

Referansebane og framskrivning for Oslos klimagassutslipp mot 2030 - Revisjon mai 2019



Referansebane og framskrivning for Oslos klimagassutslipp mot 2030

Revisjon mai 2019

13. juni 2019

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
Nett: 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
Web: www.cicero.oslo.no

Tittel: Referansebane og framskrivning for Oslos klimagassutslipp mot 2030 (Revisjon 2019)

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

Finansiert av: Klimaetaten i Oslo kommune

Prosjekt: Oppdatere 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 gav i 2018 CICERO og TØI i oppdrag om å utarbeide en referansebane for Oslos klimagassutslipp for perioden 2017 til 2030. I 2019 fikk vi et nytt oppdrag for å oppdatere denne rapporten basert på ny og oppdatert statistikk. 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.

Den opprinnelige referansebanen ble publisert 7. september 2018 (med rettelsler 2. oktober 2018) på grunnlag av kommunefordelt utslippsstatistikk fra Miljødirektoratet for 2009-2016, publisert i juni 2018. Miljødirektoratet publiserte ny utslippsstatistikk i april 2019, med utslipp for 2017 og enkelte revisjoner av utslippene for tidligere år. Denne rapporten inneholder en oppdatert versjon av den opprinnelige referansebanen, som omfatter den nye utslippsstatistikken og inneholder enkelte andre små justeringer, samt at referanseåret endres fra 2016 til 2017.

Språk: Norsk

Innhold

1	Sammendrag	4
2	Innledning	6
3	Metode	8
	3.1 Generell metode og datagrunnlag	8
	3.2 Sentrale antakelser	10
	3.3 Usikkerhet	11
4	Sektorspesifikk metodikk	13
	4.1 Overordnede trender	13
	4.2 Veitrafikk	13
	4.3 Energiforsyning	17
	4.4 Oppvarming	20
	4.5 Annen mobil forbrenning	22
	4.6 Sjøfart	23
	4.7 Avfall og avløp	24
	4.8 Industri, olje og gass	26
	4.9 Luftfart	26
5	Anbefalinger om bruk av referansebanen	27
6	Resultater	28
	6.1 Overordnede resultater	28
	6.2 Veitrafikk	31
	6.3 Energiforsyning	34
	6.4 Oppvarming	38
	6.5 Annen mobil forbrenning	40
	6.6 Sjøfart	42
	6.7 Avfall og avløp	44
	6.8 Industri, olje og gass	47
	6.9 Luftfart	48
7	Konklusjon	49
8	Ordforklaringer	50

1 Sammendrag

Klimaetaten i Oslo kommune gav i 2018 CICERO og TØI i oppdrag å utarbeide en referansebane for Oslos klimagassutslipp for perioden 2017 til 2030. I 2019 fikk vi et nytt oppdrag om å oppdatere denne rapporten basert på ny og oppdatert statistikk fra Miljødirektoratet. Referansebanemodellen og rapporten skal gjenspeile de metodiske endringene i statistikken, og referanseåret for framskrivningen er endret til siste år i statistikken, 2017.

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 eller regionale 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 utslippene vil kunne havne utenfor usikkerhetsintervallet, selv i det relativt lite sannsynlige scenariet (antagelse om 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 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.

2 Innledning

Klimaetaten i Oslo kommune gav i 2018 CICERO og TØI i oppdrag å utarbeide en referansebane for Oslos klimagassutslipp for perioden 2017 til 2030. I 2019 fikk vi et nytt oppdrag for å oppdatere denne rapporten basert på ny og oppdatert statistikk fra Miljødirektoratet. Referansebanemodellen og rapporten skal gjenspeile de metodiske endringene i statistikken og referanseåret for framskrivningen er endret til siste år i statistikken, 2017.

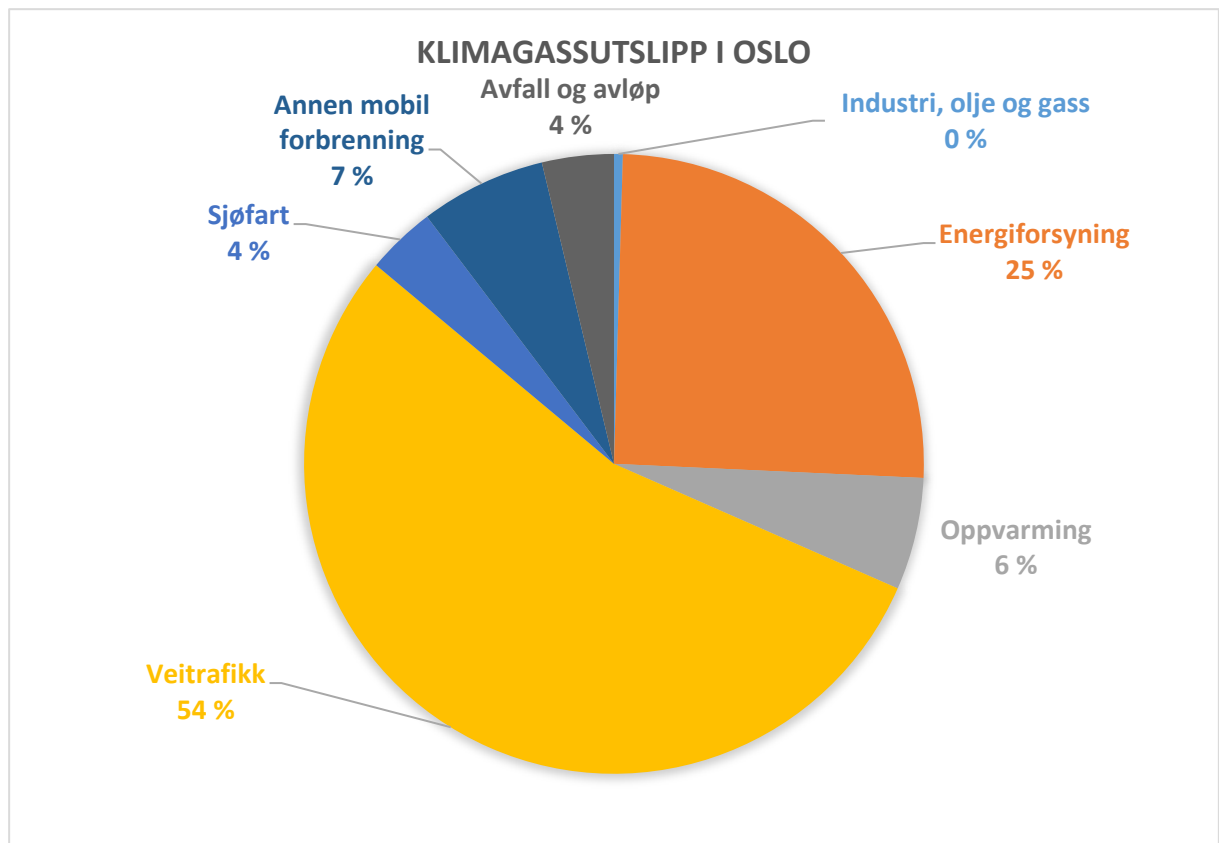
I denne rapporten framstiller vi et sentralestimat som er vårt beste estimat for referansebanen, men gir samtidig et spenn basert på usikkerheter for å vise hva som er mulige baner. Oslo kommune har ambisjoner om å kutte kraftig i de direkte klimagassutslippene, og per dags dato er målet å redusere utslippene til maksimalt 766 000 tonn CO₂-ekvivalenter¹ innen 2020 og med 95 % innen 2030 sammenlignet med 1990-nivå. Klimaetaten har arbeidet med faggrunnlaget for en ny klimastrategi mot 2030. Den opprinnelige rapporten ble bestilt som en del av å oppdatere faktagrunnlaget om klimagassutslipp og styrke det faglige grunnlaget for klimaarbeidet i Oslo kommune.

Referansebanen 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 3 og 4. I seksjon 5 går vi gjennom anbefalinger ved bruk. Resultatene presenteres i seksjon 6, og vi konkluderer i seksjon 7. 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 april 2019 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.

¹ For alle utslippssektorer unntatt sjøfart og luftfart.



Figur 1: Hvilke sektorer som står bak de direkte klimagassutslippene i Oslo i 2017. I tillegg har luftfart også minimale utslipp, men for små til å vises i figuren.

I 2017 var den største utslippskilden i Oslo veitrafikk med 54 % av klimagassutslippene (figur 1). Veitrafikk og de tre neste største sektorene – energiforsyning (hovedsakelig avfallsforbrenning), oppvarming og annen mobil forbrenning – utgjør til sammen hele 92 % av samlede utslipp. Denne rapporten tar utgangspunkt i utslippsstatistikk for perioden 2009-2017 fra Miljødirektoratet (2019b).

