsavfallet i Oslo var på ca. 60% i 2016 (Oslo kommune (2018)). For å anslå andelen forbrent avfall mot 2030, estimerer vi vekstraten i andelen forbrent avfall fra 2011 til 2017 gjennom eksponensiell regresjon. I sentralestimatet for referansebanen bruker vi beste estimat for vekstfaktoren fra regresjonen som årlig endringsrate. Som nedre og øvre grense for usikkerhetsintervallet bruker vi ytterpunktene av 95-prosents konfidensintervallet for vekstfaktoren. For næringsavfall og importert avfall er statistikken vi bruker for samlet avfallsmengde allerede basert på kun forbrent avfall, så vi setter forbrent andel lik 100%.

**Tabell 4:** Utslippsfaktorer for forbrenning av ulike typer avfall. Tallene i parentes for CO<sub>2</sub> angir nedre og øvre grense for usikkerhetsintervall. Tallene for CO<sub>2</sub> er basert på plukkanalyse av avfall forbrent ved Klemetsrudanlegget, mens CH<sub>4</sub> og N<sub>2</sub>O bruker standardfaktorer fra IPCC (IPCC, 2006). Tallene for husholdningsavfall er basert på husholdningsavfall fra Oslo, men det antas for enkelthets skyld samme faktor uavhengig av opphavskommune og av om avfallet forbrennes på Klemetsrud eller Haraldrud.

Avfallstype	kg CO <sub>2</sub> / tonn avfall	g CH <sub>4</sub> / tonn avfall	g N <sub>2</sub> O / tonn avfall
Husholdningsavfall	513 (420-610)	345	46
Næringsavfall	478 (372-592)	345	46
Importert avfall	654 (513-819)	345	46

For å beregne utslippsfaktorer for CO<sub>2</sub>-utslipp per tonn forbrent avfall skal kun fossil fraksjon tas med (andelen av forbrent avfall som stammer fra petroleumsprodukter i motsetning til biologiske produkter), mens både fossil og ikke-fossil fraksjon må tas med i beregning av metan- og N<sub>2</sub>O-utslipp. Utslippsfaktorer for CO<sub>2</sub> for hvert bidrag er anslått ut fra plukkanalyse hos Fortum i 1. kvartal av 2017, kombinert med standardfaktorer for tørrvekt, karboninnhold og fossil fraksjon fra IPCCs 2006-retningslinjer (IPCC, 2006, se volum 5, kapittel 2, tabell 2.4). Tallene for øvre og nedre grense er beregnet ut fra ytterpunktene i de anbefalte tallene for tørrvekt, karboninnhold og fossil fraksjon av karbonet for ulike avfallstyper i IPCCs 2006-retningslinjer (kun fossilt CO<sub>2</sub> regnes med). Vi bruker standardfaktoren for CH<sub>4</sub> og N<sub>2</sub>O fra Miljødirektoratet (2017c) til UNFCCC. På grunn av de svært små bidragene som CH<sub>4</sub> og N<sub>2</sub>O her gir til samlede utslipp, har vi valgt å ikke legge arbeid i å utvikle en øvre eller nedre grense for denne utslippsfaktoren, eller prøve å anslå noen endring over tid fram til 2030. De resulterende utslippsfaktorene for hver avfallstype er oppgitt i Tabell 4.

Vi har ikke antatt noen endring i sammensetningen av avfallet over tid etter 2017, og antar dermed at de beregnede utslippsfaktorene holder seg konstante. Vi antar også for enkelthets skyld samme utslippsfaktor for husholdningsavfall fra Oslo og fra andre kommuner. Mengde mottatt avfall er basert på plukkanalyse av restavfall til forbrenning (Fortums plukkanalyse i Q1 2017), og vi antar derfor at 100% av avfallet som leveres til forbrenning forbrennes.

#### 4.3.2 Fjernvarme utenom avfallsforbrenning

Utslipp fra fjernvarme i dekomponeres i to faktorer:

- Samlet behov for fjernvarmeenergi
- Gjennomsnittlig andel fjernvarme som ikke dekkes av spillvarme fra avfallsforbrenning
- Gjennomsnittlig utslippsfaktor for energikilder brukt til spisslast

I Oslo brukes hovedsakelig spillvarmen fra avfallsforbrenning til fjernvarme, og andre kilder brukes kun til spisslast, når varmebehovet er høyere enn den tilgjengelige spillvarmen.

Klimagassutslippene fra denne kilden kan derfor dekomponeres i varmeenergi til spisslast (dvs. differansen mellom samlet behov for varmeenergi til fjernvarme og tilgjengelig spillvarme), multiplisert med gjennomsnittlig utslippsfaktor for energikildene som benyttes. For CO<sub>2</sub> er det kun fossile energikilder som skal regnes med, representert ved fossil gass (naturgass) og fossil fyringsolje. For metan og N<sub>2</sub>O må i tillegg utslipp fra biogene kilder tas med (bioenergi, hovedsakelig pellets og bioolje/biodiesel). Ytterligere varme til spisslast leveres av strømkjeler, varmpumper og varme gjenvunnet fra avløp, men utslipp forbundet med disse kildene er enten utenfor scope 1 (når det gjelder elektrisitet) eller regnet med i andre sektorer (avløp).

Total levert fjernvarme i Oslo har netto ikke endret seg vesentlig mellom 2010 (1,7 TWh) og 2017 (1,8 TWh), men det har vært en stigende trend siden 2014, da forbruket var nede i 1,55 TWh (Norsk Fjernvarme, 2018). Tilkoblingsplikt for bygninger over en viss størrelse betyr at nye bygninger som kobles til fjernvarmenettet vil bidra til å øke etterspørselen etter fjernvarme, men gradvise forbedringer i isolasjon og andre energieffektiviseringstiltak vil dempe veksten.

Fra 2013 fram til siste tilgjengelige år (2017) har leveranse av spillvarme fra avfallsforbrenning vokst mer enn eller like mye som behovet for varmeenergi hvert år unntatt i 2016, slik at mengden varmeenergi til spisslast har gått ned.

Vi antar at det samlede behovet for fjernvarme holder seg konstant fram til 2030, men at tilgjengelig varme fra avfallsforbrenning vokser i samme takt som mengde forbrent avfall, beregnet etter metodikken i avsnitt 6.3.1, og tar differansen for å finne behovet for varme til spisslast. Vi estimerer samlet behov for fjernvarme ved å ta gjennomsnittet av mengde levert fjernvarme fra 2009 til 2017 fra Fjernkontrollen.no. For hovedbanen bruker vi selve gjennomsnittet. For nedre og øvre grense betrakter vi dette gjennomsnittet som en estimator for det faktiske gjennomsnittlige årsbehovet for fjernvarme og konstruerer et 95 prosent konfidensintervall, og bruker nedre og øvre grense for konfidensintervallet i nedre og øvre utslippsbane.

Den fossile andelen av spisslastvarmen har gått kraftig ned de siste årene. Fra å utgjøre 39,4 prosent av spisslasten i 2010 utgjorde den kun 3,3 prosent i 2017. Dette skyldes en særlig kraftig nedgang i andelen fossil olje, fra 31,3 til 0,3 prosent, og vi antar at denne andelen vil gå lineært ned til null i 2020. Vi ser det ikke som hensiktsmessig å definere noe usikkerhetsintervall for et såpass lite utslipp.

Andelen fossil gass har også gått vesentlig ned, fra 8,1 prosent i 2010 til 3,0 prosent i 2017, men har ikke vist noen klar nedadgående trend siden 2013 (vert imot har den gått opp fra et midlertidig bunnpunkt på 1,4 prosent i 2015). For sentralestimatet antar vi derfor at andelen fossil gass holder seg konstant på 2,6 prosent av spisslastvarme (gjennomsnittet for perioden 2013-2017) fram til 2030. For den nedre utslippsbanen antar vi at fossil gass fases ut og går lineært til null i 2030, som er en mulig utvikling hvis relative markedspriser eller økende CO<sub>2</sub>-pris gjør det svært ulønnsomt å bruke gass framfor bioenergi eller elektrisitet. For den øvre utslippsgrensen antar vi at høye priser for pellets og bioolje samt eventuelt økende strømpriser gjør det lønnsomt å bruke en noe høyere andel fossil gass, og at andelen derfor stiger lineært fra 2,6 prosent i 2018 opp til 7,2 prosent i 2030, som er lik det andelen var i 2012, året før en kraftig nedgang i bruken av fossil gass som har holdt seg fram til i dag.

Andelen bioenergi i spisslast har ikke vist noen klar trend siden 2010, og har fluktuert mye, men de fleste årene ligget mellom 10 og 15 prosent. For å estimere metan- og N<sub>2</sub>O-utslipp fra bioenergi brukt til spisslast antar vi at andelen bioenergi holder seg konstant på 12,4 prosent, lik gjennomsnittet for perioden 2010-2017. Disse utslippene er lave, på mindre enn 300 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter per år, og vi ser det derfor ikke som hensiktsmessig å definere noe usikkerhetsintervall for disse utslippene.

## 4.4 Oppvarming

Oppvarmingssektoren i Miljødirektoratets statistikk er definert som utslipp fra lokal forbrenning til produksjon av bygningsvarme, altså oppvarming utenom fjernvarme. I vår modell deles den opp i fire utslippskilder:

- Bygninger i KOSTRA (stort sett offentlige bygg)
- Næringsbygg
- Boliger unntatt vedfyring
- Vedfyring (i boliger)

I Miljødirektoratets statistikk er næringsbygg og boliger kombinert i én kilde, kalt «Oppvarming utenom KOSTRA og vedfyring», men for våre formål har det vært hensiktsmessig å dele den opp.

Hver utslippskilde 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. For bygninger utenfor KOSTRA har vi imidlertid ikke gode nok data for samlet areal eller oppvarmingsenergiebehov, og bygningene i KOSTRA står for et så lite utslipp at det ikke er hensiktsmessig å gjøre en så detaljert dekomponering.

Vi antar i stedet at det samlede oppvarmingsbehovet for hver bygningstype er mer eller mindre konstant i gjennomsnitt gjennom referansebaneperioden, som i praksis betyr å anta at eventuell vekst i areal som må varmes opp, balanseres av forbedringer i energieffektivitet og eventuelt nye tilkoplinger til fjernvarmenettet. Vi beregner så tidsutviklingen i utslipp ved å anta ulike utviklinger i andelenes fyringsolje, naturgass og bioenergi som brukes for hver utslippskilde.

For CO<sub>2</sub> er det kun utslipp fra fossile brennstoffer (fyringsolje/parafin og fossil gass) som skal telles med, mens bioenergi (hovedsakelig pellets og vedfyring) også må tas med for beregning av metan og N<sub>2</sub>O.

De følgende avsnittene omtaler hvilke antakelser vi gjør for hver bygningstype:

### 4.4.1 Bygninger i KOSTRA

KOSTRA-bygg i Oslo er i all hovedsak tilknyttet fjernvarme. Utslippene forbundet med oppvarming for denne typen bygninger har gått kraftig ned de siste årene, og var i 2016 nærmest ubetydelige i Miljødirektoratets statistikk (under 100 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter). Klimaetaten i Oslo kommune selv oppgir imidlertid vesentlig høyere utslipp basert på tall de selv har produsert (ca. 4 ganger høyere), og det er vesentlig usikkerhet knyttet til statistikken (se under). Utslippene er likevel svært lave for våre formål, og bør reduseres ytterligere i takt med det nasjonale forbudet mot fossil fyringsolje i 2020. Vi antar derfor at utslippene fra KOSTRA-bygg reduseres lineært med 90 prosent fra 2016 til 2020, og holder seg konstante derfra, hvor de siste 10 prosentene utgjøres av fossil gass som ikke omfattes av forbudet. Anslaget om 10 % gass er i overensstemmelse med det nasjonale gjennomsnittet i IEAs statistikk for forholdet mellom olje og gass brukt i næringsbygg og offentlig bygg (IEA, 2016). Gitt de lave utslippene og den store usikkerheten i de historiske tallene, ser vi det i utgangspunktet ikke som hensiktsmessig å definere noen høy eller lav utslippsbane for denne utslippskilden. For areal av eide og leide kommunale formålsbygg i Oslo antar ingen endring i areal fra 2017.

### 4.4.2 Oppvarming utenom KOSTRA og vedfyring

For ikke-KOSTRA-bygninger har vi ikke tall for Oslo på hvor stor andel av bygningsmassen eller energi brukt til oppvarming som kan tilskrives boliger og hvor stor del som kan tilskrives næringsbygg. Vi vet imidlertid at av den energien utenom elektrisitet som brukes til bygninger utenom industri- og produksjonsbygg nasjonalt så går ca. 60% til boliger og 40% til andre bygninger (IEA, 2016). Vi antar derfor at det samme gjelder i Oslo. Ingen av delene har vist noen klar trend de siste årene.

Utslipp fra oppvarming for ikke-KOSTRA-bygninger i statistikk fra Miljødirektoratet (2018a) har gått kraftig ned siden 2013 (og toppen 2013 kan skyldes artefakter i salgshallene). I den samme perioden har det vært en langsom økning i antall boliger men ingen økning og heller en svak nedgang i antall andre bygninger (SSB, 2018b). Nedgangen i utslipp skyldes derfor helt klart en nedgang i bruken av fossilt brennstoff til oppvarming, spesifikt fyringsolje. Denne andelen må ventes å nå null i 2020 i tråd med nasjonalt forbud mot fossil fyringsolje, mens en liten del naturgass fortsatt ventelig vil brukes, i tillegg til en uvisst mengde biomasse som vil gi en viss mengde metan- og N<sub>2</sub>O-utslipp.

I sentralestimatet antar vi derfor at CO<sub>2</sub>-utslipp fra oppvarming i ikke-KOSTRA-bygg reduseres lineært med 90 prosent fra 2016 til 2020, på samme måte som KOSTRA-bygg, og deretter holder seg konstante fram mot 2030. Dette svarer til at energieffektivisering reduserer varmebehovet nok til å kompensere for befolkningsvekst. I nedre utslippsgrense antar vi at også bruken av naturgass og tilhørende CO<sub>2</sub>-utslipp går til null i 2020, mens vi i den øvre utslippsgrensen antar at utslippene fra 2020 vokser proporsjonalt med 60% av befolkningsvekstraten per år, som svarer til å anta at det ikke skjer noen forbedring i energieffektivitet men at andelen fossil gass holdes konstant.

For metan og N<sub>2</sub>O antar vi i sentralestimatet at halvparten av fyringsoljen som faller bort erstattes av bioenergi og resten av elektrisk oppvarming (utslippsfritt). For nedre utslippsgrense antar vi at all fyringsoljen erstattes av elektrisk oppvarming og ikke av bioenergi, mens vi for øvre utslippsgrense antar at all fyringsoljen erstattes av bioenergi. Vi antar i alle banene at bruken av bioenergi til oppvarming vokser med 60 prosent av befolkningsvekstraten fra 2020 til 2030. Vi bruker samme utslippsfaktorer for metan og N<sub>2</sub>O som i Miljødirektoratets statistikk (se Tabell 3).

**Tabell 5:** Utslippsfaktorer for oppvarming med forskjellige type brensler.

Utslippsfaktorer (gCO <sub>2</sub> e/kWh)	CO <sub>2</sub>	Metan	N <sub>2</sub> O
Fyringsolje	264,3	0,90	0,64
Naturgass	201,8	0,45	0,11
Bioenergi	0	0,75	2,47

#### 4.4.3 Vedfyring

Vedfyring i Oslo har gitt klimagassutslipp (i form av metan og N<sub>2</sub>O) på rundt 4500 tonn CO<sub>2</sub>-ekv. per år hvert år i Miljødirektoratets statistikk, med enkeltavvik opp i 2011 (6416 tonn CO<sub>2</sub>-ekv.) og ned i 2016 (3553 tonn CO<sub>2</sub>-ekv.), men uten noen signifikant trend. For sentralestimatet antar vi derfor at utslipp fra vedfyring holder seg konstant på nivå med gjennomsnittet for 2013, 2015 og 2016, mens vi for nedre grense antar at det holder seg konstant på 2016-nivå. For øvre grense antar vi at det starter på gjennomsnittet av 2013, 2015 og 2016 i 2017, og deretter vokser proporsjonalt med innbyggertallet.

Merk at det er vesentlig usikkerhet knyttet til oppvarmingsutslippene ikke bare på grunn av usikkerhet om fremtidig utvikling, men også på grunn av høy usikkerhet i det historiske statistikkgrunnlaget. Miljødirektoratets anslag for bygninger utenom KOSTRA 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 Oslo egentlig brennes og gi utslipp i en annen kommune, eller omvendt. Denne usikkerheten gjelder da også prognosene i referansebanen, ettersom både sentralestimatet og spennet mellom nedre og øvre utslippsgrense er basert på vekstrater relativt til statistikken for 2016.

## 4.5 Annen mobil forbrenning

Sektoren «Annen mobil forbrenning» i statistikk fra Miljødirektoratet (2018a) er delt opp i to svært ulike kilder: Dieseldrevne motorredskaper (hovedsakelig bygg- og anleggsmaskiner) og snøscootere.

### 4.5.1 Snøscootere

Utslipp fra snøscootere er ubetydelige for våre formål (500-600 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter per år), og vi antar derfor at utslippene holdes konstante på gjennomsnittet for perioden 2015-2016 fram til 2030.