3 Metode

3.1 Generell metode og datagrunnlag

Referansebanen tar utgangspunkt i utslippsstatistikken for Oslo i perioden 2009-2017 fra Miljødirektoratets kommunefordelte statistikk for klimagassutslipp (Miljødirektoratet, 2019b), 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, 2019a).

For å konstruere en referansebane for klimagassutslipp i Oslo, har vi laget en modell for å estimere 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 (2014b) 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.

Tabell 1: Sektorer, utslippskilder og «bidrag» i Oslo kommune brukt i referansebanen. Inndelingen i sektorer og utslippskilder følger Miljødirektoratets kommunefordelte utslippsstatistikk, men utelater sektoren Jordbruk, som har null utslipp i Oslo i Miljødirektoratets statistikk.

Sektorer	Utslippskilder	Bidrag
Veitrafikk	Personbiler	
	Varebiler	
	Busser	
	Tunge biler	
Energiforsyning	Avfallsforbrenning	Husholdningsavfall fra Oslo
		Husholdningsavfall fra utenfor Oslo
Næringsavfall		
Importert avfall		
	Fjernvarme unntatt avfallsforbrenning	
Oppvarming	Fossil oppvarming	Boliger unntatt vedfyring
		Næringsbygg
	Vedfyring	
Annen mobil forbrenning	Snøscootere	
	Dieseldrevne motorredskaper ²	Anleggsaktivitet Byggeaktivitet
Sjøfart	Andre aktiviteter sjøfart	
	Bulkskip	
	Fiskefartøy	
	Konteinerskip	
	Offshore supply skip	
	Oljeprodukttankere	
	Cruiseskip	
	Passasjer	Utenriksferger
		Lokalfenger
	Ro Ro last	
	Stykkgodsskip	
	Kjemikalietankere	
	Gasstankere	
	Kjøle-/fryseskip	
Andre offshore service skip		
Avfall og avløp	Avfallsdeponigass	
	Biologisk behandling av avfall	Biogassanlegg
		Komposteringsanlegg
Avløp	Renseanlegg, septiktanker, industrielt avløpsvann ³	
Industri, olje og gass	Industri, olje og gass	
Luffart	Innenriks luffart	
	Utenriks luffart	

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 .

² 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 2017.

³ 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.

Tidsutviklingen for hver faktor modelleres separat. Hvilke faktorer som bygger opp hvert bidrag og kilde i hver sektor er angitt i kapittel 4.

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 CO₂, CH₄ og N₂O. Utslipp av CH₄ og N₂O omregnes til CO₂-ekvivalenter med vekt faktoren GWP(100) med tall fra den fjerde hovedrapporten fra IPCC (2007), henholdsvis 25 for CH₄ og 298 for N₂O. Vi tar utgangspunkt i metodikk utarbeidet av Miljødirektoratet (Miljødirektoratet, 2018; Miljødirektoratet, 2019a), UNFCCC (UNFCCC, 2013), IPCC (IPCC, 2006) og i C40 GPC-protokollen (Greenhouse Gas Protocol, 2014a). Vi følger internasjonale retningslinjer for utarbeidelse av referansebaner (se kap. 5 i Greenhouse Gas Protocol, 2014b).

Referansebanen 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. Disse tiltakene 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, NILU og Trafikkanalyse AS (COWI et al., 2017) og 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, samt at andre nasjonale virkemidler videreføres, 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 utviklingen av utslippene fra veitrafikk i Oslo uten revidert avtale av Oslopakke 3. Da arbeidet med den første versjonen av referansebanen ble påbegynt sommeren 2018 var det ventet at en tredjepart skulle gjøre modellberegninger for Klimaetaten av veitrafikkutslipp i Oslo uten Oslopakke 3, men dette arbeidet ble ikke gjennomført. Utvikling og gjennomføring av slike modellberegninger er en ressurskrevende oppgave som det ikke var rom for innenfor rammene av arbeidet med referansebanen, og effekten av et så komplekst tiltak som revidert Oslopakke 3 lar seg heller ikke anslå omtrentlig på noen enkel og pålitelig måte. Det foreligger derfor ikke grunnlag for å si hva utslippene i referansebanen ville være uten dette tiltaket.

Man kan likevel gi et forsiktig nedre anslag på ca. 6 % for hvor mye Oslopakke 3 reduserer de samlede utslippene fra veitrafikk innen 2030, basert på estimater for samlet kjørelengde (trafikkarbeid) per år i Oslo i en rapport om virkninger av revidert Oslopakke 3 fra COWI, NILU og Trafikkanalyse AS (COWI et al., 2017). Der anslås det at tiltak i Oslopakke 3 som innføres innen 2020 på sikt vil føre til 6 % lavere samlet trafikkarbeid fra alle typer kjøretøy enn en videreføring av situasjonen i 2014 (se «Tiltak 2020» mot «Referanse 2020» i figur 3-9 i COWI et al.). Det anslås også at videre tiltak innen 2036 vil gi knapt 6 % lavere trafikkarbeid (15 % vekst i forhold til 2014,

mot 22 % vekst uten revidert Oslopakke 3, se figur 3-12 i COWI et al.). 6 % ser altså ut til å være et rimelig anslag for hvor mye Oslopakke 3 reduserer trafikkarbeidet i Oslo fram mot 2030. I tillegg til redusert trafikkarbeid, blir utslippene trolig ytterligere noe redusert, særlig for personbiler, ved at bompengordningen gir økte insentiver til å bruke elbil. Altså er det rimelig å anta at utslippene i referansebanen mot slutten av perioden ville være *minst* 6 % høyere enn resultatene som beskrives i denne rapporten, hvis tiltak fra revidert avtale til Oslopakke 3 ble holdt utenfor.

Modellen tar ikke inn energikostnader eksplisitt som en drivende faktor i referansebanen. De fleste delene av referansebanen kan antas å være forholdsvis lite sensitive for energikostnader. Et vesentlig unntak er fjernvarmeproduksjon 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 2017), og trenden i referansebanen, dvs. veksthastighet fra 2017 fram til 2030. Nivåusikkerheten mangler imidlertid for noen utslippskilder hvor vi tar utgangspunkt i bestemte grunnlagstall for de tilhørende faktorene i 2017 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, skalerer vi imidlertid referansebanen for hver utslippskilde slik at utslippene i 2017 blir lik Miljødirektoratets statistikk for Oslo i 2017 (dvs. at hver utslippskilde multipliseres med forholdstallet mellom Miljødirektoratets tall for utslippskilden i 2017 og verdien som modellen beregner for 2017). 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 2017, slik at vi får et usikkerhetsintervall hvor bredden kun avhenger av sprik i tidsutviklingen etter 2017.

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 2017, 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 2017 (Miljødirektoratet, 2019b), 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 befolkningsstall 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 befolkningsframskrivninger, 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 relevante stortingsmeldinger. 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, 2018b). 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 sentralestimatet. For øvre grense bruker vi den historiske veksten i fastlands-BNP per innbygger i perioden 1971-2015, på 2,0%. (Finansdepartement, 2017). For nedre grense antar vi et like stort spenn på nedsida, slik at nedre estimat blir 0,4 %.

4.2 Veitrafikk

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

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

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

- 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 hver utslippskilde (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. Merk at tiltak i Oslo-pakke 3 er omfattet av referansebanen, som beskrevet i avsnitt 3.2. Se diskusjon om mulig størrelsesorden av effekten av Oslo-pakke 3 der.

4.2.1 Transportomfang

For transportomfang per kjøretøytype i Oslo i 2017 legger vi til grunn beregninger utført av NILU og Urbanet analyse (NILU, 2018). Disse beregningene ligger til grunn for Miljødirektoratets klimagasstatistikk for Oslo i 2017, og er gjort som del av et arbeid med å utarbeide en beregningsmodell for klimagassutslipp fra veitrafikk i alle norske kommuner. De spesifikke tallene for trafikkarbeid i Oslo er ikke gjengitt i rapporten, men ble mottatt fra NILU via Klimaetaten i Oslo. Beregningene er gjort ved bruk av RTM, hvor resultatene (trafikkarbeidet) for Oslo er hentet fra en modellkjøring fra RTMs region øst-modell. RTM er transportetatens modellverktøy for beregning av reisevirksomhet, og er bl.a. kort omtalt i vedlegg C i NILU (2018).