### 4.5.2 Dieseldrevne motorredskaper

Dieseldrevne motorredskaper omfatter ikke bare bygg- og anleggsmaskiner, men også motorredskaper i jordbruk, skogbruk og i forsvaret samt traktorer generelt. Vi har ingen tall på hvor stor andel av utslippene disse kildene står for. De er neppe ubetydelige, men kan ventes å være små i forhold til bygge- og anleggsvirksomhet. Vi beregner derfor kun utslipp fra bygge- og anleggsvirksomhet, men andre utslipp inkluderes implisitt når resultatene skaleres til å være like Miljødirektoratets statistikk for 2016 fordi det skaleres til totalt salg av avgiftsfri diesel (de følger da implisitt samme tidsutvikling, som utvikler seg proporsjonalt med folketallet, se under).

Utslipp fra bygge- og anleggsvirksomhet deles inn i to bidrag:

- Byggevirksomhet
- Anleggsvirksomhet

Byggevirksomhet dekomponeres videre i følgende faktorer:

- Byggeareal (areal som bygges ut i et gitt år)
- Gjennomsnittlig energibehov per byggeareal
- Gjennomsnittlig utslipp per energienhet

Anleggsvirksomhet dekomponeres i disse faktorene:

- Antall entreprisekroner til anleggsvirksomhet
- Gjennomsnittlig energibehov per entreprisekrone
- Gjennomsnittlig utslipp per energienhet

DNV-GL har estimert energibehov og utslipp fra referanseprosjekter for å anslå utslipp fra bygge- og anleggsvirksomhet i Oslo kommune, i rapporten «Potensialet for utslippsreduksjon ved fossil- og utslippsfrie bygge- og anleggsplasser» (DNV-GL (2018)). De konstruerer en referansebane ved å anslå totalt byggeareal og antall entreprisekroner de siste årene, og antar at begge utvikler seg proporsjonalt med befolkningstallet samtidig som energibehov per byggeareal/entreprisekrone og utslipp per enhet energi holder seg konstante. De lager også et ganske bredt usikkerhetsintervall ved å gjennomføre en Monte Carlo-analyse på de ulike parameterne i utslippsestimatene deres, og bruker tiende og nittiende persentil som henholdsvis nedre og øvre grense for usikkerhetsintervallet i deres referansebane.

Vi bruker resultatene i DNV-GLs rapport til å beregne gjennomsnittlig energibehov per byggeareal og entreprisekrone samt gjennomsnittlig utslipp per energienhet for bygge- og for anleggsvirksomhet, og bruker de samme antakelsene til å konstruere sentralestimatet for referansebanen. Vi definerer øvre og nedre grense for usikkerhetsintervallet ved å skalere sentralestimatet med en faktor tilsvarende forholdene mellom sentralestimatet og nedre og øvre bane i DNV-GLs referansebane. Før skalering blir referansebanen dermed omtrent lik den som DNV-GL har konstruert, bortsett fra at vi bruker en nyere prognose for befolkningsvekst, og dekomponerer resultatene i faktorene nevnt over, slik at modellen lettere kan tilpasses andre

antakelser om én eller flere av faktorene. Før skalering til Miljødirektoratets statistikk for 2016 er det en nivåforskjell på nesten 50% mellom sentralestimatet og nedre og øvre grense for usikkerhetsintervallet. Etter skalering forsvinner imidlertid nivåforskjellen, og usikkerhetsintervallet gjenspeiler hovedsakelig spennet i trenden for befolkningsvekst.

Vi bruker de tallene som DNV-GL oppgir at er justert for vanskelige grunnforhold i Oslo, og det midtre alternativet for byggevarme, der oppvarmingsbehovet på byggeplassene dekkes 100% av propan snarere enn olje eller elektrisitet.

Merk at DNV-GLs studie bygger på et fåtall prosjekter, og er ikke dermed nødvendigvis representativ. Sentralestimatet deres samsvarer likevel relativt bra med Miljødirektoratets statistikk, men med et svært bredt usikkerhetsintervall, på pluss/minus nesten 50%. Miljødirektoratets statistikk er på sin side svært usikker, selv om usikkerheten ikke er kvantifisert. Tallene deres er basert på salg av avgiftsfri diesel og fordelt til kommuner basert på hvor dieselen er levert. Det kan imidlertid være betydelige feilkilder ettersom diesel kan leveres til en annen adresse enn der den brukes, og ettersom dieselen ikke nødvendigvis blir brukt i samme året som den kjøpes.

## 4.6 Sjøfart

Sjøfart består av en rekke utslippskilder basert på skipstype og type frakt. Noen av disse aktivitetene har ubetydelige eller ingen utslipp i Oslo (fiskefartøy, kjøle-/fryseskip, offshore supply skip, andre aktiviteter sjøfart), hvor vi antar konstante utslipp fra 2017 og vi produserer ikke et utslippsspenn med en øvre og nedre grense.

For de andre skipstypene bruker vi både den økonomiske vekstraten (med øvre og nedre grense) og vekstmålene for Oslo Havn. I sin klimastrategi har Oslo Havn (2017) en referansebane for sjøfart for 2016-2030. Denne referansebanen baserer seg imidlertid på tilsynelatende relativt ambisiøse vekstmål for skipstrafikken for enkelte skipstyper. For skipstyper hvor vekstmålene er vesentlig høyere enn trenden de siste årene (der vi har tall for det) eller generell økonomisk vekst, bruker vi i stedet historisk trend eller forventet økonomisk vekst til å definere utslippsveksten i sentralestimatet og i nedre grense for usikkerhetsintervallet, og bruker vekstmålene fra Oslo havn som øvre grense for usikkerhetsintervallet. Hvis vekstmålene er i tråd med historisk trend eller økonomisk vekst, bruker vi i stedet vekstmålene til å definere sentralestimatet.

For bulkskip er vekstmålene i tråd med veksten siden 2011. Vi antar vekst lik vekstmålene for øvre utslippsgrense, og vekst lik økonomisk vekst for sentralestimatet og nedre grense.

Havneplanen skiller ikke mellom kjemikalie-/produkttankere og oljetankere. Vi antar at vekstmålene kun gjelder førstnevnte, og holder utslippene fra oljetankere konstante ettersom det er en svært liten utslippskilde (og konstruerer ikke et spenn med øvre og nedre grenser for sistnevnte). Vi fordeler utslippene for "Tankskip" i 2017 på de to kategoriene proporsjonalt med utslippene i 2016. Vekstmålet er høyere enn alle baner for økonomisk vekst, så vi bruker vekstmålet som øvre grense for usikkerhetsintervallet, og antar at veksten i sentralestimatet og nedre grense er proporsjonal med økonomisk vekst.

Vekstmålet for konteinerskip er høyere enn alle baner for økonomisk vekst, så vi bruker vekstmålet som øvre grense for usikkerhetsintervallet, og antar at veksten i sentralestimatet og nedre grense er proporsjonal med økonomisk vekst.

Passasjer- og cruiseskip består av en rekke underkategorier. For 2015 og 2016 fordeler vi utslippene for "Passasjer" i regnskapet fra Miljødirektoratet (2018a) over cruiseskip, utenriksferger og lokalferger proporsjonalt med utslippene for 2017 som oppgis i et utkast til handlingsplan for Oslo Havn, «Oslo Havn som nullutslippshavn», mottatt fra Byrådsavdeling for næring og eierskap (2018) i juni 2018, og basert på beregninger av DNV-GL. Både utslipp og antall passasjerer har gått jevnt nedover de siste årene. Vi antar derfor at vekstmålet representerer øvre grense for usikkerhetsintervallet, bruker konstante utslipp som sentralestimat, og definerer nedre grense for usikkerhetsintervallet ved å anta at utslippene avtar litt for hvert år (samme prosentvise nedgang

som nedgangen fra 2015 til 2016 i DNV-GLs rapport og gjengitt i utkastet til Handlingsplan for Oslo Havn, etter at man har trukket fra utslippet fra boilere, som ikke ble regnet med før 2016).

Kategorien Ro Ro last har et høyere vekstmål enn alle baner for økonomisk vekst, så vi bruker vekstmålet som øvre grense for usikkerhetsintervallet, og antar at veksten for sentralestimatet og nedre grense er proporsjonal med økonomisk vekst.

For stykkgodsskip er vekstmålene i tråd med veksten siden 2011, men noe lavere enn sentralestimatet for økonomisk vekst, og høyere enn nedre grense av usikkerhetsintervallet for økonomisk vekst. For sentralestimatet antar vi derfor vekst lik vekstmålene, for nedre og øvre grense for usikkerhetsintervallet bruke vi utslippsvekst lik økonomisk vekst.

## 4.7 Avfall og avløp

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

### 4.7.1 Avfallsdeponigass

Avfallsdeponiene i Oslo er nå stengt og mottar ikke mer nedbrytbart avfall, men produserer likevel CH<sub>4</sub> fra nedbrytning av tidligere deponert avfall. Mengden avgitt avfallsdeponigass i Miljødirektoratets statistikk beregnes ved hjelp av en modell spesifisert i IPCCs retningslinjer av 2006, basert på mengde og sammensetning av avfall som er deponert hvert år siden 1990. Det antas at sammensetningen av avfallet er likt i hele Norge. I Oslo deponeres ingen vesentlige mengder nytt avfall som fører til klimagassutslipp, og utslippene avhenger derfor kun av tidligere deponering, og eventuelle tiltak som iverksettes for å ta ut metan og bruke eller fikle den. Sistnevnte trekkes fra den beregnede mengden avgassing.

Vi bruker utslippstall fra SSB og tall for uttak av metan fra Oslo kommune (begge deler mottatt via Renovasjonsetaten i Oslo kommune) til å beregne en årlig endringsrate for metanproduksjon i deponiene og en årlig prosent for uttak, ved hjelp av henholdsvis eksponentiell regresjon på historisk produksjon og estimering av gjennomsnitt for perioden 2009-2016. Spennet med nedre og øvre grense er basert på endene av et 95% konfidensintervall for endringsraten og uttaksprosenten. Uttaksprosenten har ikke vist noen signifikant trend siden 2009. Uttaket er estimert som gjennomsnittlig historisk uttak av metan i forhold til produksjon, fra 2009 til 2016 (Miljødirektoratet, 2018b).

### 4.7.2 Biologisk behandling av avfall

Endringer i utslipp fra biogassanlegg i referansebanen styres av

- Innbyggertall, Oslo
- Biogassproduksjon per innbygger
- CH<sub>4</sub>-utslipp relativt til biogassproduksjon

Endringer i utslipp fra komposteringsanlegg i referansebanen styres av

- Innbyggertall, Oslo
- Utslipp per innbygger

Biologisk behandling av avfall er delt inn i bidrag fra hjemmekompostering, komposteringsanlegg og biogassanlegg, hvor det kun beregnes metanutslipp fra kompostering, og kun metan- og N<sub>2</sub>O-utslipp fra biogassanlegg. For Oslo er det ikke rapportert eller beregnet noen utslipp fra hjemmekompostering. I Miljødirektoratets statistikk er utslipp fra komposteringsanlegg basert på



tall rapportert av kommunen selv, mens utslipp fra biogassanlegg er basert på årsrapport eller miljørapport fra de aktuelle avfallsselskapene.

Vi antar at aktiviteten av både komposteringsanlegg og biogassanlegg styres av innbyggertallet, og bruker innbyggertall og utslipp fra henholdsvis komposteringsanlegg og biogassanlegg.

Biogassproduksjon per innbygger tilbakeregnes fra utslippsstatistikken fra Miljødirektoratet (2018a), hvor vi antar konstante utslipp per innbygger, hvor gjennomsnittlig utslipp per innbygger per år er estimert fra utslipp og innbyggertall for 2009-2016, og utslipp per innbygger i nedre og øvre grense er satt til å være ytterpunktene av et 95-prosents konfidensintervall for gjennomsnittet. Tilsvarende gjøres også for utslipp per innbygger fra komposteringsanlegg.

### 4.7.3 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. Industriavløpsvann og tette tanker kan også medføre små mengder metanutslipp. I utregningene har vi antatt at alle utslippene kommer fra renseanlegg fordi dette er den største kilden og datagrunnlaget gjør at vi ikke klarer å dele opp i de ulike bidragene. Tabeller for septiktanker og Industrielt avløpsvann er tatt med for å gjøre det enkelt å legge inn tall for disse hvis man vil raffinere modellen senere.

For våre formål er det først og fremst N<sub>2</sub>O-utslipp fra renseanlegg som er av betydning.

Utslippene kan dekomponeres i følgende faktorer:

- Befolkningstall
- Mengde avløp produsert per person
- Gjennomsnittlig utslipp per tonn avløp.

Det er rimelig å anta at mengden avløp per person ikke endrer seg veldig mye, og utslippene styres dermed av befolkningsvekst og endringer i hvor mye N<sub>2</sub>O som slippes ut per tonn avløp. I sentralestimatet bruker vi gjennomsnitt for 2009-2016 som gjennomsnittlig utslipp per innbygger, og definerer usikkerhetsintervallet ut fra et 95-prosents konfidensintervall for gjennomsnittet basert på gjennomsnittet for 2009-2016 (Miljødirektoratet, 2018a).

## 4.8 Industri, olje og gass

Sektoren Industri, olje og gass består av utslipp fra industrielle virksomheter som ikke faller inn under andre kategorier. Statistikken fra Miljødirektoratet baserer seg på innrapporterte CO<sub>2</sub>-utslipp fra kvotepliktige virksomheter samt innrapportert forbruk av energivarer. Miljødirektoratet anslø utslippene i 2016 til å være ca. 6200 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter. Kun tre industrielle bedrifter i Oslo rapporterte CO<sub>2</sub>-utslipp direkte, og stod til sammen for ca. to tredjedeler av samlede estimerte utslipp: Nordox, Åsland pukkverk ved Huken, og Tines avdeling på Kalbakken.

Utslippene har ikke vist noen klar trend siden 2000 annet enn ved at enkelte virksomheter har startet eller avsluttet virksomhet i kommunen. Når man ser bort fra slike endringer, vil utslippene over tid kunne øke som en følge av økonomisk vekst, men denne trenden vil motvirkes av eventuelle forbedring i industrielle prosesser og energieffektivitet. Vi antar derfor for enkelthets skyld at utslippene holder seg konstante i referansebaneperioden. Vi har valgt å ikke definere noen egen lav eller høy bane for en sektor med såpass små utslipp.

## 4.9 Luftfart

Utslippene fra luftfart i Miljødirektoratets statistikk for Oslo ligger på mindre enn ett tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter per år, og er ubetydelige for samlede utslipp. De viser heller ingen klar trend. Vi antar derfor at utslippene fra luftfart holder seg konstante på 2016-nivå, og analyserer ikke sektoren nærmere.

## 5 Anbefalinger om bruk av referansebanen

Å lage en referansebane er et forsøk på et overslag over klimagassutslippene for en fiktiv framtid som neppe vil skje. Dermed er det vanskelig å kontrollere i ettertid hva som traff og potensielt ikke traff i referansebanen presentert i denne rapporten. Klimagassutslippene i Oslo er et resultat av atferden til mange hundre tusen personer, flere tusen bedrifter og offentlig forvaltning. Utslippene påvirkes direkte og indirekte av mange ulike faktorer. Derfor er referansebanen et overslag med betydelig usikkerhet og ikke et endelig og svært nøyaktig svar på hvor store utslippene vil bli i Oslo. Dette må tas med i betraktning når referansebanen brukes. Dette arbeidet tydeliggjør hvilke faktorer som påvirker utslippene mest og hvilke usikkerheter som slår mest ut på totalutslippene. Referansebane er ikke et uttrykk for hva som er den mest sannsynlige utviklingen siden dette indikerer bare hva utviklingen kan bli i fravær av nasjonal og kommunal politikk.

Vi anbefaler oppdragsgiver å gå over modellen og dens forutsetninger ca. én gang i året for å sikre at data og forutsetninger er oppdatert. Oppdragsgiver bør prioritere å oppdatere de faktorene som gir størst utslag i referansebanen. Det er også bare nødvendig å oppdatere når ny informasjon er tilgjengelig, slik at for en god del antagelser kan det gå mange år mellom hver oppdatering.

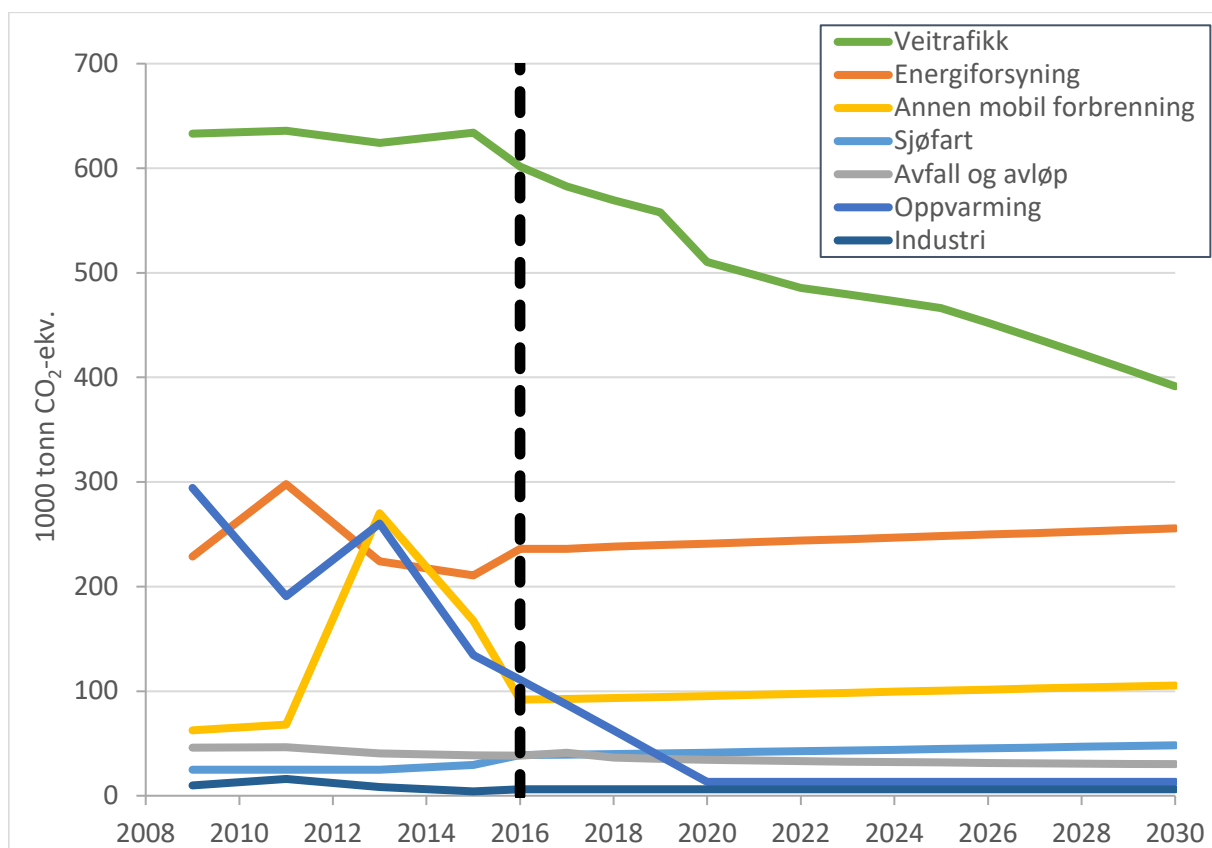
Antakelsene om befolkningsvekst og økonomisk vekst vil være særlig aktuelle å oppdatere årlig, ettersom nye prognoser for disse offentliggjøres regelmessig. Eventuelle nye analyser av sammensetning av forbrent avfall og/eller mengder importert avfall vil potensielt kunne ha en ikke ubetydelig effekt på samlede utslipp i modellen, men oppdateringer i disse tallene kan innebære noe mer arbeid å integrere inn i modellen. For å bevare metodologien må man også passe på at eventuelle endrede tall man tar inn i modellen, ikke har endret seg som følge av nye klimapolitiske tiltak. Det kan være svært krevende å bedømme dette for sektorspesifikke faktorer, mens endringer i generelle parametere som befolkningsvekst og økonomisk vekst neppe vil henge sammen med klimarelaterte politiske tiltak.

## 6 Resultater

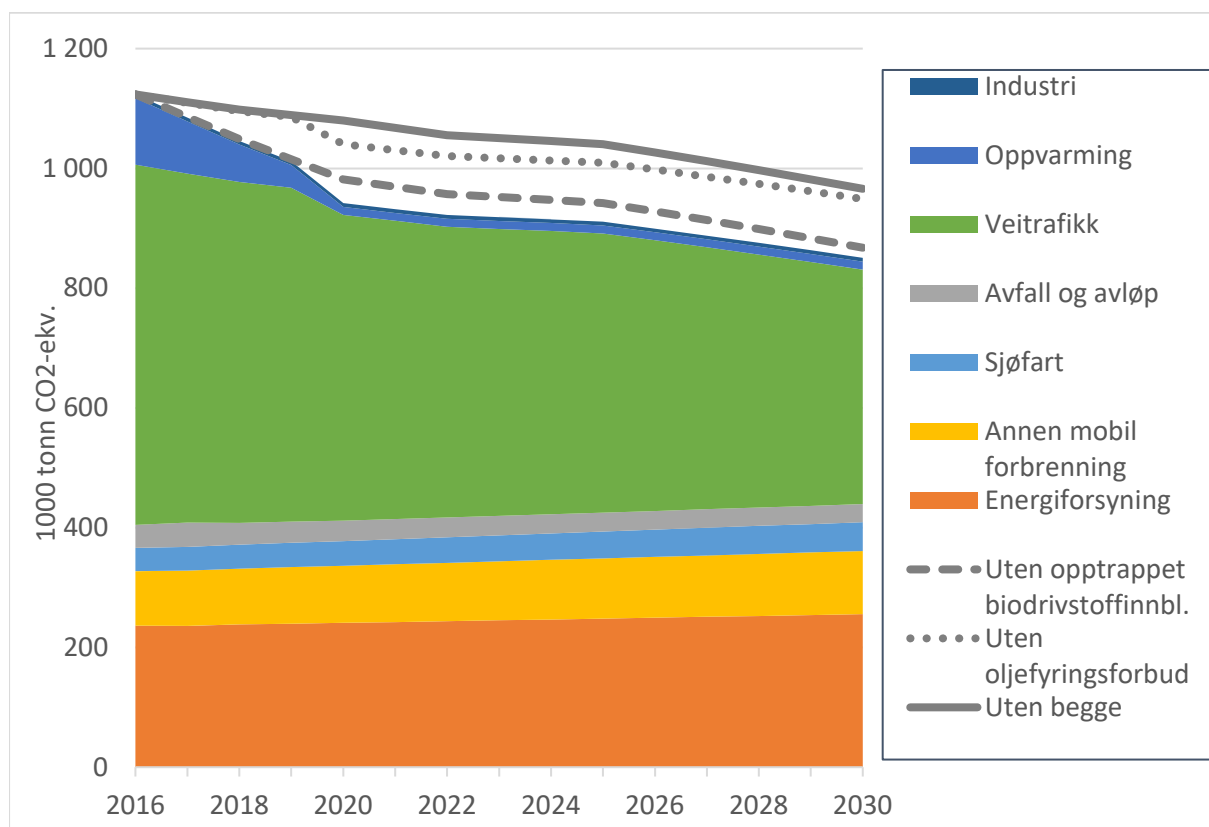
### 6.1 Overordnede resultater

Sentralestimatet for de samlede klimagassutslippene i referansebanen viser en moderat nedgang, fra ca. 1,1 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekv. i 2017 til 850 tusen. tonn i 2030. Usikkerhet og ulike antakelser gir imidlertid et vesentlig spenn i trenden og i endelig utslipp i 2030, fra 670 tusen tonn for nedre grense, til en 1,0 millioner tonn for øvre grense.

Trendene domineres av reduksjon i utslippene fra veitrafikksektoren, spesielt lette kjøretøy, som følge av kraftig økning i andelen nullutslippsbiler, økende innblanding av biodrivstoff og en viss nedgang i antall kilometer kjørt per person. En kraftig reduksjon i utslipp fra oppvarming i bygninger fram mot 2020 bidrar også sterkt til nedgangen, hovedsakelig som følge av nasjonalt forbud mot oljefyring fra 2020. På toppen av dette kommer en svak stigende trend i de fleste andre sektorer, hovedsakelig som følge av moderat vekst i befolkning og økonomisk aktivitet. Avfallsforbrenning er særlig betydelig i denne veksttrenden, ettersom den står for hele 56% av utslippene utenom veitrafikk og lokal oppvarming. Nedgangen i utslipp fra veitrafikk og



**Figur 2:** Historiske utslipp per sektor i Oslo (fra 2009 til og med 2016, før vertikal skillelinje) ifølge Miljødirektoratets statistikk, og utslipp i referansebanen (2017-2030, etter vertikal skillelinje).



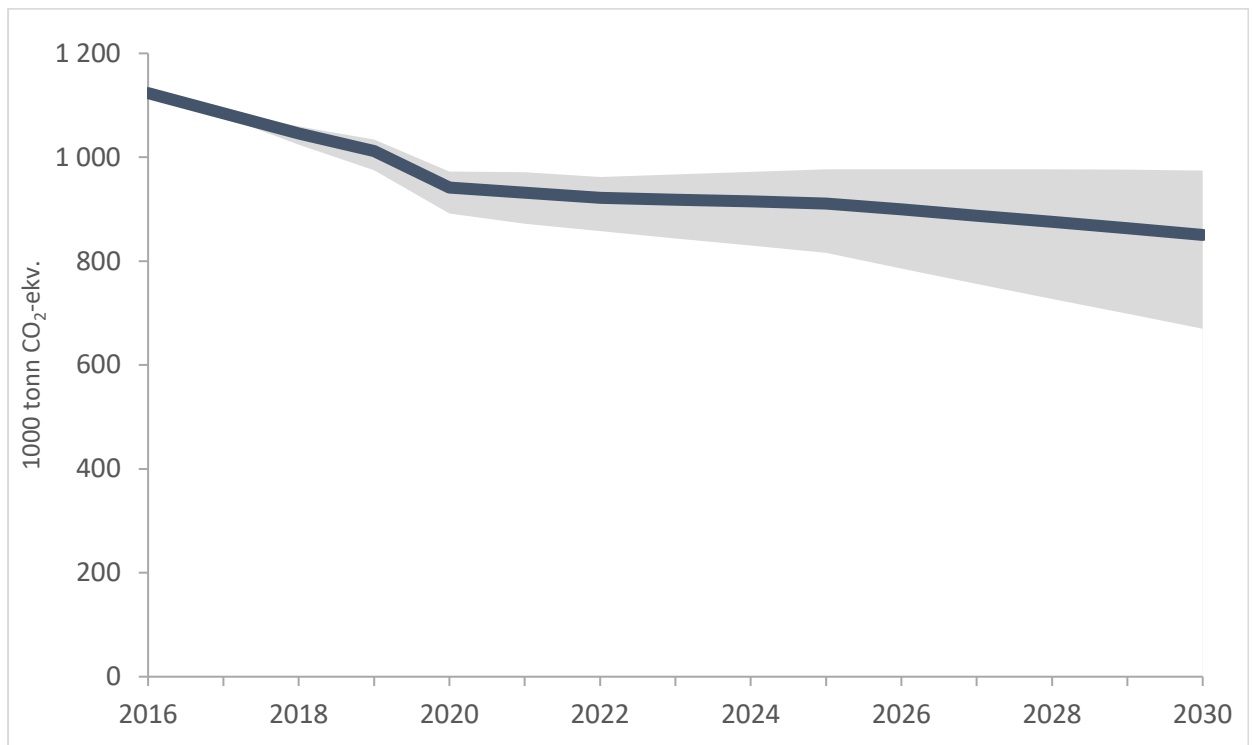
**Figur 3:** Samlede utslipp i hovedbanen per hovedsektor.

oppvarming er for det meste stor nok til å overvinne den svake veksten i andre sektorer, men nær øvre grense av usikkerhetsintervallet kan svakere nedgang i utslipp fra lette biler samt en økning i utslippene fra tunge biler og sterkere økning i andre sektorer gjøre at samlede utslipp flater ut og ikke går ytterligere ned etter 2020.

En slående følge av reduksjonen i utslipp fra lette kjøretøy er at personbiler sannsynligvis slutter å være den største enkeltkilden til klimagassutslipp i midten eller slutten av 2020-årene, og blir forbigått først av avfallsforbrenning og deretter av tunge biler, som deretter innehar første og andre plass. Usikkerhetsintervallene for utslipp fra personbiler og tunge biler er imidlertid brede nok til at de fortsatt overlapper betydelig i 2030, og utslippene fra personbiler kan derfor forbli høyere enn tunge biler.

Som kan sees av Figur 3, bidrar forbud mot oljefyring fra 2020 og opptrepping av kravet til biodrivstoffinnblanding vesentlig til reduksjonen i de samlede utslippene, og er årsaken til den spesielt bratte nedgangen fram til 2020 (merk at den stiplede grå linjen inkluderer biodrivstoffinnblanding på samme nivå som i 2016, men ikke økning etter det; Se avsnitt 7.2 for en framstilling av utslipp i veitrafikksektoren uten noen biodrivstoffinnblanding). Disse tiltakene tas med i referansebanen ettersom de er nasjonale tiltak og var vedtatt før referansebanen ble konstruert.

Usikkerhetsintervallet i Figur 4 skyldes hovedsakelig ulike antakelser om utvikling av andel nullutslippsbiler og ladbare hybrider innen hver biltype i veitrafikksektoren og til en viss grad antall kjøretøykilometer kjørt per år, samt ulike antakelser i beregningen av utslipp per tonn forbrent avfall. Disse forskjellene slår særlig tungt ut på grunn av den høye andelen av utslippene som veitrafikk og avfallsforbrenning står for. I tillegg påvirkes de fleste sektorene av ulike antakelser om befolkningsvekst og økonomisk vekst. Det er også stor mulig variasjon i antakelser og usikkerhet i

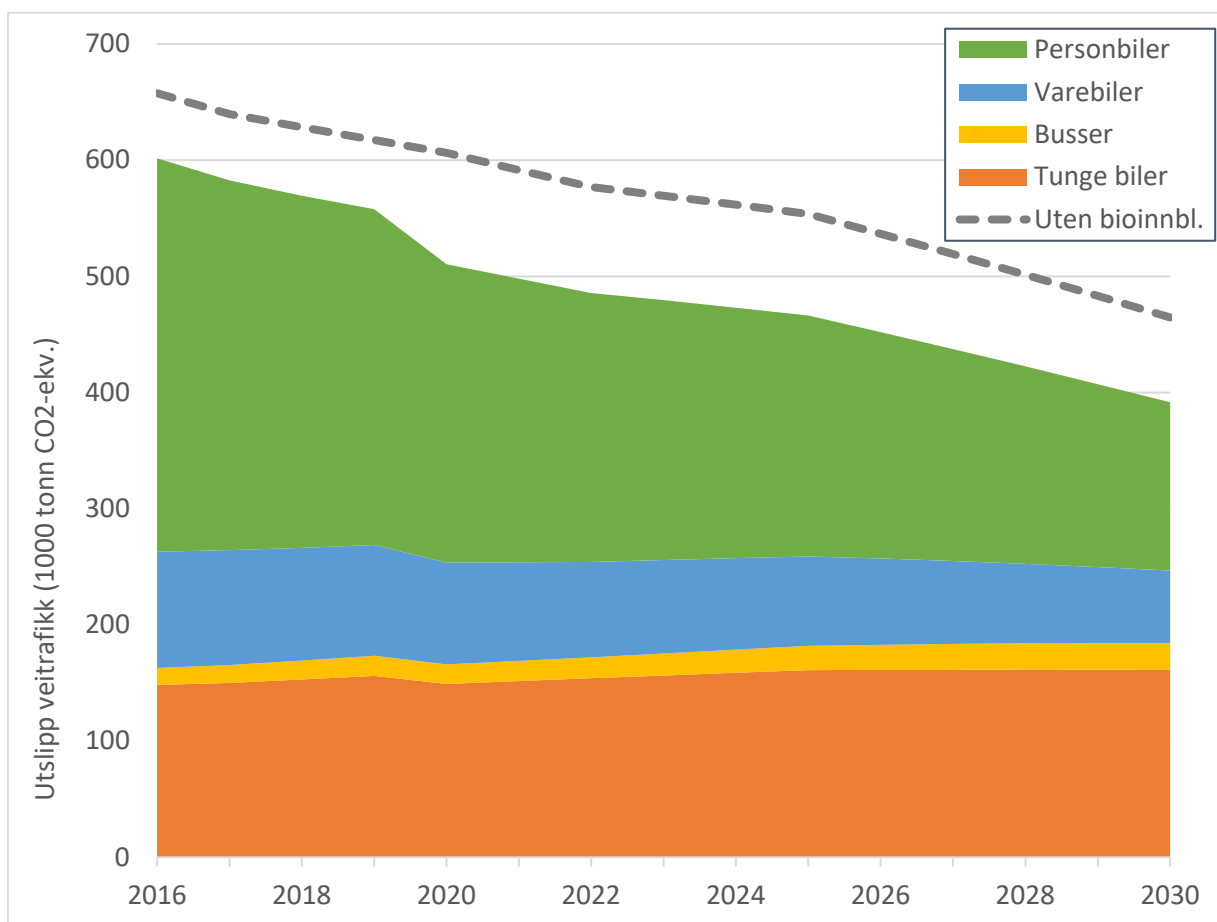


**Figur 4:** Samlede utslipp per bane.

grunnlagstall for enkelte andre sektorer, spesielt når det gjelder energieffektivitet og utslippsfaktorer, men disse forskjellene slår relativt lite ut på de samlede utslippene ettersom utslippene fra veitrafikk og avfallsforbrenning er langt større enn noen annen enkeltsektor.

Merk at vi i de fleste sektorer antar svært moderate eller ingen forbedringer i energieffektivitet eller utslippsintensitet, i tråd med at beregningene skal reflektere en referansebane uten nye politiske vedtak eller andre store endringer. Ekstraordinære forbedringer (eller forverringer) kan imidlertid forekomme selv uten politiske tiltak, og det kan dermed ikke utelukkes at framtidige utslipp kan falle utenfor spennet mellom nedre og øvre grense, selv om det ikke innføres nye politiske tiltak.