NILU/Urbanet sine beregninger omfatter ikke framskrivinger av trafikkarbeidet i Oslo. Dette er i stedet hentet fra et arbeid av Multiconsult og Transportanalyse as (Multiconsult, 2018), for Klimaetaten i Oslo kommune (disse beregningene er en videreføring av trafikkberegninger gjort av COWI et al. (2017)). Beregningene er gjort for årene 2016, 2020 og 2030, og bygger på modellkjøringer med transportmodellen RTM23+ (en variant av RTM-modellen spesielt tilpasset Oslo, Akershus og noen omliggende kommuner). RTMs region øst-modell og RTM23+ gir ikke helt sammenfallende resultater for Oslo. Den største forskjellen er at de opererer med ulik andel tunge kjøretøy (som strengt tatt ikke skyldes forskjeller i modellene, men at det hentes inn ulike «eksternmatriser» for tungtrafikken). Vi har valgt å løse dette ved at vi har benyttet nivå-tall for referanseåret for hver kjøretøytype fra NILUs rapport, mens vi anslår framtidig trafikkarbeid for hver kjøretøytype ved å bruke vekstbanene fra Multiconsult og Transportanalyse AS sitt arbeid (Multiconsult, 2018).

I beregningene skilles det mellom lette kjøretøy, tunge kjøretøy og busser, hvor de lette kjøretøyene omfatter personbiler og varebiler.

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 proporsjonalt dersom det blir lagt inn reviderte befolkningsframskrivinger (dvs. at høyere eller lavere befolkning i et gitt år vil påvirke transportomfanget). For de andre kjøretøytypene ligger framskrivningen fra Nasjonal transportplan (NTP) 2018-2019 (Samferdselsdepartementet, 2017) 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 definert et usikkerhetsintervall for antall kilometer lik 10 prosent opp og ned i forhold til sentralestimatet.

4.2.2 Utslippsfaktorer

I NILUs arbeid med beregningsmodell for utslipp fra veitrafikk har de regnet seg fram til gjennomsnittlige utslippsfaktorer pr kjøretøytype (personbil, varebil, lastebil og buss) for hver

kommune i Norge. Vi har mottatt de spesifikke utslippsfaktorene for Oslo fra Miljødirektoratets statistikk (NERVE-modellen) via Klimaetaten. Gjennomsnittlige utslippsfaktorer er beregnet basert på utslippsfaktorer for et stort antall kjøretøykategorier (biltyper) og kjøresituasjoner (fart, stigning, kø, veitype, omgivelse mv), vektet med kommunens fordeling på kjøresituasjoner. Metodikken for dette er beskrevet i NILUs rapport (NILU, 2018).

Utslippsfaktorene vi mottok omfatter summen av CO₂, metan og N₂O, uttrykt som CO₂-ekvivalenter, og tar hensyn til bioinnblanding og nullutslippsbiler. Basert på disse utslippsfaktorene har vi avledet gjennomsnittlige brutto utslippsfaktorer for «fossile» personbiler, varebiler, lastebiler og busser (dvs. ikke medregnet nullutslippsbiler og bioinnblanding) basert på oppgitt andel bioinnblanding, nullutslippsbiler og hybrider. Det er forutsatt en el-andel for ladbare hybrider på 50% i 2016, som øker noe over tid.

I referansebanen er innblanding av biodrivstoff tatt med ved beregning av utslippet. Effekten av biodrivstoffinnblanding på de samlede utslippene og hva utslippene ville være uten innblanding, er framstilt i 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. Tabell 3 viser innblandingskrav med og uten dobbelttelling, og hvilken innblandingsandel vi faktisk bruker i referansebanen til å beregne utslippsfaktorer fra biler med forbrenningsmotor.

Tabell 3: Nasjonalt omsetningskrav for biodrivstoff (Miljødirektoratet, 2017b), og faktisk innblanding i referansebanen.

	Omsetningskrav	Uten dobbelttelling	Faktisk innblanding ⁴
2016	5,5 %	5,5 %	8,6 %
2017	7,0 %	6,25 %	15,8 %
Fra 1. oktober 2017	8,0 %	6,75 %	15,8 %
2018	10,0 %	8,25 %	12,1 %
2019	12,0 %	9,75 %	14,1 %
2020-2030	20,0 %	16,0 %	16,0 %

Fram til og med 2018 legger vi til grunn den faktiske rapporterte innblandingen i disse årene, hvor tall fra Drivkraft Norge (mottatt via Klimaetaten) viser 15,8 % i 2017 og 12,1 % i 2018. For 2019 interpolerer vi mellom 2018-tallet og kravet i 2020, mens vi for 2020 og utover legger oss på kravet på 16 % innblanding (20 %, minus antatt 4 % dobbelttelt avansert biodrivstoff). For 2030 er det vedtatt et høyere mål enn vist i tabellen, men så lenge det kun er et mål og ikke et påbud, anser vi det ikke som en naturlig del av referansebanen.

I Multiconsults rapport er det ikke lagt til grunn noen endring i utslippsfaktor for bensin- og dieselbiler 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

⁴ Faktisk innblanding brukt i referansebanen, uten dobbelttelling av avansert biodrivstoff

alle biler innen en gitt kategori kjører like mange kilometer. For personbiler innebærer dette at en elbil kjører like langt pr år som en dieselbil som igjen kjører like langt som ulike hybrider.

Det er vanskelig å si noe sikkert om hvor fort utviklingen mot nullutslippskjøretøy vil gå innenfor de ulike kjøretøykategoriene. Det ble utarbeidet en referansebane for Oslo i 2018, basert på beste kunnskap den gang. For varebiler, lastebiler og busser har vi opprettholdt referansebanen fra første versjon av referansebanen (beskrivelse gjengitt under), mens vi for personbiler har gjort en oppdatering basert på ny kunnskap.

Personbiler

For personbiler har vi valgt å legge til grunn referansebanen i Nasjonalbudsjettet 2019, som sier at 75 % av alle **nye** biler skal være elbiler og resten ladbare hybrider i 2030. I Fridstrøm (2019) er bilgenerasjonsmodellen BIG brukt til å beregne fordelingen av bilparken på ulike drivstofftyper i hvert enkelt år fram til 2050, basert på denne forutsetningen om nybilsalget. Det er også gjort en beregning av hvordan bilparken i det enkelte fylke kan se ut år for år framover, gitt den nasjonale elbilandelen og historisk utvikling i elbilsalg pr fylke. Beregnet elbilandel for Oslo er brukt som sentralestimat i vår referansebane. I 2030 er denne på 63,5 %.

Som tidligere nevnt er det vanskelig å vite nøyaktig hvor fort utviklingen i elbilandel vil gå. En viktig faktor er knyttet til at biler har lang levetid. Ifølge Fridstrøm et al. (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 tar det 12-15 år fra de utgjør halvparten av bilsalget. Selv om det allerede er slik at en høy andel av bilene som selges i Oslo er nullutslippsbiler, og dagens raske utvikling av elbiler med lengre rekkevidde gjør elbil til et gunstig valg for mange, så er det likevel noen momenter som taler imot at alle i Oslo på kort sikt vil kjøpe 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 kan lade sjeldnere og dekke behovet med kun hurtiglading. Noen vil imidlertid alltid ha en type transportbehov som gjør at elbil ikke er førstevalget, selv med økt rekkevidde på nye modeller. I tillegg kommer usikkerheten knyttet til om leverandørene klarer å dekke den store etterspørselen etter elbiler.

Som øvre grense for usikkerhetsintervallet legger vi inn trendbanen (se neste avsnitt om varebiler, godsbiler og busser), mens vi som nedre grense legger oss på 30 % høyere nullutslippssandel enn i sentralestimatet. Dette gir en andel personbiler med nullutslippsteknologi på knapt 83 % i 2030.

Varebiler, godsbiler og busser

Fridstrøm (2019) gir ikke fylkesvise elbilandeler for varebiler, lastebiler og busser. Det beregnes riktignok nasjonale baner for disse kjøretøytypene, men i og med at det forventes en betydelig raskere innfasing i Oslo enn nasjonalt så har vi i stedet valgt å holde oss til samme utviklingsbaner som ble brukt ved første utarbeiding av referansebanen i 2018. Denne er beskrevet i de følgende avsnitt.

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 et al. (2016). I sistnevnte er bilgenerasjonsmodellen BIG brukt til å utarbeide to langsiktige scenarier for kjøretøyparken på landsbasis, henholdsvis 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 (Samferdselsdepartementet, 2017), 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 dieselbilene. 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.

For 2017 benytter vi 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 et al. (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 bruksmønsteret. 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 kjøremønster.

Som nedre og øvre grense for usikkerhetsintervallet har vi valgt å benytte hhv ultralavutslippsbanen og trendbanen fra Fridstrøm et al. (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 4.1.2)
- 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. Vi kjenner ikke forbrenningsandelen for husholdningsavfall fra utenfor Oslo, men vi antar samme andel som for husholdningsavfall fra Oslo. 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 CO₂ angir nedre og øvre grense for usikkerhetsintervall. Tallene for CO₂ er basert på fordelingen av ulike avfallstyper funnet i plukkanalyse av avfall forbrent ved Klemetsrudanlegget, kombinert med standardfaktorer fra IPCCs retningslinjer for tørrstoffandel, karboninnhold og fossil karbonandel av ulike avfallsfraksjoner (IPCC, 2006). Tallene for CH₄ og N₂O bruker utslippsfaktorer fra Norges utslippsregnskap til UNFCCC uavhengig av avfallsfraksjon (Miljødirektoratet, 2018). Tallene for husholdningsavfall er basert på husholdningsavfall fra Oslo, men det antas for enkelhets skyld samme faktor uavhengig av opphavskommune og av om avfallet forbrennes på Klemetsrud eller Haraldrud.