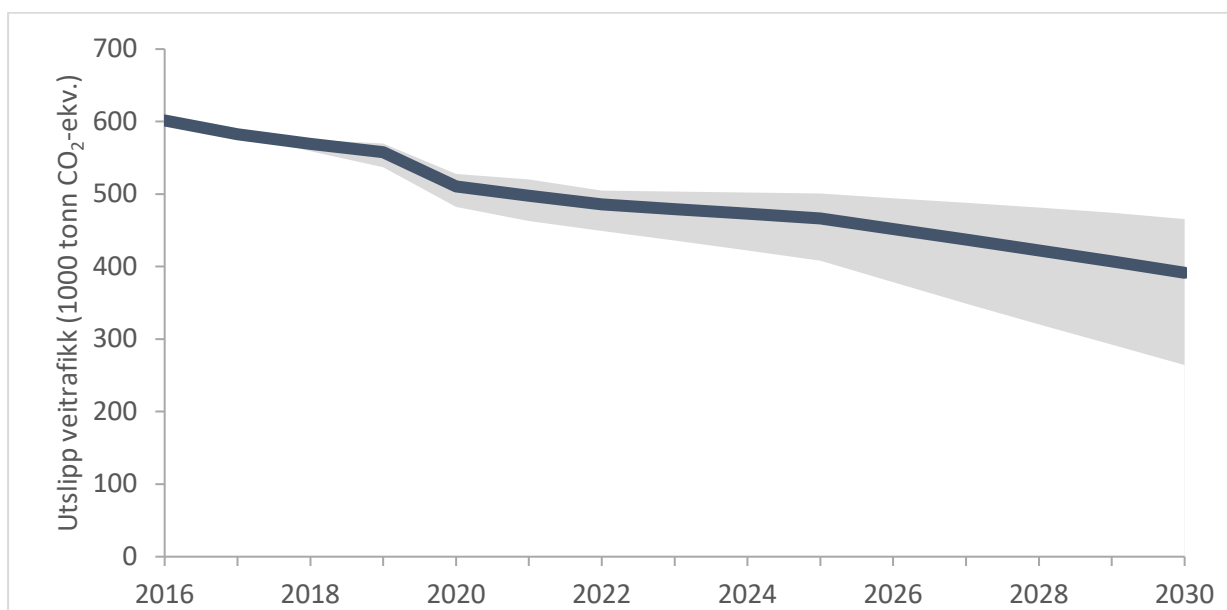
De overordnede trendene i referansebanen ligner på utviklingen i referansebane for nasjonale utslipp fra Finansdepartement (2017); Miljødirektoratet (2017a). Men det er en del forskjeller, slik som at olje- og gassproduksjon og jordbruk er betydelige utslippskilder nasjonalt, men ikke i Oslo. På tilsvarende måte har utslipp fra industri og bergverk langt større betydning nasjonalt enn i Oslo. For den nasjonale referansebanen er det elektrifisering av lette kjøretøy og det nasjonale oljeforbudet fra 2020 som bidrar mest til at de nasjonale utslippene går noe ned mot 2030. Dette finner vi også for Oslo, men vi estimerer enn større relativ reduksjon som skyldes elektrifisering av veitrafikken. En årsak til forskjellene er at Oslo ligger i forkant av det nasjonale gjennomsnittet for elektrifisering av personbiler. I tillegg er de nasjonale framskrivningene fra 2017 og dermed ikke helt nye, mens elbilsalget det siste året har vært sterkere enn den nasjonale referansebanen tilsier, og dermed påvirket våre antakelser for referansebanen for Oslo. I den nasjonale referansebanen er det antatt at elbiler står for 50 % av nye personbiler i 2030, et nivå som nesten allerede er nådd for Oslo. I følge ny statistikk fra Opplysningsrådet for veitrafikken (oppdatert 31. august 2018) hadde elbiler en markedsandel på 37,7 % av solgte personbiler hittil i 2018. I tillegg inkluderer vi opptrappingen av innblanding av biodrivstoff fram til 2020, mens i de nasjonale framskrivningene er det antatt et konstant nivå fra 2017.



Figur 5: Samlede utslipp i veitrafikk per bidrag (ulike kjøretøystyper), og samlet utslipp uten krav om innblanding av biodrivstoff. Merk at den stiplede linjen her representerer utslipp uten noen innblanding av biodrivstoff, heller ikke det nivået som var oppnådd innen 2016.

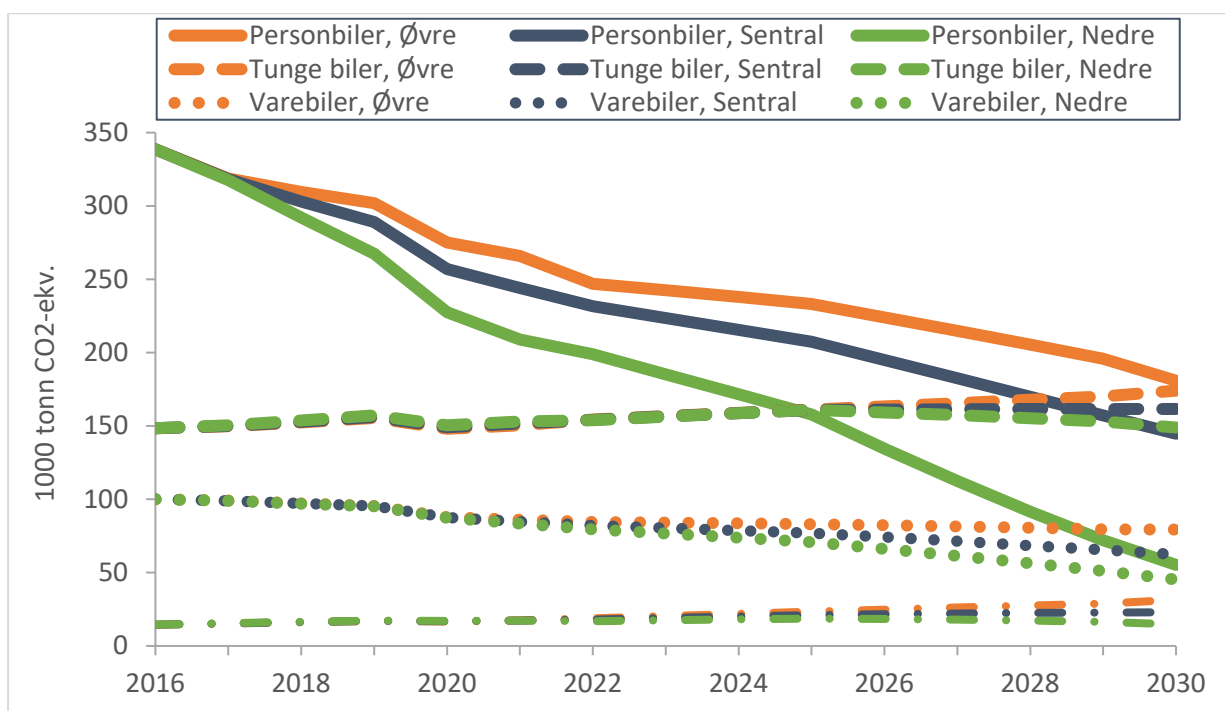
## 6.2 Veitrafikk

Sektoren veitrafikk står for den største andelen av utslippene i Oslo, og består av kildene lette kjøretøy og tunge kjøretøy. I beregningene er lette kjøretøy delt videre inn i bidragene personbiler og varebiler, mens tunge kjøretøy består av tunge biler (lastebiler) og busser. I 2016 var samlede utslipp fra lette kjøretøy høyere enn fra tunge. Utviklingen mot nullutslipp går imidlertid raskest for de lette kjøretøyene (og aller raskest for personbilene, som utgjør hovedtyngden av de lette bilene), slik at de tunge kjøretøyene dominerer utslippene fra veitrafikk mot slutten av perioden.



Figur 6: Samlede veitrafikkutslipp, med usikkerhetsintervall.

Innblanding av biodrivstoff og opptrapping av innblandingsnivået bidrar vesentlig til å redusere de samlede veitrafikkutslippene, og til å forsterke den nedadgående trenden fram til 2020 i tråd med opptrapping av kravet til innblanding. Samlede utslipp uten noen innblanding av biodrivstoff kan sees på den stiplede linjen i Figur 5. Se også samlede utslipp med usikkerhetsspenn i Figur 6, og sentralestimat samt øvre og nedre grense for utslipp fra hver enkelt biltype i Figur 7.



Figur 7: Utslipp og usikkerhetsgrenser (øvre og nedre, samt sentralestimat) fra hver biltype i veitrafikk.

### 6.2.1 Lette kjøretøy

Utslippene fra lette kjøretøy reduseres kraftig fram mot 2030, hovedsakelig på grunn av sterk økning av andelen nullutslippskjøretøy. Dette skjer raskest for personbilene, fra en andel av bilparken i Oslo på knappe 6 % i 2016 til 50 % i 2030 i hovedbanen. Andelen for varebilene anslås å øke fra 1,5 % i 2016 til 40 % i 2030 i sentralestimatet. Dette, sammen med en liten nedgang i antall kjøretøykilometer pr person, innebærer at utslippene reduseres fra 376 tusen tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter i 2016 til drøyt 207 tusen tonn i 2030. Hastigheten på innføring av nullutslippsbiler i Oslo er imidlertid svært usikker, noe som gjenspeiles i et bredt usikkerhetsintervall. Det er heller ikke gitt at faktisk andel nullutslippsbiler vil ligge innenfor dette vide spennet, for eksempel har Multiconsult beregnet at andelen nullutslippsbiler i 2030 vil ligge betydelig høyere enn det vi har i vår nedre bane for utslipp.

Trafikkarbeidet som er beregnet er basert på modellberegninger med RTM23+ gjort av Transportanalyse AS i forbindelse med Multiconsult sin rapport om effektene av Oslopakke 3 Multiconsult (2018). For lette kjøretøy ligger beregnet trafikkarbeid i 2016 noe lavt i forhold til det som er brukt i Miljøstatus, noe som innebærer at også utslippet havner lavere enn oppgitt der. I og med at vi for hver utslippskilde skalerer referansebanens utslipp slik at 2016-nivået stemmer overens med Miljødirektoratets statistikk for Oslo i 2016, vil ikke dette bety så mye. I løpet av høsten vil det imidlertid komme nye beregninger (Urbanet/NILU på oppdrag for Miljødirektoratet) som trolig vil benyttes som en ny basis for 2016, både for trafikkarbeid og utslippsfaktorer. Dette kan innebære at det blir behov for en ny skalering av referansebanen.

For øvre og nedre grense for trafikkarbeid ser vi kun på usikkerheten i *utviklingen* i kjøretøykilometer med lette kjøretøy. Her er det svært mange faktorer som vil spille inn, og som ikke er en del av referansebanen. Eksempler er endrede holdninger til bilbruk, ny teknologi (autonome biler mv), nye mobilitetsløsninger (MaaS) osv, lavere kostnader knyttet til bilkjøring ved elbil enn biler på fossilt drivstoff mv. Vi har ikke tatt med slike usikre trendringer eller brudd med dagens situasjon i referansebanen. Usikkerheten i trafikkarbeid vil dessuten bety mindre for utslippet jo lenger fram vi går i tid, på grunn av økende andel nullutslippskjøretøy. Jo større andel nullutslippskjøretøy vi får, jo mindre betydning vil økt trafikkarbeid ha for utslippet.

Utviklingen i utslippsfaktorer har betydning for utslippene fra biler som bruker fossilt drivstoff. Det er en viss usikkerhet forbundet med hvordan utslipp/km vil utvikle seg, både knyttet til energieffektivitet, bilstørrelser, kjørehastighet og andel køkjøring etc. Argumentet fra forrige avsnitt gjelder imidlertid også her, jo høyere andel nullutslippsbiler man får jo mindre utslag vil endringer i utslippsfaktor for bensin- og dieslbiler påvirke de samlede utslippene.

Utviklingen av utslipp fra lette kjøretøy varierer betydelig innenfor usikkerhetsintervallet avhengig av antakelser om andel nullutslippsbiler og om energieffektivitet hos gjenværende fossilbiler. Utslippene for nedre grense i 2030 utgjør bare ca. halvparten av utslippene i sentralestimatet, mens øvre grense ligger drøyt 25 prosent høyere enn sentralestimatet.

### 6.2.2 Tunge kjøretøy

Også for tunge kjøretøy er det en betydelig usikkerhet i nivået på trafikkarbeidet i 2016, ved at trafikkarbeid i beregningen fra Multiconsult og Transportanalyse AS ligger betydelig høyere enn grunnlaget som Miljøstatus er basert på (Multiconsult, 2018). Også utslippsfaktorene som brukes av Multiconsult/NILU er høyere enn det som brukes i Miljøstatus, noe som innebærer betydelig høyere utslipp fra tunge kjøretøy. Referansebanen er skalert slik at utslippet fra tunge kjøretøy i 2016 stemmer overens med oppgitt utslipp samme år i Miljøstatus. Som tidligere nevnt vil det trolig senere bli en justering av nivået for 2016 basert på et pågående arbeid for Miljødirektoratet, som enkelt kan legges inn i referansebanemodellen og brukes til å oppdatere referansebanen.

Før skalering til Miljødirektoratets statistikk for 2016 har referansebanen lavere utslipp fra lette kjøretøy og høyere utslipp fra tunge kjøretøy enn Miljødirektoratets statistikk. Skaleringen av referansebanen for å stemme overens med statistikken for 2016 fører til at de lette bilene utgjør en større andel av samlede veitrafikkutslipp enn før skalering. I og med at utslippene over tid reduseres



raskere fra de lette bilene enn de tyngre, så betyr det at vi får en noe mer «optimistisk» tidsutvikling enn den uskalerte basert på Multiconsults beregninger. Vi vil presisere at vi ikke har hatt anledning til å gå i detalj på forskjellene mellom de to beregningene for 2016, og vil ikke vil spekulere på hvilken av dem som er mest riktig. Det er kanskje heller ikke så viktig all den tid det Miljødirektoratet om kort tid vil presentere en ny modell og nye tall for utslipp fra veitransport for alle kommuner.

Utviklingen av utslippet fra tunge kjøretøy (både tunge biler og busser) viser liten endring og liten spredning fram til midten av 2020-tallet, men utvikler et betydelig spenn i mulige baner de siste årene fram mot 2030 som følge av et vesentlig spenn i mulige antakelser.

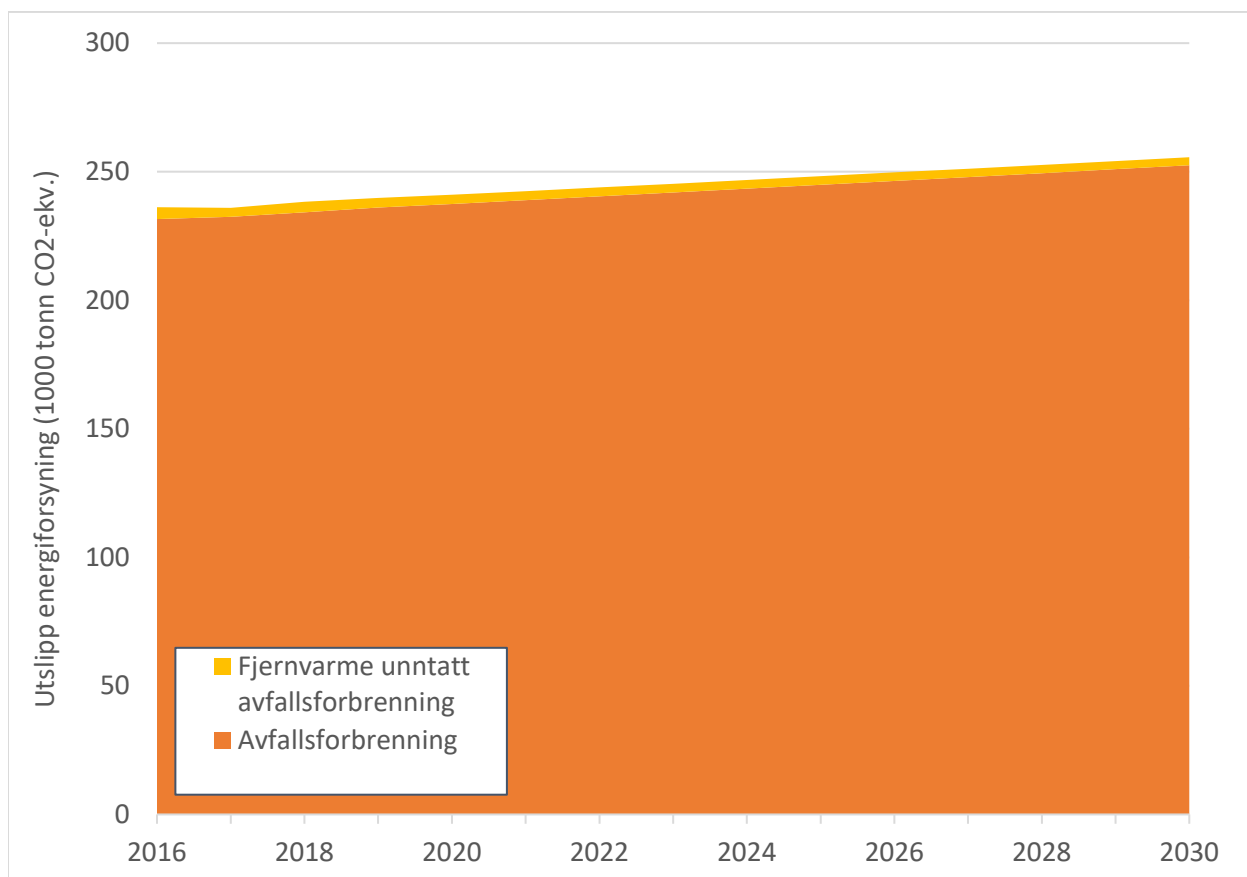
Også for de tunge kjøretøyene er det usikkerheten i innfasingstakt for nullutslippsteknologi som vil være det viktigste bidraget. I tillegg kommer usikkerhet i kjørte kilometer med tunge biler og busser i Oslo, og i utvikling i energieffektivitet for gjenværende dieselmotorer. I referansebanen ligger en viss vekst i antall kilometer inne, basert på beregninger gjort av Multiconsult/Transportanalyse AS. Disse gjenspeiler generelle forventninger om økt godstrafikk med bil, samt økning i busstrafikk knyttet til f.eks. det planlagte rutetilbudet i Oslopakke 3. Det er mange ting som kan påvirke denne utviklingen, f.eks. eksempel endringer i handlevaner med økt andel netthandel og varelevering på døren, 3D-printing, endringer i bedriftenes logistikk-løsninger mv. Det er imidlertid vanskelig å angi konkrete effekter av denne type nye trender da f.eks. økt netthandel på den ene siden kan bety økt kjøring med lastebiler og varebiler, mens det på den andre siden kan redusere behovet for private reiser med bil.