Avfallstype	kg fossilt CO ₂ / tonn	Fossil karbonandel	g CH ₄ / tonn	g N ₂ O / tonn
Husholdningsavfall	513 (420-610)	45 %	345	46
Næringsavfall	478 (372-592)	35 %	345	46
Importert avfall	654 (513-819)	41 %	345	46

For å beregne utslippsfaktorer for CO₂-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 N₂O-

utslipp. Utslippsfaktorer for CO₂ 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). 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 CO₂ regnes med). Vi bruker standardfaktorene for CH₄ og N₂O fra Norges nasjonale utslippsregnskap til UNFCCC (Miljødirektoratet, 2018). På grunn av de svært små bidragene som CH₄ og N₂O 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 enkelhets 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 første kvartal 2017), og vi antar derfor at 100 % av avfallet som leveres til forbrenning forbrennes.

I tillegg til utslipp fra forbrenning av selve avfallet, kommer også utslipp fra støtdebrensel som brukes når forbrenningen av avfallet ikke er tilstrekkelig til å nå eller oppnå høy nok temperatur. Vi har ikke beregnet disse utslippene eksplisitt, men den fossile delen av disse utslippene er svært lav, med unntak av bruk av en vesentlig andel naturgass ved Fortums anlegg på Haraldrud. Vi antar at mengden støtdebrensel i referansebanen er proporsjonal med mengden forbrent avfall, og at sammensetningen av støtdebrenselet ikke endrer seg i forhold til referanseåret 2017. Ettersom utslippene skaleres til å stemme med Miljødirektoratets statistikk i 2017 (som inkluderer utslipp fra støtdebrensel), er forbrenning av støtdebrensel automatisk inkludert i utslippene i referanseåret, og antakelsene gjør at støtdebrenselet heller ikke får noen vesentlig innvirkning på tidsutviklingen av utslippene i referansebanen, og kan dermed i praksis ses bort fra i beregningene.

4.3.2 Fjernvarme utenom avfallsforbrenning

Utslipp fra fjernvarme dekomponeres i tre 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 CO₂ er det kun fossile energikilder som skal regnes med, representert ved fossil gass (naturgass) og fossil fyringsolje. For metan og N₂O 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 4.3.1, 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 sentralestimatet bruker vi selve gjennomsnittet. For å definere et usikkerhetsintervall betrakter vi dette gjennomsnittet som en estimator for det faktiske gjennomsnittlige årsbehovet for fjernvarme og definerer usikkerhetsintervallet gjennom et 95 prosents konfidensintervall for det gjennomsnittlige årsbehovet.

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) fra 2018 til 2030. For nedre grense av usikkerhetsintervallet antar vi at fossil gass fases ut og går lineært til null i 2030, som er en mulig utvikling hvis relative markedspriser eller økende CO₂-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 N₂O-utslipp fra bioenergi brukt til spisslast antar vi at andelen bioenergi holder seg konstant på 12,4 prosent fra 2018 til 2030, lik gjennomsnittet for perioden 2010-2017. Disse utslippene er lave, på mindre enn 300 tonn CO₂-ekvivalenter per år, og vi ser det derfor ikke som hensiktsmessig å definere noe usikkerhetsintervall for dem.

4.4 Oppvarming

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

- Fossil oppvarming
- Vedfyring

4.4.1 Fossil oppvarming

I modellen har vi videre funnet det hensiktsmessig å dele opp Fossil oppvarming i to bidrag:

- Næringsbygg
- Boliger

I prinsippet kommer utslipp fra offentlige bygninger i tillegg. Miljødirektoratet (2019b) oppgir imidlertid at utslipp fra kommunale bygninger er svært små, i størrelsesorden noen få hundre tonn per år, og vi ser derfor bort fra utslipp fra offentlige bygninger. Ettersom utslippene skaleres til å stemme overens med Miljødirektoratets statistikk i 2017, blir offentlige bygninger uansett regnet med i referanseåret, og den eneste effekten av å utelate dem i beregningene er derfor potensielt en liten unøyaktighet i tidsutviklingen.

Hver utslippsskilde kunne i prinsippet dekomponeres i en rekke faktorer, for eksempel samlet oppvarmet areal (utenom arealer tilkoblet fjernvarme), ganger energibehov per kvadratmeter, ganger gjennomsnittlig utslipp per enhet energi til oppvarming. Vi har imidlertid ikke gode nok data for samlet areal eller oppvarmingsenergi, og det er derfor ikke hensiktsmessig å gjøre en slik detaljert dekomponering.

Vi antar i stedet at det samlede oppvarmingsbehovet for hver bygningstype i referansebanen 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 tilkoblinger til fjernvarmenettet. For øvre grense av usikkerhetsintervallet antar vi derimot at oppvarmingsbehovet i boliger øker proporsjonalt med innbyggertallet, som tilnæringsvis betyr at det ikke er noen forbedring i gjennomsnittlig energieffektivitet i oppvarmingen, og kanskje til og med en forverring ettersom fortetting trolig vil gjøre at boligarealet ikke øker proporsjonalt med innbyggertallet. Vi beregner så tidsutviklingen i utslipp ved å anta ulike utviklinger i andelene fyringsolje, naturgass og bioenergi som brukes for hver utslippsskilde.

For CO₂ 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 N₂O.

Vi har 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, 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 fossil oppvarming i Miljødirektoratets statistikk har gått kraftig ned siden 2009, utenom en lokal topp i 2013 som kan skyldes artefakter i salgshallene for petroleumsprodukter. 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, 2018a). 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 det ventelig vil brukes en viss mengde biomasse, som vil gi en viss mengde metan- og N₂O-utslipp.

I referansebanen antar vi derfor at CO₂-utslipp fra oppvarming i boliger og næringsbygg reduseres lineært til null fra 2017 til 2020, og deretter holder seg konstante fram mot 2030.

For metan og N₂O antar vi i sentralestimatet at halvparten av fyringsoljen som faller bort erstattes av bioenergi og resten av elektrisk oppvarming (utslippsfritt). For nedre grense av usikkerhetsintervallet antar vi at all fyringsoljen erstattes av elektrisk oppvarming og ikke av bioenergi, mens vi for øvre grense antar at all fyringsoljen erstattes av bioenergi. Vi bruker samme utslippsfaktorer for metan og N₂O som i Miljødirektoratets statistikk (se tabell 5).

Tabell 5: Utslippsfaktorer for oppvarming med forskjellige type brenslere.

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

Merk at det er vesentlig usikkerhet knyttet til utslippene fra fossil oppvarming, ikke bare på grunn av usikkerhet om fremtidig utvikling, men også på grunn av høy usikkerhet i det historiske statistikkgrunnlaget. Miljødirektoratets anslag for fossil oppvarming baserer seg på data for salg av fyringsolje og fyringsparafin, fordelt i henhold til leveringsadresse. Disse tallene kan være misvisende ettersom leveringsadresse ikke nødvendigvis samsvarer med hvor brenselet brukes, og en viss andel av leveransene er rapportert uten leveringsadresse og ikke fordelt til enkeltkommuner. Dette kan føre til at noe fyringsolje solgt i Oslo egentlig brennes og gir utslipp i en annen kommune, eller omvendt. Denne usikkerheten gjelder da også prognosene i referansebanen, ettersom både sentralestimatet og usikkerhetsintervallet er basert på vekstrater relativt til statistikken for 2017.

4.4.2 Vedfyring

Vedfyring i Oslo har gitt klimagassutslipp (i form av metan og N₂O) på rundt 5000 tonn CO₂-ekv. per år hvert år i Miljødirektoratets statistikk, med enkeltavvik opp i 2011 (6988 tonn CO₂-ekv.) og ned i 2016 (3867 tonn CO₂-ekv.), men uten noen signifikant trend. For sentralestimatet antar vi derfor at utslipp fra vedfyring holder seg konstant på 2017-nivå (5859 tonn CO₂-ekvivalenter) fra 2018 til 2030, mens vi for nedre grense antar at det holder seg konstant på gjennomsnittet av årene 2013 og 2015-2017 (lik 4893 tonn CO₂-ekvivalenter; 2014 er ikke inkludert i statistikken). For øvre grense antar vi at utslippene vokser proporsjonalt med innbyggertallet fra 2017.

4.5 Annen mobil forbrenning

Sektoren «Annen mobil forbrenning» i statistikk fra Miljødirektoratet (2019b) er delt opp i to svært ulike kilder: Dieseldrevne motorredskaper (hovedsakelig bygg- og anleggsmaskiner) og snøscootere.

4.5.1 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 2017 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:

- Byggevirkosmhet
- Anleggsvirkosmhet

Byggevirkosmhet dekomponeres videre i følgende faktorer:

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

Anleggsvirkosmhet dekomponeres i disse faktorene:

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

DNV-GL har estimert energibehov og utslipp fra referanseprosjekter for å anslå utslipp fra bygge- og anleggsvirkosmhet 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 grense 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 2017 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.

4.5.2 Snøscootere

Utslipp fra snøscootere er ubetydelige for våre formål (noen hundre tonn CO₂-ekvivalenter per år), og vi antar derfor at utslippene holdes konstante på 2017-nivå (488 tonn CO₂-ekvivalenter per år).

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, gasstankere, oljeprodukttankere, offshore supply skip, andre offshore service skip, og andre aktiviteter sjøfart), hvor vi antar konstante utslipp fra 2017 og ikke produserer 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 kjemikalietankere og oljeprodukttankere. Vi antar at vekstmålene kun gjelder førstnevnte, og holder utslippene fra oljetankere konstante ettersom det er en svært liten utslippsskilde (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 (2019b) over 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 boilerne, 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 utslippsskilder: 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 metan 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 (Miljødirektoratet, 2019a). 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 gjennomsnittlig uttaksprosent basert på perioden 2009-2017. 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. Uttaksprosenten er estimert som gjennomsnittlig historisk uttak av metan i forhold til produksjon, fra 2009 til 2017.

4.7.2 Biologisk behandling av avfall

Endringer i utslipp fra biogassanlegg i referansebanen styres av

- Innbyggertall, Oslo
- Biogassproduksjon per innbygger
- Metanutslipp 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 N₂O-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 (2019b), hvor vi antar konstante utslipp per innbygger, og hvor gjennomsnittlig utslipp per innbygger per år er estimert fra utslipp og innbyggertall for 2009-2017. Utslipp per innbygger i nedre og øvre grense er satt til å være ytterpunktene av et 95-prosents konfidensintervall for gjennomsnittet.

Utslipp per innbygger fra komposteringsanlegg har vist en klart nedadgående trend i den historiske statistikken. Vi bruker eksponentiell regresjon til å anslå en årlig reduksjonsrate for utslipp per innbygger, og bruker beste estimat samt grensene for et 95 prosents konfidensintervall for reduksjonsraten for henholdsvis sentralestimatet og grensene for usikkerhetsintervallet for utslipp fra komposteringsanlegg, framskrevet fra 2017.

4.7.3 Avløp

Utslipp fra avløp består hovedsakelig av N₂O-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 N₂O-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 N₂O som slippes ut per tonn avløp. I sentralestimatet bruker vi gjennomsnitt for 2009-2017 som gjennomsnittlig utslipp per innbygger, og definerer usikkerhetsintervallet ut fra et 95-prosents konfidensintervall for gjennomsnittet basert på gjennomsnittet for 2009-2017 (Miljødirektoratet, 2019b).

4.8 Industri, olje og gass

Sektoren Industri, olje og gass består av utslipp fra industrielle virksomheter som ikke faller inn under andre kategorier. Statistikken fra Miljødirektoratet baserer seg på innrapporterte CO₂-utslipp fra kvotepliktige virksomheter samt innrapportert forbruk av energivarer. Miljødirektoratet anslo utslippene i 2017 til å være ca. 4900 tonn CO₂-ekvivalenter. Kun tre industrielle bedrifter i Oslo rapporterte CO₂-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 enkelhets skyld at utslippene holder seg konstante på 2017-nivå i referansebaneperioden. Vi har valgt å ikke definere noe usikkerhetsintervall for en sektor med såpass små utslipp.

4.9 Luftfart

Utslippene fra luftfart i Miljødirektoratets statistikk for Oslo ligger på mindre enn ett tonn CO₂-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 2017-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.

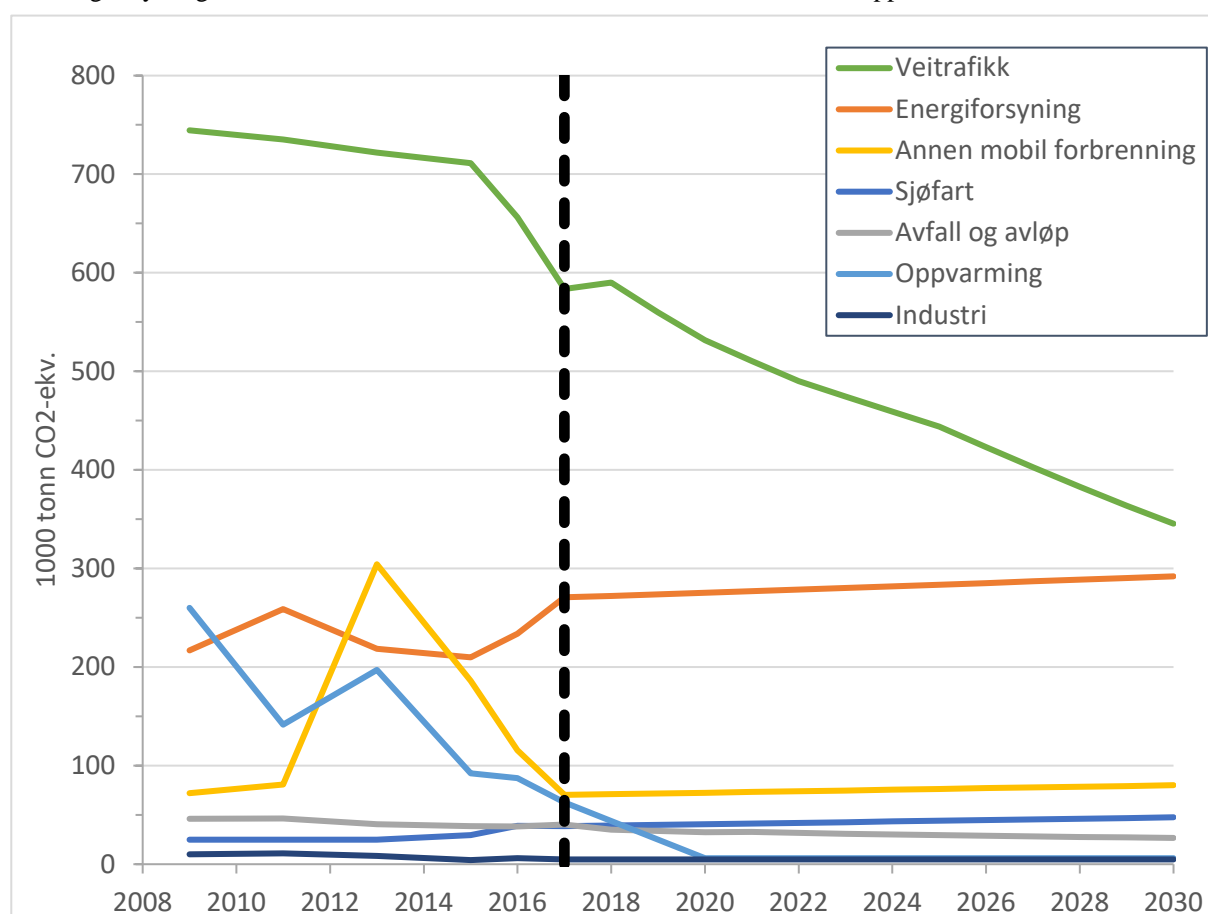
Antakelsene om befolkningsvekst og økonomisk vekst vil være særlig aktuelle å oppdatere årlig, ettersom nye prognoser for disse offentliggjøres regelmessig. Eventuelle nye analyser av sammensetning av forbrent avfall og/eller mengder importert avfall vil potensielt kunne ha en ikke ubetydelig effekt 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