## 6.3 Energiforsyning

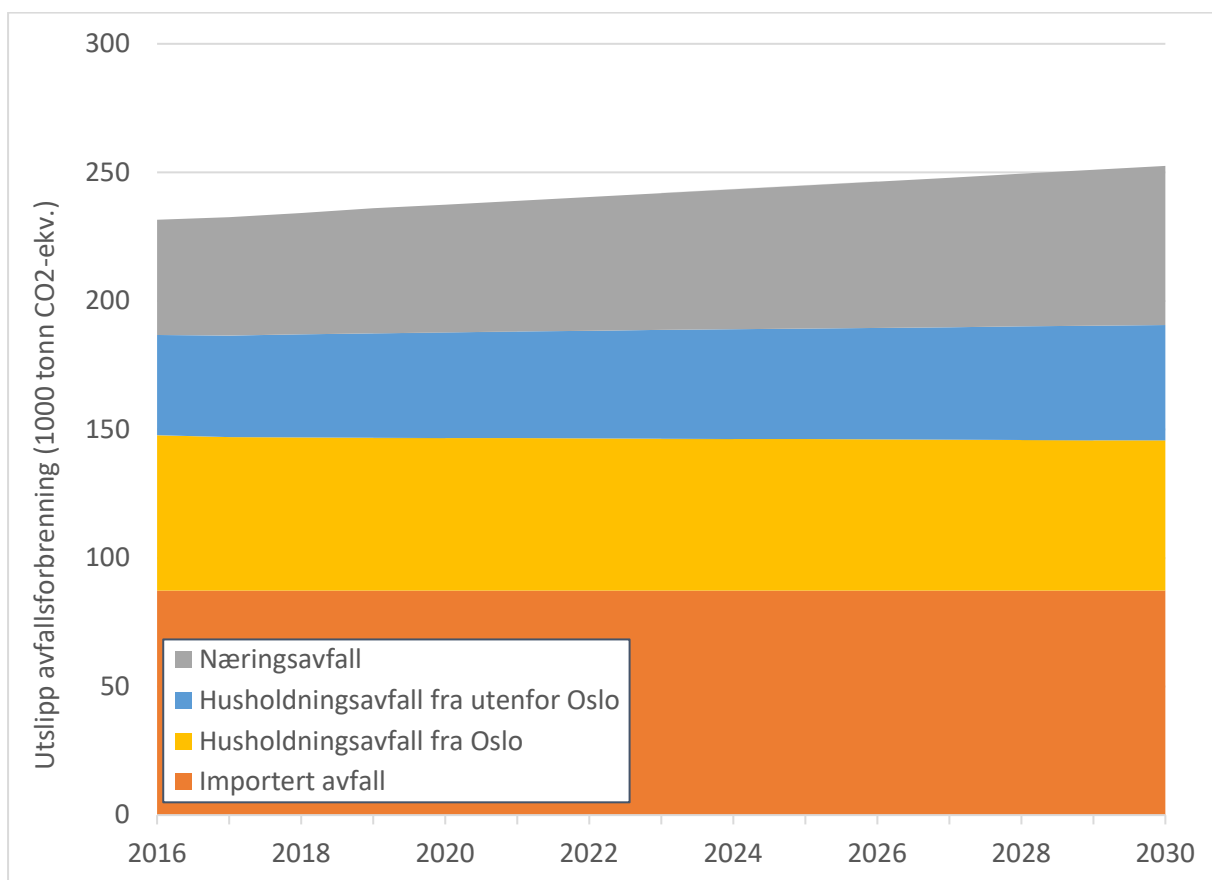
Sektoren energiforsyning i Oslo består av kildene avfallsforbrenning, og produksjon av fjernvarme utenom avfallsforbrenning (se Figur 8). Førstnevnte dominerer med over 98% av utslippene fra sektoren, og er større enn noen annen sektor utenom veitrafikk.

### 6.3.1 Avfallsforbrenning

Utslippene fra avfallsforbrenning vokser med 9% fra 2016 til 2030 i sentralestimatet, fra 232 til 253 tusen tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter, men med et usikkerhetsintervall fra 2% nedgang til 19% økning. Utviklingen drives hovedsakelig av vekst i næringsavfall som følge av økonomisk vekst, og en vekslende balanse mellom befolkningsvekst og utvikling i restavfall per innbygger, som gir en økning i samlede utslipp fra husholdningsavfall for øvre grense og i sentralestimatet, men en reduksjon for nedre grense.



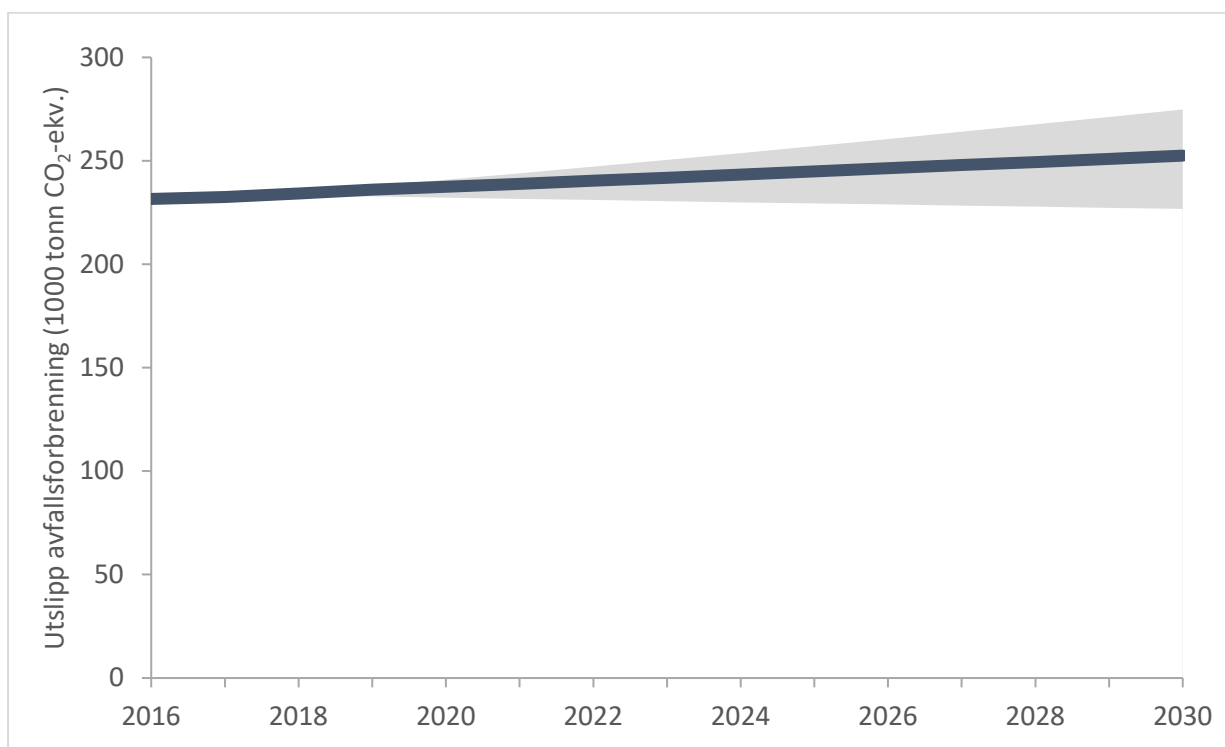
**Figur 8:** Utslipp fra undersektorene av energiforsyning i hovedbanen



**Figur 9:** Utslipp fra avfallsforbrenning i hovedbanen

Foruten ulik tidsutvikling er det vesentlig variasjon i utgangsnivået på utslippene fra avfallsforbrenning i de tre banene. Dette skyldes et spenn i verdiene som er antatt for karboninnhold og hvor mye av karbonet som er fossilt i de ulike fraksjonene av hver avfallstype.

Foruten usikkerheten som gjenspeiles av de tre ulike utslippsbanene, er det også stor usikkerhet knyttet til tidsutviklingen i forbrenning av importert avfall ved Fortum Oslo Varme på Klemetsrud. Mengden importert avfall har ikke vist noen signifikant trend de siste fem årene. Ettersom vi ikke har noe grunnlag for å kvantifisere usikkerheten i tidsutviklingen framover, har vi valgt å holde mengden forbrent importert avfall konstant, uten noe spenn som bidrar til usikkerhetsintervallet..

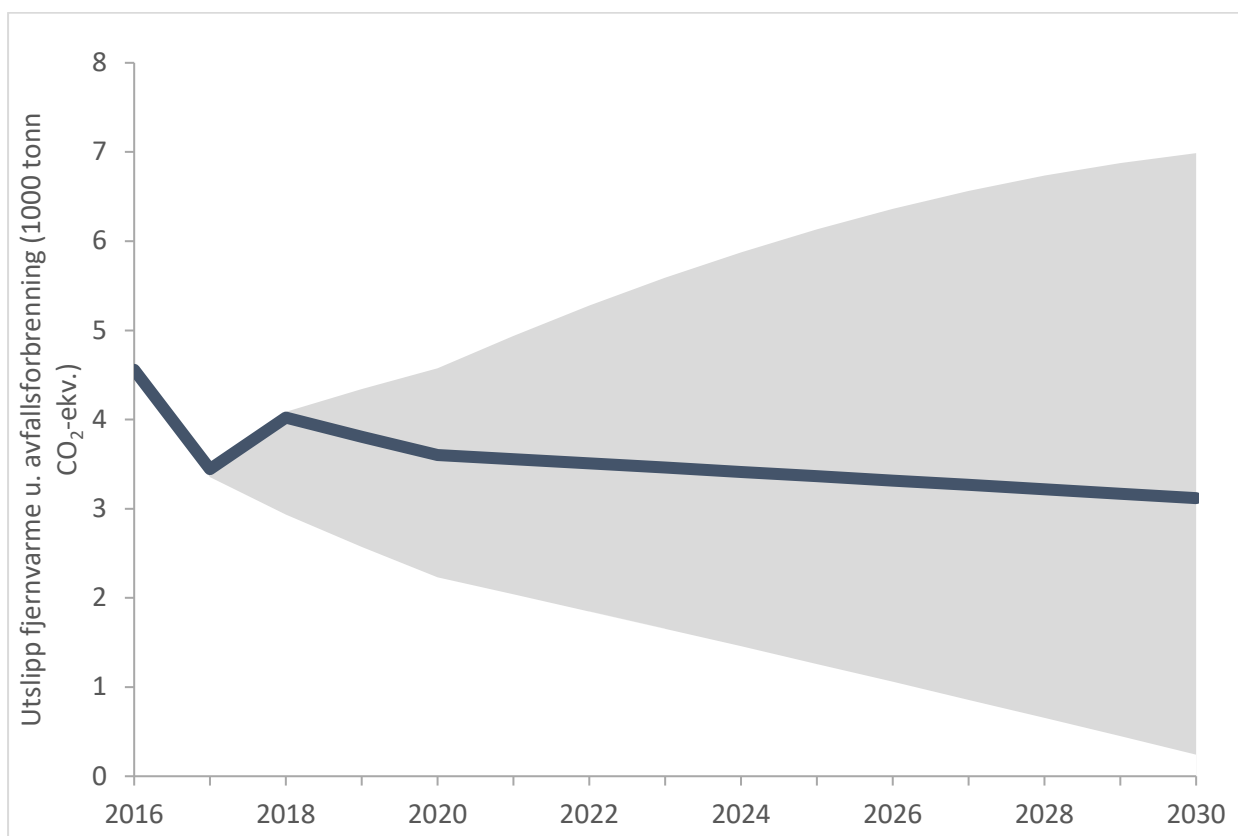


**Figur 10:** Samlede utslipp fra avfallsforbrenning med usikkerhetsintervall

De faktiske driverne bak mengden næringsavfall er heller ikke godt kartlagt, og det kan derfor hende at den faktiske usikkerheten her er større enn det som gjenspeiles i utslippsbanene, hvor tidsutviklingen av næringsavfall kun avhenger av økonomisk vekst. Beregningene kan heller ikke ta høyde for mulige endringer i Fortums kontrakter om forbrenning av avfall fra andre kommuner.

### 6.3.2 Fjernvarme utenom avfallsforbrenning

Fjernvarme utenom avfallsforbrenning, eller «spisslast», har relativt små utslipp, på kun 4231 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter i 2016. Utslippene går svakt ned i sentralestimatet og forblir svært små i forhold til avfallsforbrenning gjennom hele referansebaneperioden. Men tidsutviklingen spriker kraftig i usikkerhetsspennet, fra en kraftig nedgang til nesten null i 2030 for nedre grense, til en kraftig økning for øvre grense.



**Figur 11:** Samlede utslipp fra fjernvarme utenom avfallsforbrenning i de tre utslippsbanene

Den viktigste driveren for den sprikende tidsutviklingen er antakelsene om hvordan andelen av ulike energityper i varmeproduksjon til spisslast utvikler seg. Det er et stort spenn i antakelser om hvor mye fossil energi som antas å brukes i de tre banene, med en fullstendig utfasing av fossil energi til spisslast for nedre grense, til bruk av gass tilbake på 2012-nivå for den øvre grensen (se kapittel 6.3.2). Dette spriket motvirkes marginalt av utviklingen i tilgjengelig mengde varme fra avfallsforbrenning, som reduserer behovet for spisslastvarme. Paradoksalt nok blir andelen spisslast noe høyere for den nedre grensen og noe lavere for den øvre grensen, fordi det blir forbrent mindre avfall i den lave banen og mer i den høye banen (en marginal økning i avfallsforbrenning gir høyere utslippøking enn en marginal økning i spisslastvarme). Effekten av sammensetningen av energityper er imidlertid mye større.

Den største kilden til usikkerhet som ikke er gjenspeilet i usikkerhetsintervallet, er usikkerhet om hvordan samlet behov for fjernvarme vil utvikle seg. Det har ikke vært noen signifikant trend i total fjernvarmeleveranse i Oslo fra 2010 til 2017, men dette kan endre seg hvis hele perioden blir preget av svært kalde eller svært varme vintre, eller hvis antall tilkoblede kunder begynner å vokse mye raskere enn forbedringstakten i energieffektivitet, eller omvendt.

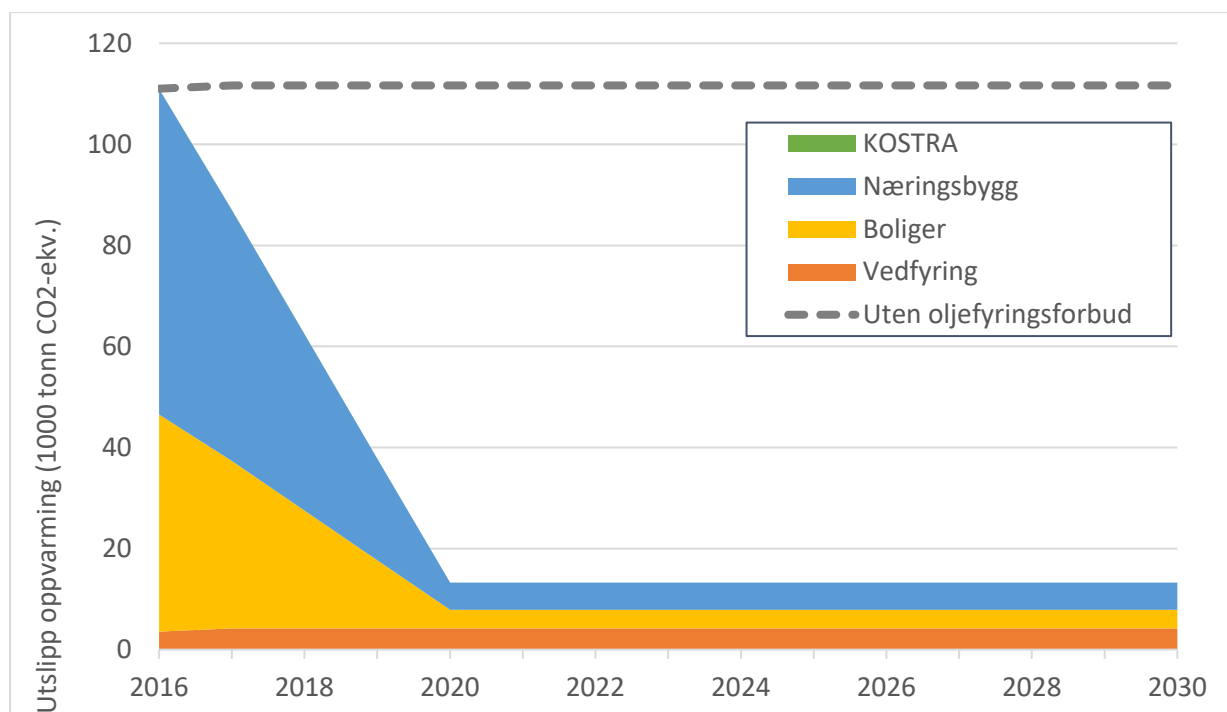
## 6.4 Oppvarming

I Miljødirektoratets statistikk er sektoren Oppvarming delt inn i tre utslippskilder: Bygninger i KOSTRA som i hovedsak er offentlige bygninger, Oppvarming utenom KOSTRA-tall og vedfyring som omfatter fossile varmekilder i boliger og næringsbygg, og Vedfyring. I vår modellering har vi videre delt inn nummer to i boliger og næringsbygg, men presenterer her alle disse fire kildene/bidragene samlet.

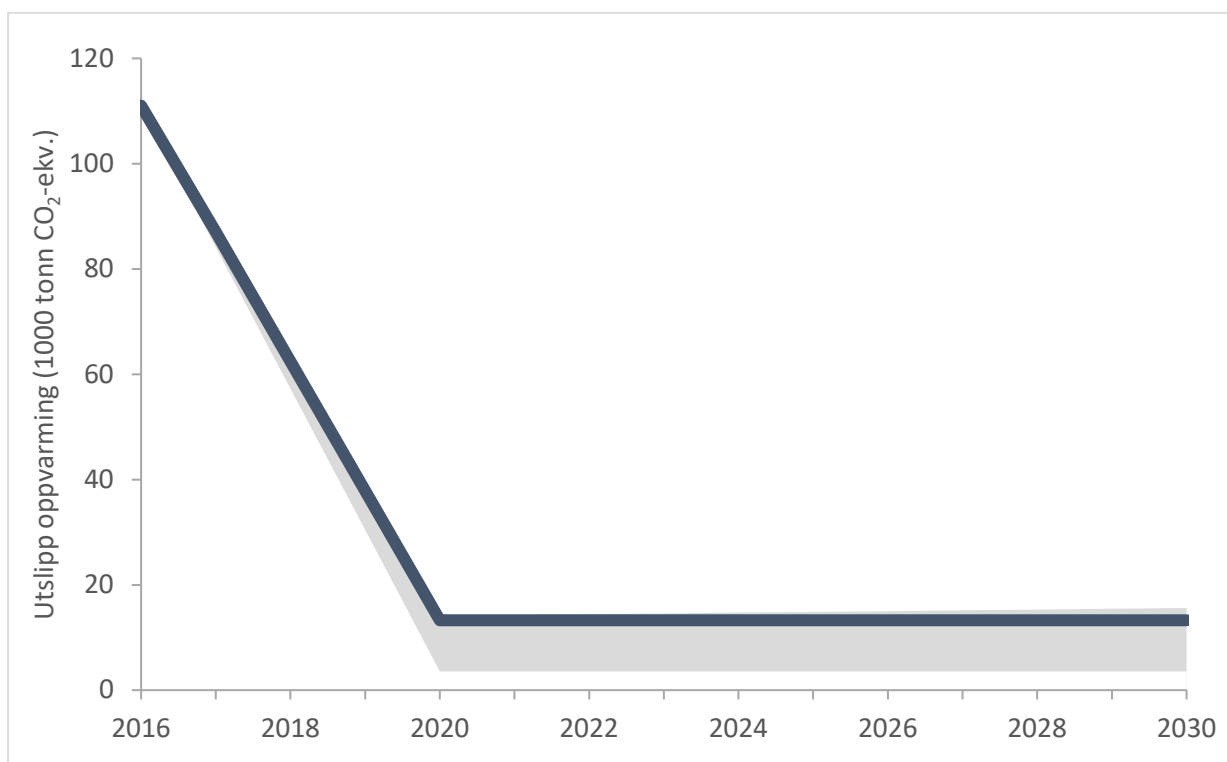
Bygninger i KOSTRA bruker så godt som ikke lokale fossile oppvarmingskilder, og kan i praksis sees bort fra (merk dog at det er vesentlig usikkerhet når det gjelder tallene som er rapportert til KOSTRA, så det er mulig at utslippene faktisk er større enn hva statistikken antyder).

Utslippene fra fossil oppvarming i boliger og næringsbygg går begge drastisk ned fram til 2020 i alle banene som følge av innføringen av nasjonalt forbud mot fyringsolje. Utslipp fra vedfyring, i form av metan og noe lystgass, holder seg imidlertid mer eller mindre konstant med de antakelsene vi har gjort, og utgjør derfor i 2030 en vesentlig del av de samlede utslippene fra den ellers svært reduserte oppvarmingssektoren.

Nedgangen i utslipp fra oppvarming skyldes nesten i sin helhet forbudet mot oljefyring fra 2020, som kan sees av den stiplede linjen på Figur 12. Uten forbudet, fortsetter utslipp fra oppvarming nesten konstant. Merk at det i den stiplede linjen ikke er tatt høyde for eventuell utfasing av oljefyring som har funnet sted før 2016, i påvente av forbudet fra 2020.



Figur 12: Utslipp fra hver undersektor av oppvarming i hovedbanen



Figur 13: Samlede utslipp fra oppvarming i de tre utslippsbanene

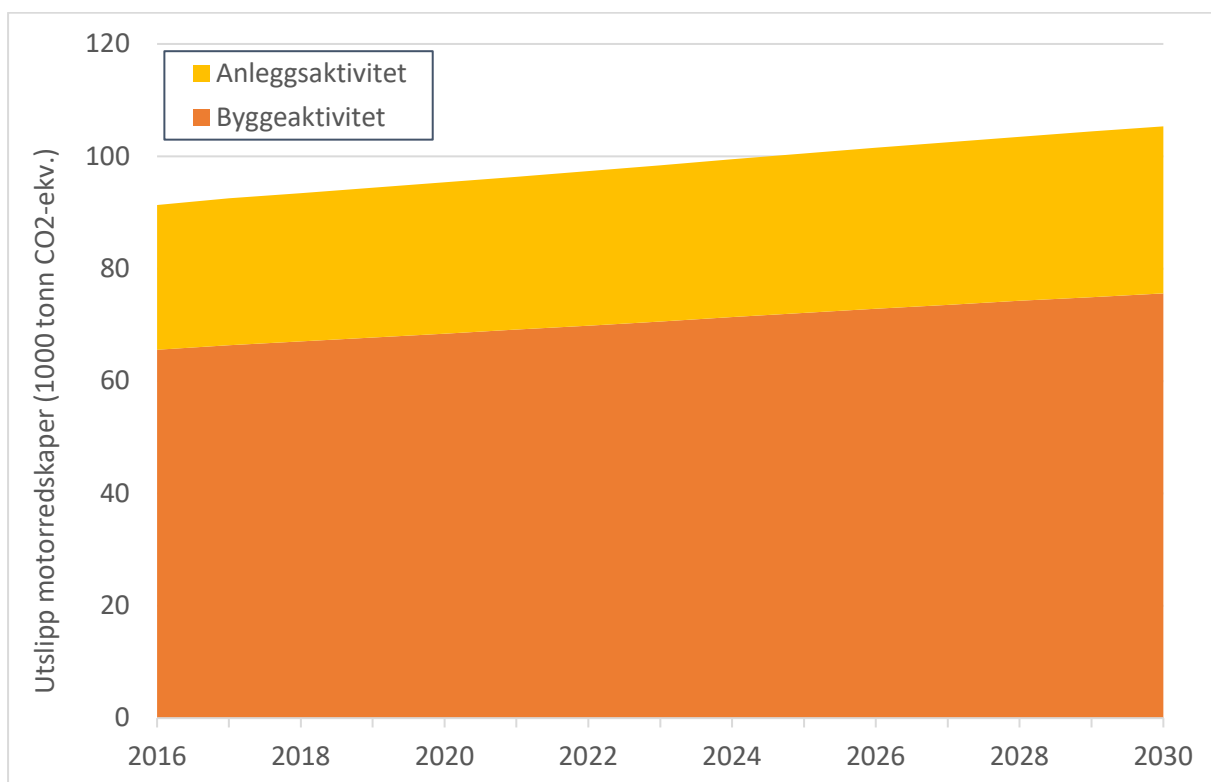
Spennet i utslippene i de ulike banene etter 2020 skyldes nesten utelukkende ulike antakelser om hvordan oppvarmingsenergien fra fyringsolje erstattes, spesifikt hvor mye av den som erstattes av fossil naturgass og/eller bioenergi (som innebærer et visst utslipp av metan og lystgass) og hvor mye som erstattes med elektrisitet.

I tillegg til de ulike antakelsene i de tre utslippsbanene er det vesentlig usikkerhet knyttet til utgangspunktet i 2016 på grunn av at Miljødirektoratets statistikk er basert på registrert salg av petroleumprodukter snarere enn forbruk. Dette kan bety at en viss del av fyringsoljen i Miljødirektoratets statistikk er transportert til og brukt i en annen kommune slik at utslippene blir overestimert, eller omvendt at noe fyringsolje er levert i en annen kommune men brukt i Oslo, slik at faktiske utslipp innenfor Oslos grenser er høyere enn registrert. Denne usikkerheten er ikke kvantifisert eller gjenspeilet i referansebanene. Vi har heller ikke forsøkt å kvantifisere usikkerhet rundt dispensasjoner eller ufullstendig etterlevelse av oljefyringsforbudet.

Vi har heller ikke noe grunnlag for å anslå framtidig utvikling i vedfyring. Utslippene fra vedfyring har ikke vist noen signifikant trend i Miljødirektoratets statistikk, men det kan ikke utelukkes at fremtidige kalde vintre og høye strømpriser eller det motsatt vil føre til en større økning eller reduksjon i vedfyring.

## 6.5 Annen mobil forbrenning

Utslippene fra annen mobil forbrenning vil øke med 14 % til 2030 i sentralestimatet. Det er dieseldrevne motorredskaper fra byggeaktivitet og anleggsaktivitet som er den dominerende aktiviteten. I tillegg kommer utslipp fra snøscootere, med et svært lite utslipp på kun 504 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter i 2016, og ingen klar voksende trend utover befolkningsvekst fram mot 2030.



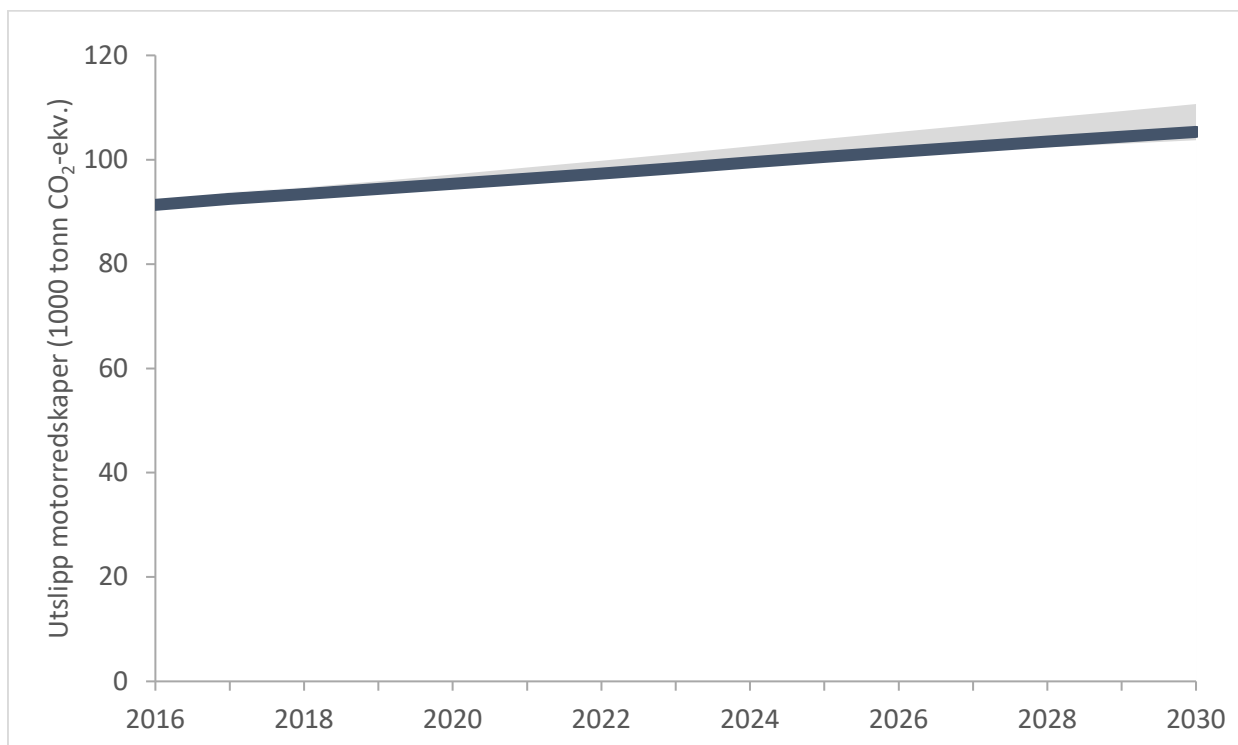
**Figur 14:** Bidragene til utslipp fra dieseldrevne motorredskaper

### 6.5.1 Dieseldrevne motorredskaper

Beregningene reproducerer omtrent referansebanen konstruert i rapport fra DNV-GL (2018): Samlede utslipp i referansebanen vokser 15% fra 2016 til 2030 (14% for nedre grense av usikkerhetsintervallet og 21% for øvre grense), fra 91 tusen til 105 tusen tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter. Merk at DNV-GLs estimat inneholder et stort usikkerhetsintervall for de absolutte utslippene i 2017, med et sentralestimat på 81 tusen tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter, og nedre og øvre grense på 44 tusen og 123 tusen tonn (se Figur 14 og Figur 15). Dette store spennet reflekteres ikke i vår referansebane ettersom utslippene i 2016 skaleres til å være lik Miljødirektoratets statistikk uten noe usikkerhetsintervall for det året, og usikkerhetsintervallet for senere år skyldes derfor bare spenn i antakelsene om vekstrate (se under).

Både veksten og spennet i vekstraten mellom de tre banene skyldes utelukkende ulike antakelser om befolkningsvekst, ettersom referansebanen i DNV-GLs rapport er konstruert for å vokse proporsjonalt med befolkningstallet i Oslo. Begge bidragene i undersektoren, byggearbeid og anleggsarbeid, vokser derfor med samme rate, og utgjør en konstant andel av utslippene i undersektoren: Byggeaktivitet står for 72% av utslippene, og anleggsaktivitet for 28%.





Figur 15: Samlede utslipp fra motordrevne dieseldrøskaper og usikkerhetsintervall.

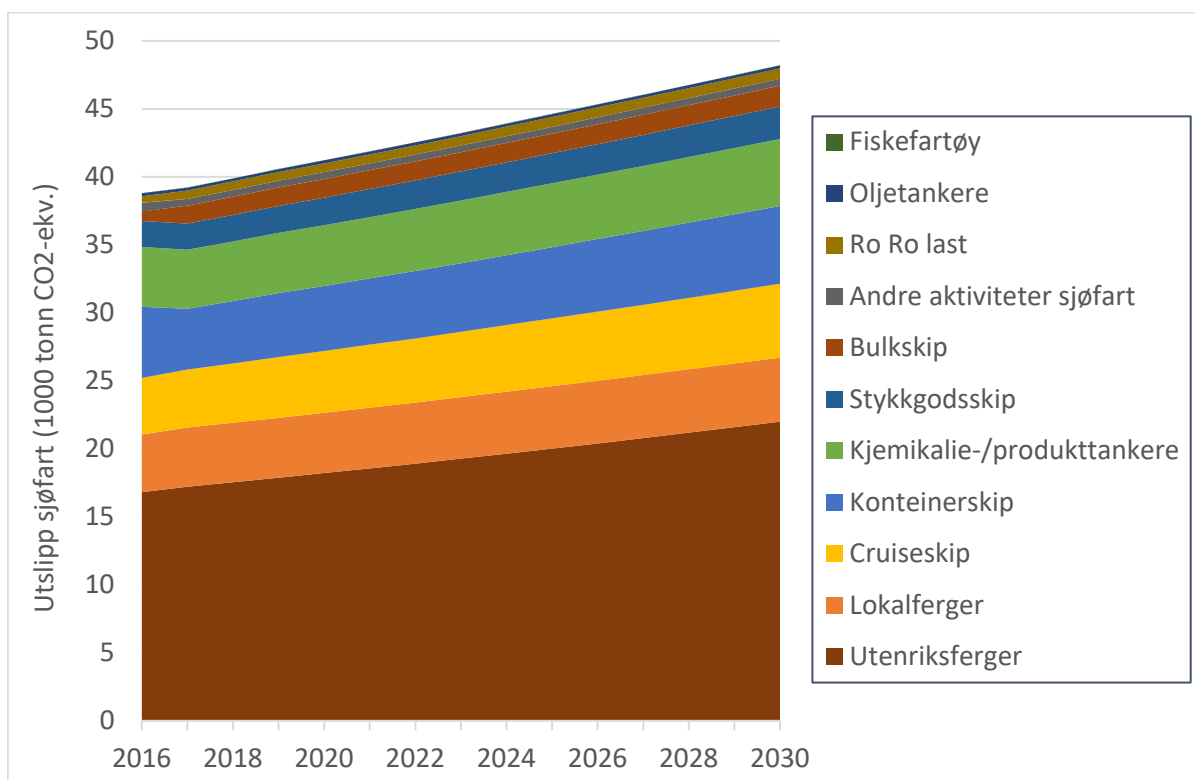
Foruten ulike vekstrater er et stort spenn i det absolutte nivået på utslippene i de tre banene, som gjenspeiler usikkerhet om verdiene av parameterne i DNV-GLs utslippsestimat. Spennet framkommer gjennom en Monte Carlo-analyse gjennomført av DNV-GL med ulike mulige verdier for parameterne i utslippsestimatene deres, og reflekterer spennet fra tiende til nittiende persentil av resulterende utslipp.