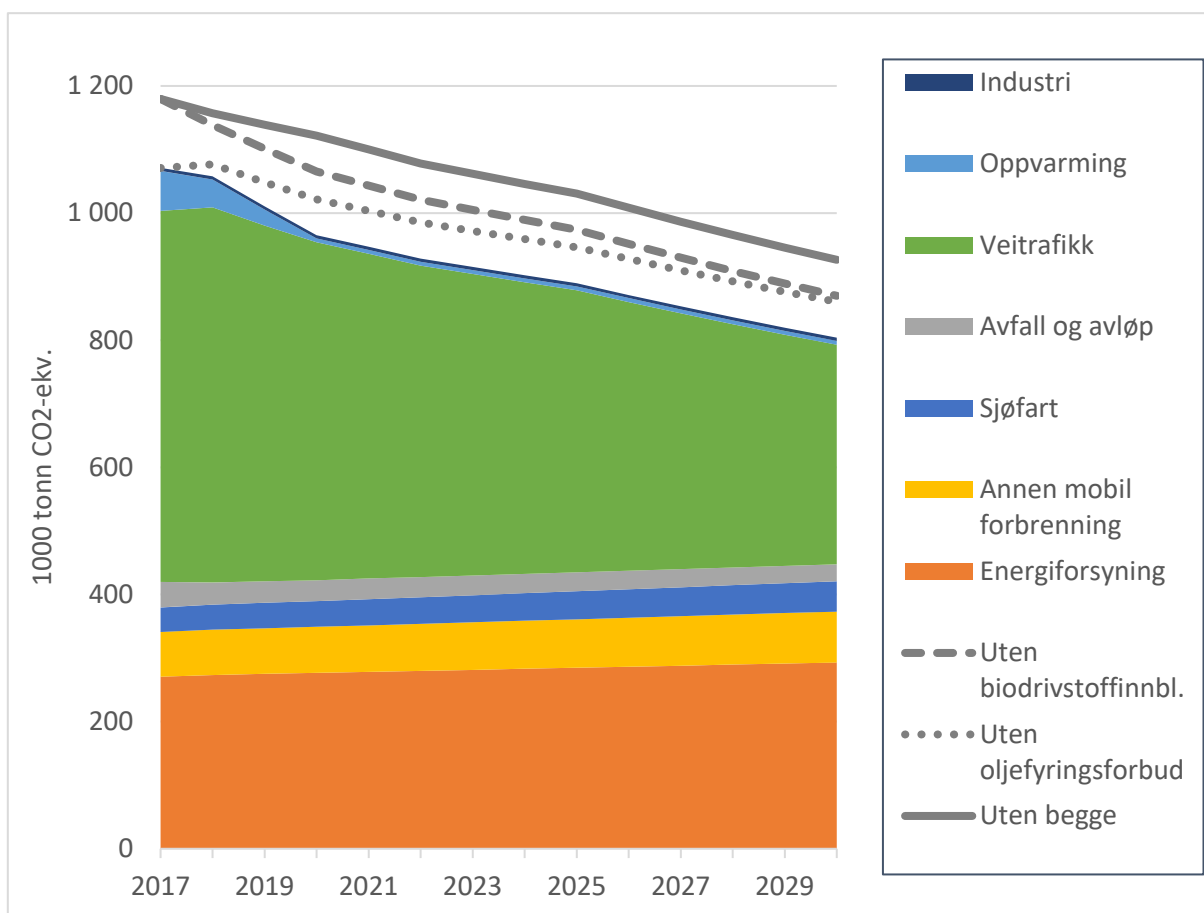
6.1 Overordnede resultater

Sentralestimatet for de samlede klimagassutslippene i referansebanen viser en moderat nedgang, fra ca. 1,1 millioner tonn CO₂-ekv. i 2017 til ca. 800 tusen. tonn i 2030. Usikkerhet og ulike antakelser gir imidlertid et vesentlig spenn i trenden og i endelig utslipp i 2030, fra 650 tusen tonn for nedre grense, til knapt 1,0 millioner tonn for øvre grense.

Trendene domineres av reduksjon i utslippene fra veitrafikksektoren, spesielt personbiler, som følge av kraftig økning i andelen nullutslippsbiler, noe økt 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 stod for hele 63 % av utslippene utenom



Figur 2: Historiske utslipp per sektor i Oslo (fra 2009 til og med 2017, før vertikal skillelinje) ifølge Miljødirektoratets statistikk, og utslipp i referansebanen (2018-2030, etter vertikal skillelinje).

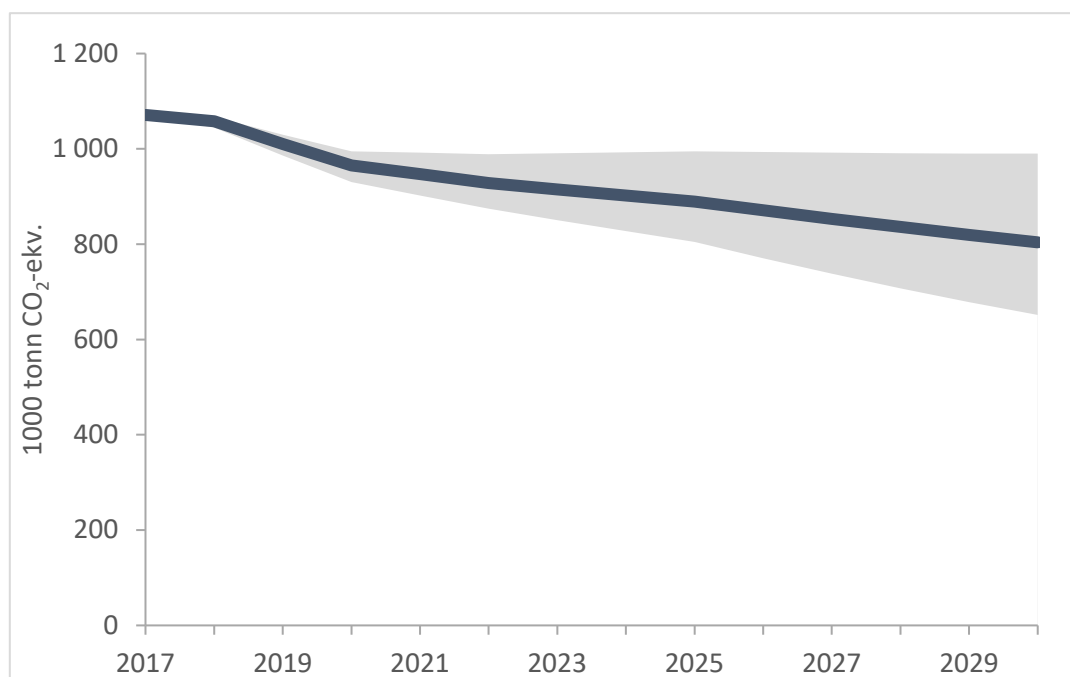


Figur 3: Samlede utslipp i referansebanen (sentralestimatet) per sektor. Merk at linjen «Uten biodrivstoffinnbl.» antar ingen biodrivstoffinnblanding, heller ikke den andelen som var oppnådd innen begynnelsen av referansebanen i 2017. Linjen «Uten oljefyringsforbud» tar derimot kun høyde for utfasing av oljefyring *etter* 2017 og fram mot 2020, ikke utfasing som allerede har funnet sted før 2017.

veitrafikk og lokal oppvarming i 2017. Nedgangen i utslipp fra veitrafikk og 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 vesentlig 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 innen slutten av 2020-årene, og blir forbigått av både avfallsforbrenning og tunge biler. 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 vesentlig til reduksjonen i de samlede utslippene, og er årsaken til den spesielt bratte nedgangen fram til 2020. Uten utfasing av oljefyring mellom 2017 og 2020 blir utslippene i referansebanen 57 tusen tonn CO₂-ekvivalenter høyere i 2030. Biodrivstoffinnblanding har også bidratt med betydelig reduksjon av utslippene totalt sett, men øker lite etter 2017 og bidrar relativt lite til tidsutviklingen. Se nærmere omtale i seksjonen for Veitrafikk under. Uten noen biodrivstoffinnblanding overhodet, heller ikke den andelen som ble oppnådd i 2017, ville utslippene i 2030 bli 66 tusen tonn CO₂-ekvivalenter høyere. Disse to tiltakene tas med i referansebanen ettersom de er nasjonale tiltak og var vedtatt før referansebanen ble konstruert.