Det er i tillegg en stor grad av ikke-kvantifisert usikkerhet om hvordan bygge- og anleggsaktiviteten vil utvikle seg i referansebaneperioden. Spesielt anleggsaktivitet påvirkes sterkt av et begrenset antall store prosjekter, og enkeltavgjørelser om når og hvorvidt et slikt prosjekt skal gjennomføres kan derfor endre de samlede utslippene vesentlig.

### 6.5.2 Snøscootere

Utslippene fra snøscootere er antatt å være konstante på 504 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter per år i alle tre utslippsbanene, det vil si samme nivå som for 2016 i Miljødirektoratets statistikk. Dette gjøres for enkelhets skyld, ettersom utslippene fra denne undersektoren er svært små.

Den relative usikkerheten i utslippene er imidlertid høy. Miljødirektoratets statistikk er basert på antall snøscootere som er registrert i hver kommune, men bruker samme antakelser for kjørelengde i hele landet, 850 km per snøscooter per år. Det virker rimelig å tro at reell kjørelengde per snøscooter er vesentlig lavere enn dette i Oslo, og utslippene kan derfor tenkes å være enda lavere.



Figur 16: Utslipp fra ulike undersektorer under sjøfart i hovedbanen.

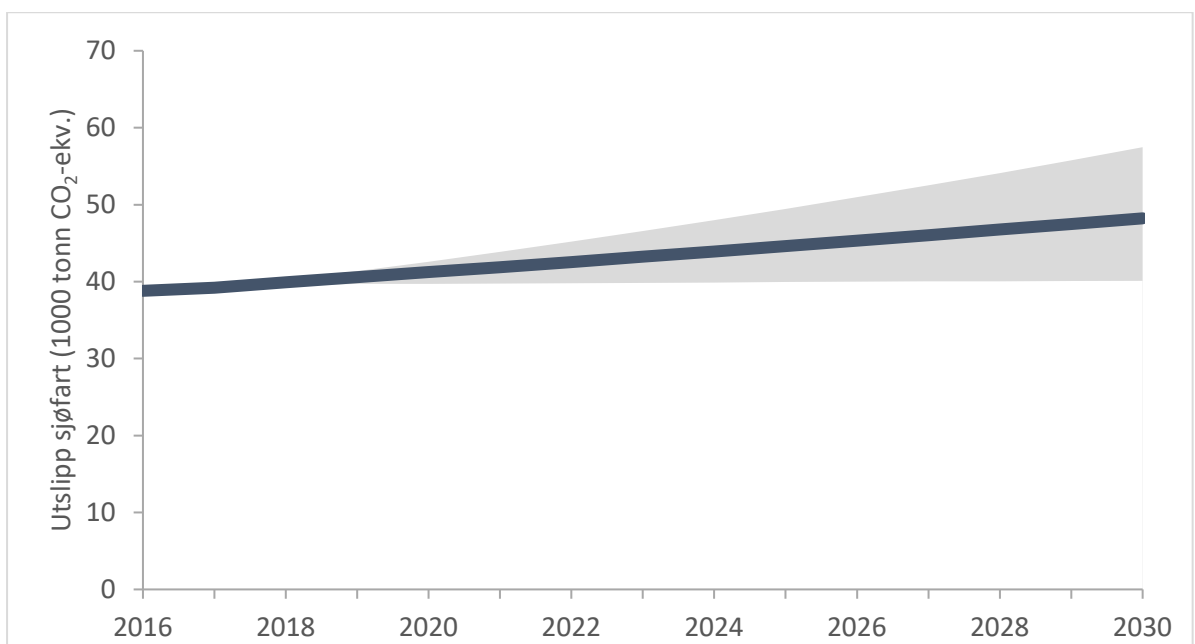
## 6.6 Sjøfart

Sjøfartssektoren består av 11 forskjellige «undersektorer» som i alle tilfeller unntatt ett («Andre aktiviteter skipsfart») representerer ulike typer skip. Av disse har to ingen utslipp innenfor Oslo i løpet av referansebaneperioden (Kjøle/fryseskip og Offshore supply skip), og tas derfor ikke med i figurene her. I stedet har vi delt opp undersektoren «Passasjer» i et tre ulike bidrag som vi her presenterer på linje med andre undersektorer: Utenriksferger, Lokalferger og Cruiseskip. Ettersom det er et såpass stort antall undersektorer, men ingen unntatt Passasjer er delt inn i mer enn ett bidrag, presenterer vi alle undersektorene under ett.

Samlede utslipp fra sjøfart øker med 24% i sentralestimatet for referansebanen (3% for nedre grense og 48% for øvre grense av usikkerhetsintervallet), fra 39 tusen tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter til 48 tusen tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter. Det aller største bidraget er fra passasjerskip, som utgjorde 43% av utslippene i 2016, og beholder en dominerende andel gjennom hele referansebaneperioden i alle tre banene.

Bredden på usikkerhetsintervallet stammer for de fleste undersektorene fra spennet i vekstrater mellom vekstmålene til Oslo Havn i Havneplanen for 2013-2030 og antatt økonomisk vekst. I de tilfellene hvor vekstmålene til Oslo Havn er i tråd med historisk vekst (der tall for det er tilgjengelig) eller forventet økonomisk vekst, bruker vi vekstmålene som sentralestimatet for veksten i referansebanen. Der vekstmålene er vesentlig høyere, bruker vi i stedet enten ekstrapolert historisk vekstrate eller forventet økonomisk vekst som sentralestimat for utslippsveksten, og bruker vekstmålene som øvre grense for usikkerhetsintervallet.

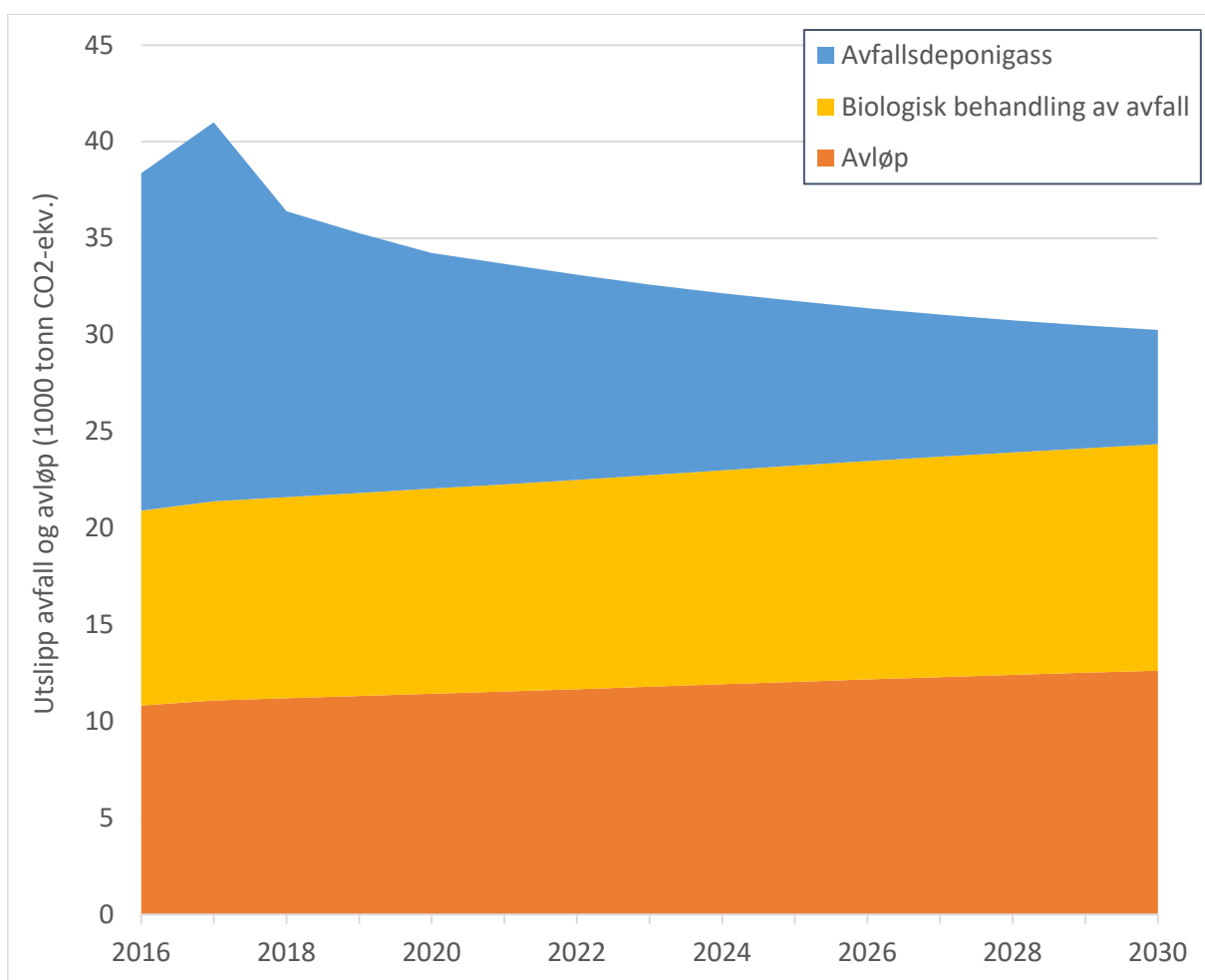
Utviklingen for sektoren som helhet domineres av utviklingen for utenriksferger, ettersom denne undersektoren utgjør en så stor del av utslippene. Forskjellen i utslippsvekst fra cruiseskip påvirker også spennet forholdsvis mye ettersom målene for vekst i Havneplanen er svært ambisiøse i forhold til utviklingen i passasjertall de siste årene, og vi har derfor antatt et særlig stort spenn i vekstraten for antall cruisepassasjerer. For de fleste skipstypene ligger det også inne en antakelse om ca. 0,4% reduksjon i CO<sub>2</sub>-intensitet per år som er implisitt i tallene vi har brukt fra Oslo Havns klimastrategi.



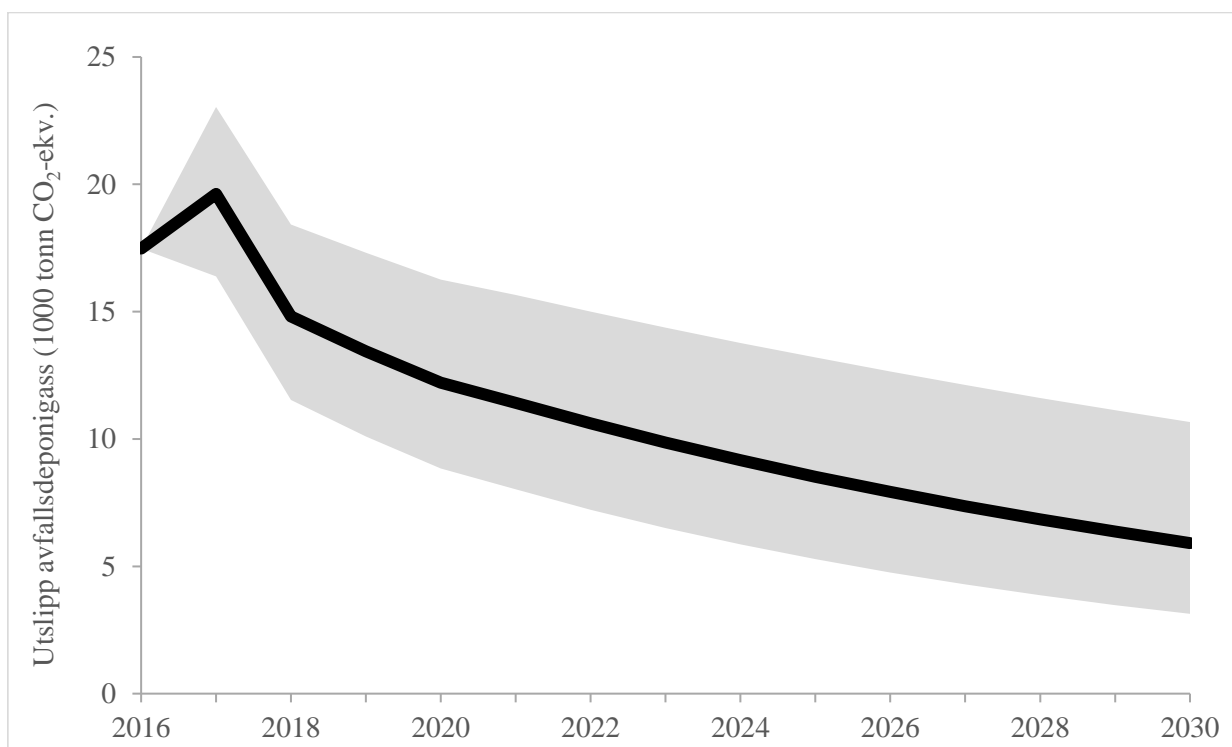
Figur 17: Samlede utslipp i de tre ulike utslippsbanene for sjøfart.

## 6.7 Avfall og avløp

De tre undersektorene under Avfall og avløp – Deponigass, Avløp og Biologisk behandling av avfall – har sammenliknbare utslipp, men utslippstrendene skiller seg ved at Avløp og Biologisk behandling av avfall vokser i takt med folkevekst, mens Deponigass i hovedsak avtar, ettersom det ikke lenger skal opprettes nye deponier.



Figur 18: Utslipp fra undersektorer av Avfall og avløp



Figur 19: Utslipp fra avfallsdeponigass, med usikkerhetsintervall.

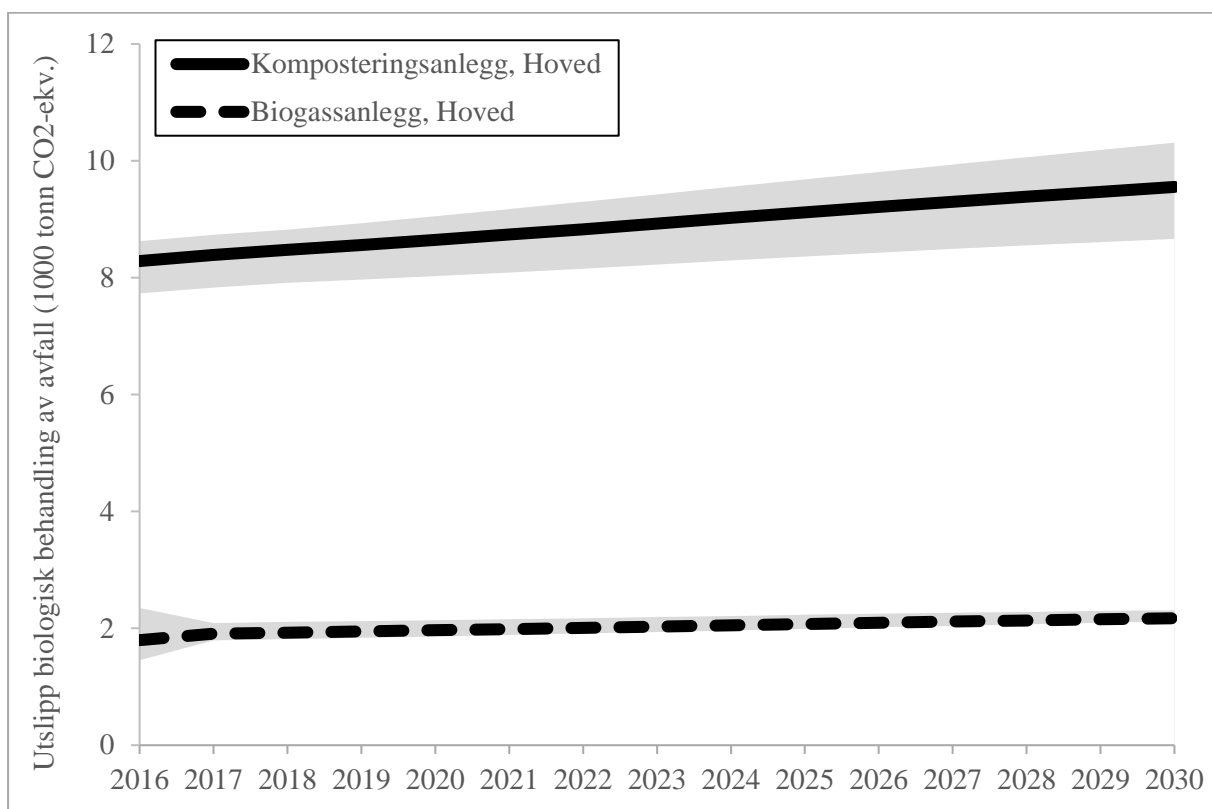
### 6.7.1 Avfallsdeponigass

Tall for netto utslipp av deponigass fra SSB og tall for uttak av metan fra Oslo kommune impliserer en produksjon av metangass i deponiene på ca. 1850 tonn CH<sub>4</sub> i 2016 (46 tusen tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter). Ved å beregne tilsvarende produksjonstall for årene 2009 til 2016 finner vi et gjennomsnittlig metanuttak på 65%, med et 95 prosenters konfidensintervall fra 71% til 58% som vi bruker til nedre og øvre grense for usikkerhetsintervallet. Eksponentiell regresjon på utslippstallene gir oss tilsvarende et estimat på 7,1% nedgang i metanproduksjon per år, med et 95 prosenters konfidensintervall fra 9,9% til 4,2%.