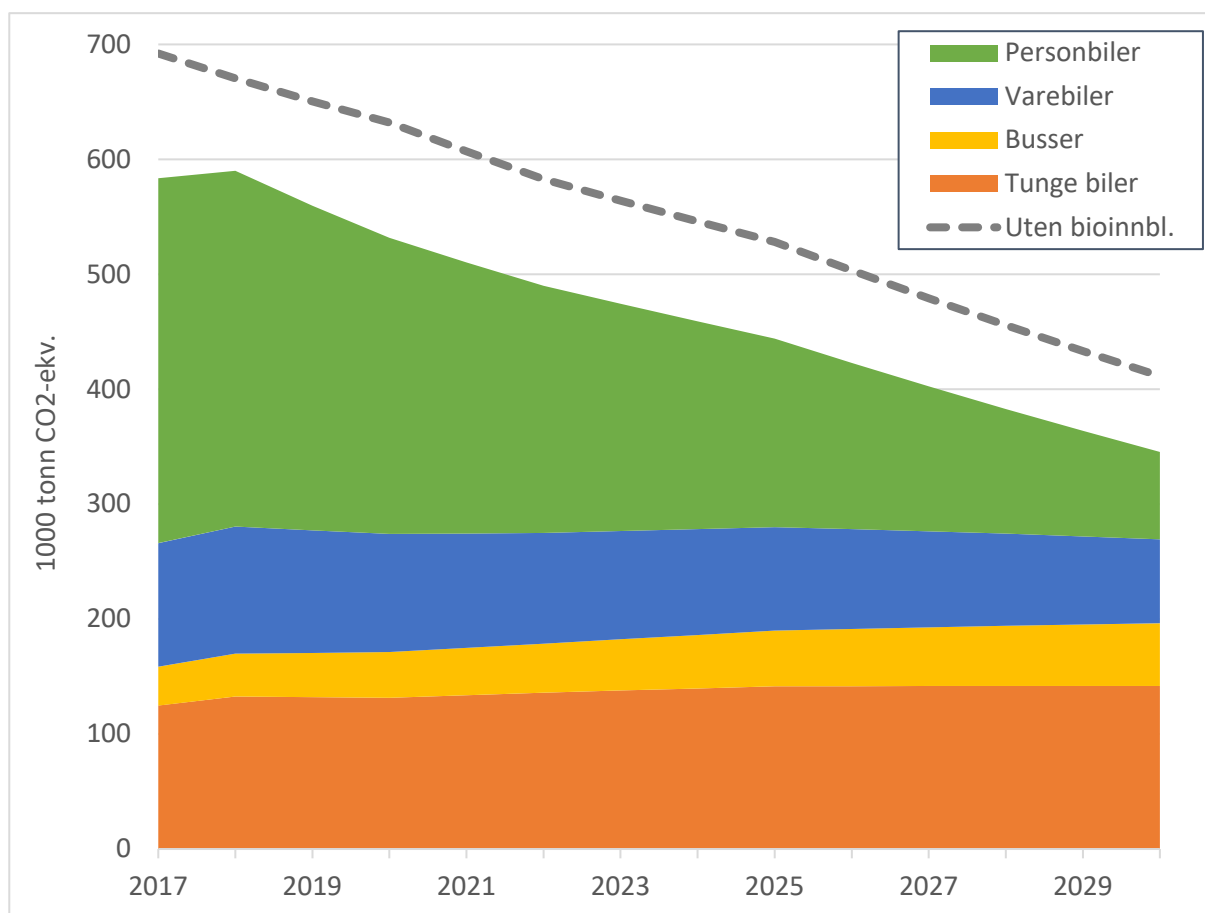


Figur 4: Samlede utslipp med usikkerhetsintervall.

Usikkerhetsintervallet 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 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) og 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 en 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 tillegg inkluderer vi opptrappingen av innblanding av biodrivstoff fram til 2020, mens i de nasjonale framskrivningene er det antatt et konstant nivå fra 2017.

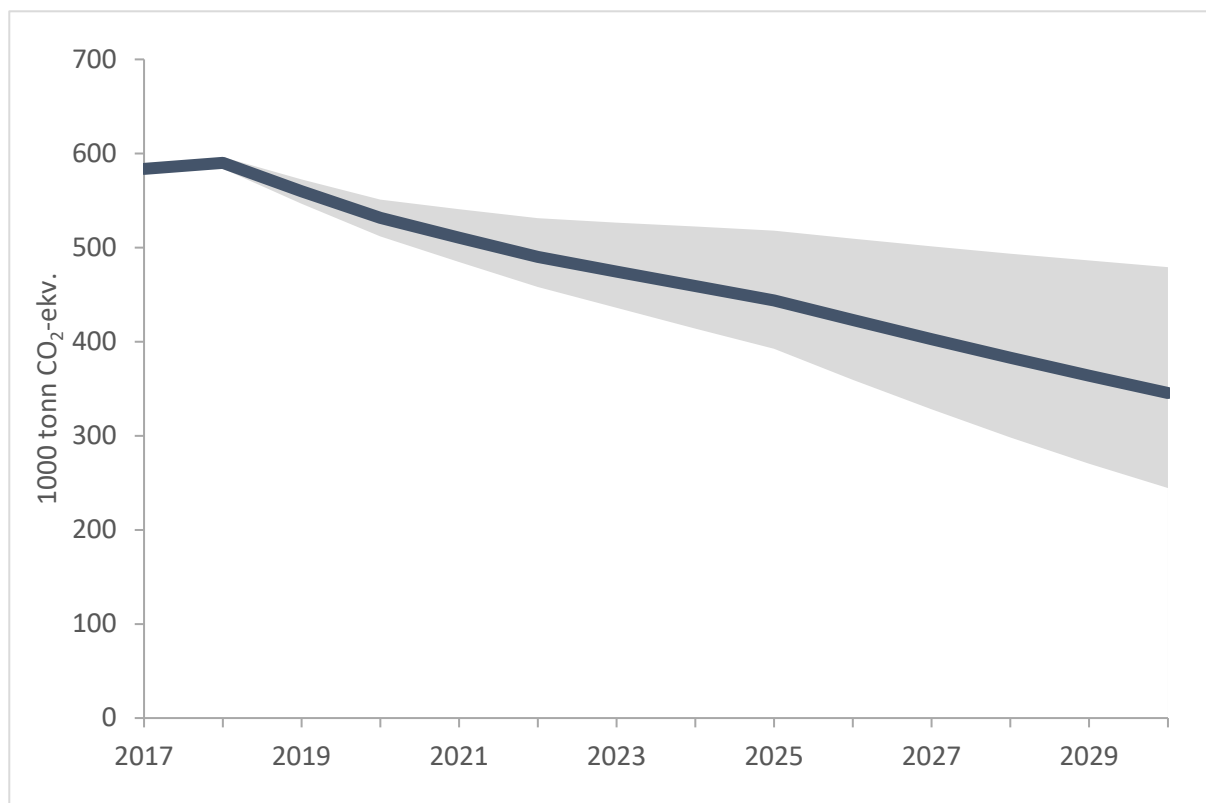


Figur 5: Samlede utslipp i veitrafikk per bidrag (ulike kjøretøytyper), og samlet utslipp uten krav om innblanding av biodrivstoff. Merk at den stiplede linjen her representerer utslipp uten noen innblanding av biodrivstoff, heller ikke det nivået som var oppnådd i 2017

6.2 Veitrafikk

Sektoren veitrafikk står for den største andelen av utslippene i Oslo, og består av utslippskildene personbiler, varebiler, busser og tunge biler. I 2017 utgjorde personbiler drøyt halvparten av samlede utslipp fra veitrafikk, og lette kjøretøy (personbiler og varebiler) nærmere tre fjerdedeler. Utviklingen mot nullutslipp går imidlertid raskest for de lette kjøretøyene (og aller raskest for personbilene), slik at de tunge kjøretøyene (tunge biler og busser) utgjør over halvparten av utslippene fra veitrafikk mot slutten av perioden.

De samlede utslippene fra veitrafikk går ned med 41% fra 2017 til 2030 i referansebanen, fra 584 til 345 tusen tonn CO₂-ekvivalenter, i all hovedsak takket være en økning av andelen nullutslippsbiler (elbiler) blant personbilene (se seksjon 6.2.1). Innblanding av biodrivstoff har de senere årene også bidratt i enda større grad enn elektrifisering til å senke utslippsnivået for veitrafikk, men ettersom innblandingskravet for 2020 allerede var så godt som oppnådd i 2017 (15,8 % av 16 %, etter justering for dobbelttelling), bidrar biodrivstoff ikke vesentlig til videre reduksjoner i utslippene i referansebanen fra 2017. Utslippene uten biodrivstoffinnblanding framgår av den stiplede linjen i figur 5. Merk at dette er utslipp uten noen biodrivstoffinnblanding, heller ikke den andelen som ble oppnådd før 2017. Den faktiske innblandingsandelen gikk vesentlig ned i 2018 (se tabell 3 på side 15), og øker i referansebanen lineært opp til innblandingskravet igjen i 2020 (16 %, antatt 4 % dobbelttelt avansert biodrivstoff). Dette gjør at utslippene *øker* litt fra 2017 til 2018, og økningen av den forventede biodrivstoffandelen gir så et lite bidrag til utslippsreduksjonen fra 2018 til 2020.