Den resulterende utslippsbanen og usikkerhetsintervallet kan sees i Figur 19. Utslippene vil sannsynligvis gå noe opp fra 2016 til 2017, på grunn av at Oslo kommune har oppgitt et vesentlig lavere metanuttak i 2017 enn gjennomsnittet for tidligere år. Utenom dette er tidsutviklingen styrt av den estimerte årlige reduksjonsraten for metanproduksjon, ettersom vi antar at metanuttaket er en konstant prosentdel av produksjonen.

### 6.7.2 Biologisk behandling av avfall

Årlige utslipp fra biologisk behandling av avfall anslås å bli 11,7 tusen tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter i 2030 (med et usikkerhetsintervall fra 11,0 tusen tonn til 12,4 tusen tonn), mot et utgangspunkt på 10,1 tusen tonn i 2016. Komposteringsanlegg står for ca. 80% av disse utslippene, mens metanlekkasjer fra biogassproduksjon står for resten.



**Figur 20:** Utslipp fra bidragene til biologisk behandling av avfall, med usikkerhetsintervall

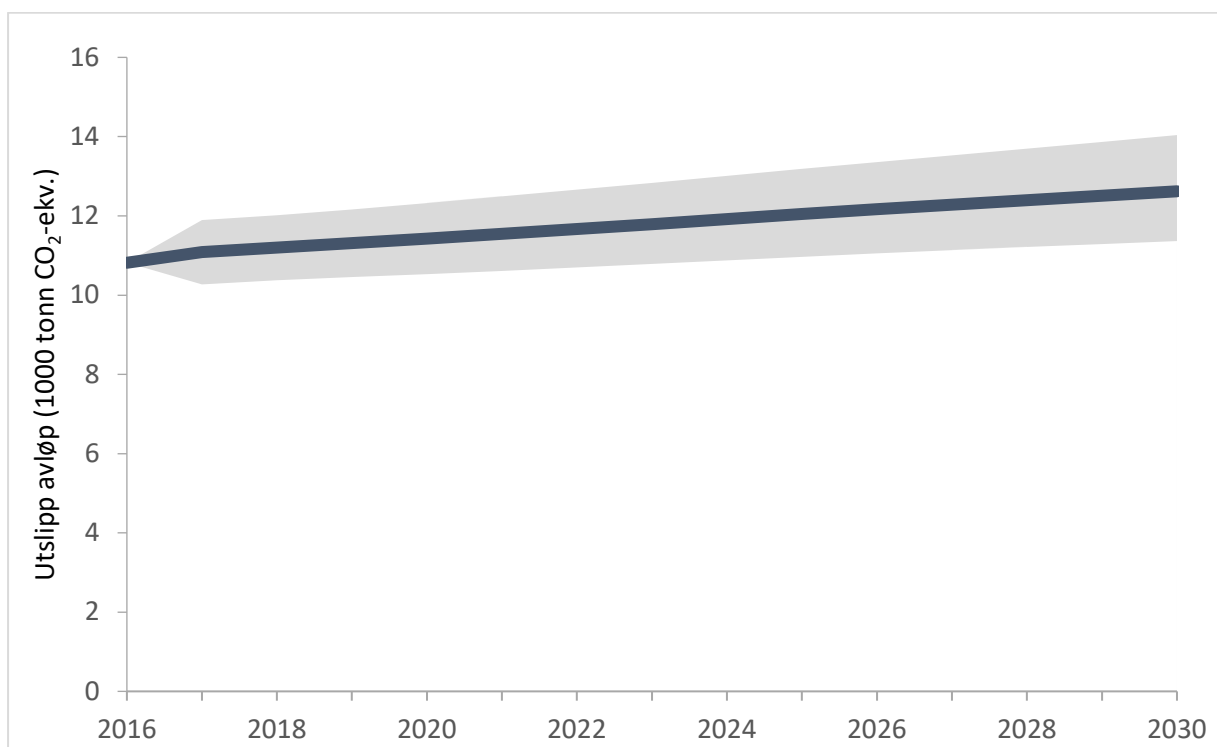
Utslippene fra både komposteringsanlegg og biogassanlegg antas å være proporsjonale med befolkningstall, og all veksten samt noe av spredningen mellom de tre banene skyldes derfor befolkningsvekst. I tillegg skyldes spredningen at de ulike banene bruker ulike estimater for gjennomsnittlig utslipp per innbygger. Sentralestimatet bruker beste estimat for gjennomsnittet lik gjennomsnittet man får fra Miljødirektoratets utslippsstatistikk og befolkningstall for årene 2009-2016, mens nedre og øvre grense for usikkerhetsintervallet bruker nedre og øvre ende av det tilsvarende 95-prosents konfidensintervallet.

Det er vesentlig usikkerhet knyttet til utslippene fra biogassproduksjon. Vi har brukt Miljødirektoratets antakelse om at metanutslippene tilsvarer fem prosent av produsert mengde biogass, men dette tallet er ikke godt underbygd. I tillegg har vi ikke forsøkt å inkludere usikkerhet om eventuelle endringer i produksjonskapasitet, endret utsorteringsgrad av matavfall eller andre faktorer som kan påvirke mengde produsert biogass per innbygger.

### 6.7.3 Avløp

Utslipp fra Avløp i Miljødirektoratets statistikk består av bidrag fra renseanlegg, septiktanker og industrielt avløpsvann. De tilgjengelige dataene lot oss ikke produsere rimelige estimater for utslippene fra hvert bidrag separat, men det aller meste av utslippene i Oslo produseres i tilknytning til renseanlegg. Vi har derfor valgt å tilegne alle utslippene til renseanlegg.

Man kan beregne utslipp fra avløp per person ved å dividere tallene i Miljødirektoratets kommunefordelte statistikk på historiske innbyggertall i Oslo. De resulterende tallene viser ingen signifikant trend. Ved å bruke utslipp og befolkning for perioden 2009 til 2016 får vi et estimat for gjennomsnittlig utslipp per person per år på 2,2 (1,6-2,7) g CH<sub>4</sub> og 56 (52-60) g N<sub>2</sub>O per person, hvor tallene i parentes angir et 95 prosent konfidensintervall. De resulterende utslippsbanene er vist i Figur 21.



**Figur 21:** Utslipp fra avløp i de ulike utslippsbanene.

Med de antakelsene vi har gjort, styres tidsutviklingen for utslipp fra avløp kun av befolkningsvekst. I tillegg kommer et spenn mellom de tre utslippsbanene på grunn av ulike estimater for gjennomsnittlig mengde utslipp per person.

Merk at det er stor usikkerhet rundt utslippstallene fra avløp i Miljødirektoratets statistikk. Utslippene der beregnes ut fra mottatte mengder nitrogenforbindelser og hvor mye som er sluppet ut igjen, som renseanleggene rapporterer til henholdsvis Statistisk Sentralbyrå og til Miljødirektoratet. Hvor mye N<sub>2</sub>O og metan som produseres per tonn nitrogen og hvor mye som til slutt slipper ut i atmosfæren, kan variere svært mye avhengig av forhold ved anleggene. Vann- og avløpsetaten i Oslo kommune har startet en studie for å gjøre direkte målinger på mengdene N<sub>2</sub>O og CH<sub>4</sub> som slippes ut ved renseanleggene og pumpestasjoner, men resultatene er foreløpig ikke klare, og har ikke blitt tatt med i beregningene for referansebanen.

## 6.8 Industri, olje og gass

Industri er en liten utslippssektor i Oslo, uten noen klar utviklingstrend de siste årene. Som nevnt i avsnitt 6.9 antar vi konstante utslipp fra 2016 lik utslippene i Miljødirektoratets statistikk. Utslippene blir da 6241 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter per år.

## 6.9 Luftfart

Luftfart er en marginal sektor med tilnærmet null utslipp (under 1 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter per år) hvor vi antar ingen endring i utslippene fra 2016. Dette kan bli en langt større sektor hvis det bygges og driftes en større lufthavn innenfor Oslo kommunes grenser. Om så skulle skje, vil denne sektoren også påvirkes av endringer slik som befolkningsvekst og endringer i andel fossilt drivstoff.

## 7 Konklusjon

Vi har konstruert en referansebane for å kvantifisere de framtidige klimagassutslippene som Oslo ville ha i en tenkt situasjon hvor det ikke gjennomføres nye klimatiltak utover dem som allerede er vedtatt eller ligger i Oslo kommunes klimabudsjett. Referansebanen består av et sentralestimat som representerer vårt beste estimat, og et usikkerhetsintervall som representerer ulike mulige antakelser og kvantifisert usikkerhet i grunnlagsdataene.

Sentralestimatet for de samlede klimagassutslippene i hovedbanen viser en moderat nedgang i fra ca. 1,1 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekv. i 2017 til 850 tusen tonn i 2030. Usikkerhetsintervallet gir imidlertid et vesentlig spenn i trenden og i endelige utslipp i 2030, fra 670 tusen tonn for nedre grense, til 1,0 millioner tonn for øvre grense. Spennet er stort, men vi ser det som mer sannsynlig at den reelle referansebanen faktisk er i området rundt sentralestimatet enn ved ytterpunktene i usikkerhetsintervallet. Usikkerhetsintervallet er nyttig ved at det tydeliggjør hvilke faktorer som påvirker utslippene mest og hvilke usikkerheter som slår mest ut på de samlede utslippene.

Referansebanen inkluderer gjennomføring av ny avtale for Oslopakke 3, nasjonalt forbud mot oljefyring fra 2020 og opptrapping av nasjonale krav til innblanding av biodrivstoff fram til 2020. De to sistnevnte tiltakene fører til en spesielt rask reduksjon i utslippene fram til 2020, som ellers ville være mindre bratt. Uten opptrapping av biodrivstoffinnblanding og oljefyringsforbudet ville samlede utslipp i 2030 kunne være henholdsvis 17 tusen og 98 tusen tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter høyere.

Utviklingen i de fleste sektorene styres i stor grad av antatt befolkningsutvikling og/eller økonomisk vekst. Utviklingen i veitrafikksektoren domineres imidlertid av økningen i andel elektriske biler. Ettersom veitrafikk står for mer enn halvparten av utslippene i Oslo, påvirkes de samlede utslippene også sterkt av andelen elektriske biler, og dette er derfor den viktigste enkeltfaktoren i tidsutviklingen for referansebanen som helhet. I tillegg blir totalutslippene også vesentlig påvirket av kraftig nedgang i utslipp fra oppvarming som følge av oljefyringsforbud fra 2020, og til en viss grad av ulike antakelser om mengden forbrent husholdningsavfall og næringslivsavfall.

Å lage en referansebane er et forsøk på å lage et overslag om hvordan klimagassutslippene ville utvikle seg i en fiktiv framtid som neppe vil skje. Den er et overslag med betydelig usikkerhet. Den bør kun brukes som en indikasjon på hva som kan skje ved fravær av ytterligere klimatiltak, og bør ikke brukes som et utgangspunkt for å definere mål for utslippsreduksjoner. Referansebanen tydeliggjør derimot hva som påvirker utslippene mest av de faktorene man kan kjenne på forhånd og som lar seg modellere noenlunde enkelt. Selv om vi angir en nedre og øvre grense for utslippene er det mulig at ikke-kvantifiserbar usikkerhet og forhold som ikke er med i modellen gjør det mulig at utviklingen kan havne utenfor usikkerhetsintervallet.



## 8 Ordforklaringer

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

**Bidrag:** Noen utslippskilder er sammensatte slik at videre inndeling i delkilder er nødvendig. Disse delkildene kalles bidrag i denne rapporten.

**Biogene utslipp:** Utslipp med opprinnelse fra biomasse. For oppvarming med bioenergi antar man at utslippene av CO<sub>2</sub> er karbonnøytrale, 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 tidshorisont på 100 år, altså at man sammenligner ved å se på hvor stort strålingspådriv utslipp fører til over en 100 års periode.

**Faktor:** Utslipp fra kilder eller bidrag styres av ulike faktorer. I denne rapporten brukes faktor om parametere som påvirkes utslippsendringen, slik som befolkningsvekst.

**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 statistikk.

**Kilde:** Innenfor hver sektor kan det være en rekke kildeutslipp av klimagasser (se Tabell 1).

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

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

**Oslopakke 3:** Er en overordnet plan for utbygging og finansering av veier og kollektivtrafikk i Oslo og Akershus. Det ble inngått en revidert avtale for Oslopakke 3 i juni 2016.

**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 med en hovedbane 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. Utslippssektorene vi deler opp i denne rapporten gis i Tabell 1. Se også kilde.

**Territoriale utslipp:** Utslippene avgrenses geografisk i denne rapporten, slik at det bare er utslippene som finner sted innenfor de territoriale grensene i Oslo 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.

**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 km med personbil.

# Henvisninger

- Byrådsavdeling for næring og eierskap 2018. Oslo havn som nullutslippshavn. Oslo kommune.
- Caspersen, E. and Ørving, T. 2018. Kunnskapsgrunnlag for mer klimavennlig næringstrafikk i Oslo. TØI.
- COWI, NILU and Transportanalyse AS 2017. Virkninger av revidert avtale Oslopakke 3.
- DNV-GL 2018. Potensialet for utslippsreduksjon ved fossil- og utslippsfrie bygge- og anleggsplasser.
- European Commission 2016. EU Reference Scenario 2016. Energy, transport and GHG emissions trends to 2050.
- Fedoryshyn, N. and Holmengen, N. 2016. Utslipp fra veitrafikken i Norge. Dokumentasjon av beregningsmetoder, data og resultater. SSB.
- Finansdepartement 2017. Meld. St. 29. Perspektivmeldingen 2017.
- Finansdepartement 2018. Meld. St. 2. Revidert nasjonalbudsjett 2018.
- Fridstrøm, L. and Østli, V. 2016. Kjøretøyparken utvikling og klimagasseutslipp. Framskrivinger med modellen BIG. TØI.
- Greenhouse Gas Protocol 2014a. Mitigation goal standard. An accounting and reporting standard for national and subnational greenhouse gas reduction goals. World Resources Institute.
- Greenhouse Gas Protocol 2014b. Global protocol for community-scale greenhouse gas emission inventories. An accounting and reporting standard for cities. World Resources Institute.
- Hagman, R., Gjerstad, K. and Amundsen, A. H. 2011. NO<sub>2</sub>-utslipp fra kjøretøyparken i norske storbyer. Utfordringer og muligheter frem mot 2025. TØI.
- IEA 2016. Extended world energy balances.
- 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.
- Kaya, Y. 1990. Impact of carbon dioxide emission control on GNP growth interpretation of proposed scenarios. presented to the IPCC energy and industry subgroup, response strategies working group, Paris.
- Klimaetaten 2017. Klimabudsjett 2018. Oslo kommune.
- Miljødirektoratet 2017a. Beregningsteknisk grunnlag for Meld. St. 41, Klimastrategi for 2030 – norsk omstilling i europeisk samarbeid, 89.
- Miljødirektoratet 2017b. Utkast til konsekvensutredning – ILUC-direktivet og opptrapping til 20 % biodrivstoff i 2020.
- Miljødirektoratet 2017c. Greenhouse Gas Emissions 1990-2015, National Inventory Report.
- Miljødirektoratet 2018a. Klimagasstatistikk for kommuner.
- Miljødirektoratet 2018b. Statistikk for klimagassutslipp i kommuner.
- Multiconsult 2018. Reduserte klimagassutslipp som følge av revidert Oslopakke 3.
- Norsk Fjernvarme 2018. Oslo.
- Oslo Havn 2017. Oslo Havn KFs klimastrategi.
- Oslo kommune 2017. Befolkningsframskrivningen 2018-2040.
- Oslo kommune 2018. Statistikkbanken.

Renovasjonsetaten 2016. Avfallsstrategi for Oslo mot 2025. Bli med rundt. Oslo kommune.

SSB 2018a. Befolkningsframskrivninger.

SSB 2018b. Fylkesfordelt nasjonalregnskap.

SSB 2018c. Regionale befolkningsframskrivninger 2016-2040: Flytteforutsetninger og resultatereds. Leknes, S., S. A. Løkken, A. Syse, A. McKinnon and M. Tønnessen). Statistisk Sentralbyrå.

SSB 2018d. 03173: Eksisterende bygningsmasse. Andre bygg enn boligbygg, etter bygningstype (F) 2001 - 2018.

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

Victor, D. G., Zhou, D., Ahmed, E. H. M., Dadhich, P. K., Olivier, J. G. J. and co-authors 2014. Introductory Chapter. In: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change eds. Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadneret al.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

**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.