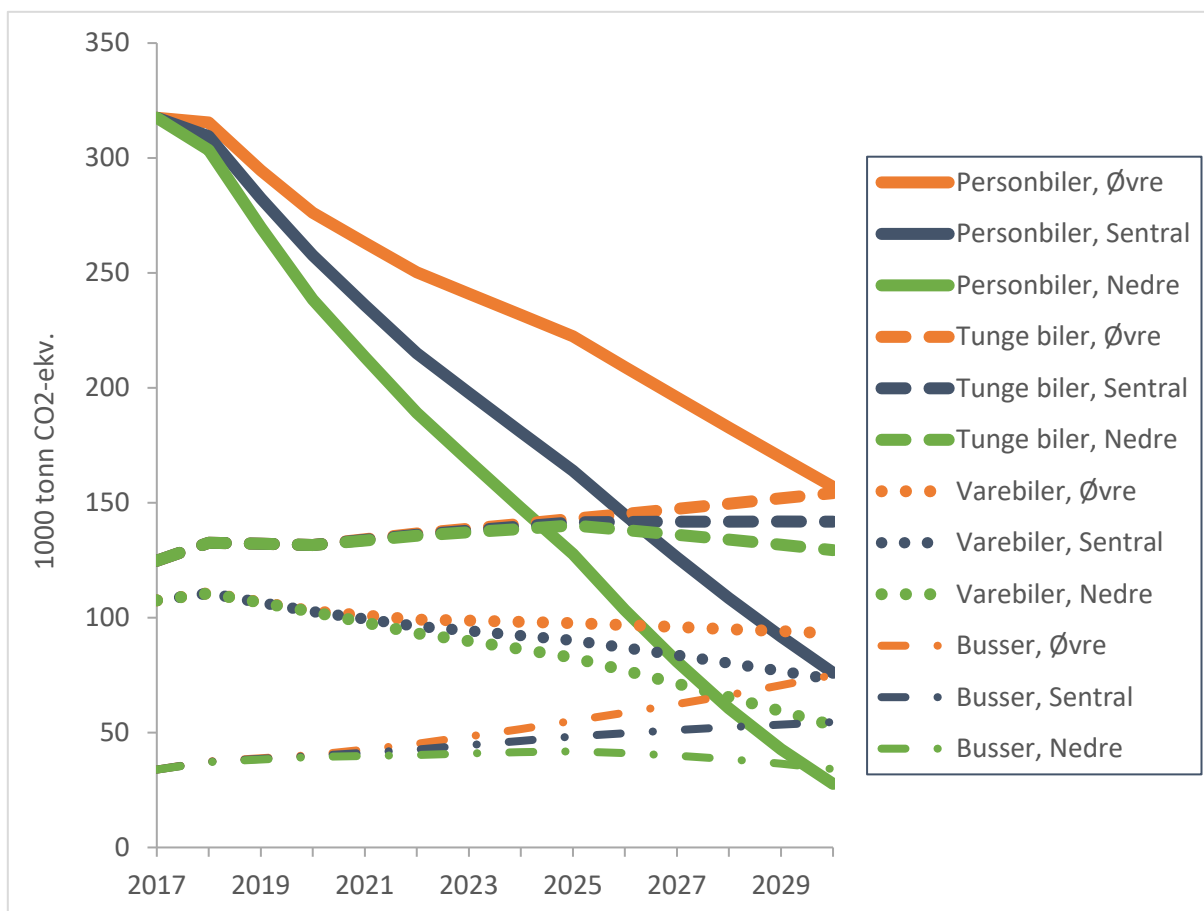
Figur 6: Samlede veitrafikkutslipp, med usikkerhetsintervall. Se Figur 7 for sentralestimat, nedre og øvre grense for hver biltype.

Det er et betydelig usikkerhetsintervall for veitrafikkutslippene i 2030, hovedsakelig knyttet til usikkerhet rundt innfasing av elektriske personbiler, og i mindre grad nullutslippsbiler blant andre biltyper. Se samlede utslipp med usikkerhetsspenn i figur 6, og sentralestimat samt øvre og nedre grense for utslipp fra hver enkelt biltype i figur 7.

6.2.1 Personbiler og varebiler

Utslippene fra lette (personbiler og varebiler) 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 ca. 8,5 % i 2017 til 63 % i 2030 i sentralestimatet. Andelen for varebilene anslås å øke fra 2,0 % i 2017 til 40 % i 2030 i sentralestimatet. Dette, sammen med en liten nedgang i antall kjøretøykilometer pr person, innebærer at utslippene fra personbiler reduseres med hele 76 % mellom 2017 og 2030, fra 318 til 76 tusen tonn CO₂-ekvivalenter, mens utslippene fra varebiler går ned 32 %, fra 108 til 73 tusen tonn. Hastigheten på innfasing 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 den nedre grensen av usikkerhetsintervallet for utslipp i vår referansebane.

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 trendendringer 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.



Figur 7: Utslipp og usikkerhetsgrenser (øvre og nedre, samt sentralestimat) fra hver biltype i veitrafikk. Spennet i 2030 domineres av usikkerhet rundt utviklingen i andelen nullutslippsbiler blant personbiler.

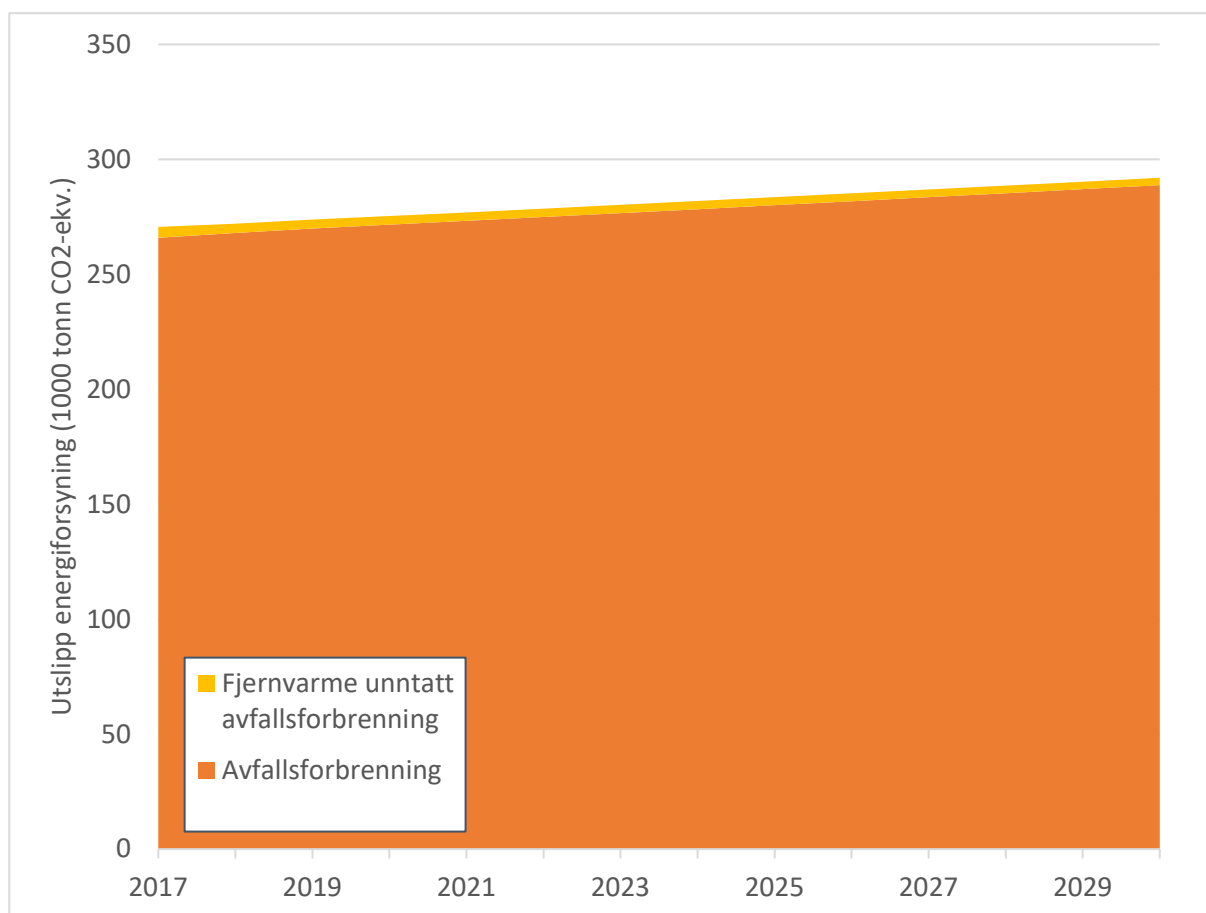
Utviklingen i utslippsfaktorer har betydning for utslippene fra biler som bruker fossilt drivstoff. Det er en viss usikkerhet forbundet med hvordan utslipp/km vil utvikle seg, både knyttet til energieffektivitet, bilstørrelser, kjørehastighet og andel køkjøring etc. Argumentet fra forrige avsnitt gjelder 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. Usikkerheten er særlig stor for personbiler, hvor utslippene i nedre grense er nesten to tredjedeler (64 %) lavere enn i sentralestimatet, mens de i øvre grense er mer enn det dobbelte (107 % høyere).

6.2.2 Tunge biler og busser

Utviklingen av utslippet fra tunge kjøretøy (busser og tunge biler, f.eks. trailere og annen tungtransport) 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 dieselskjøretøy. 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

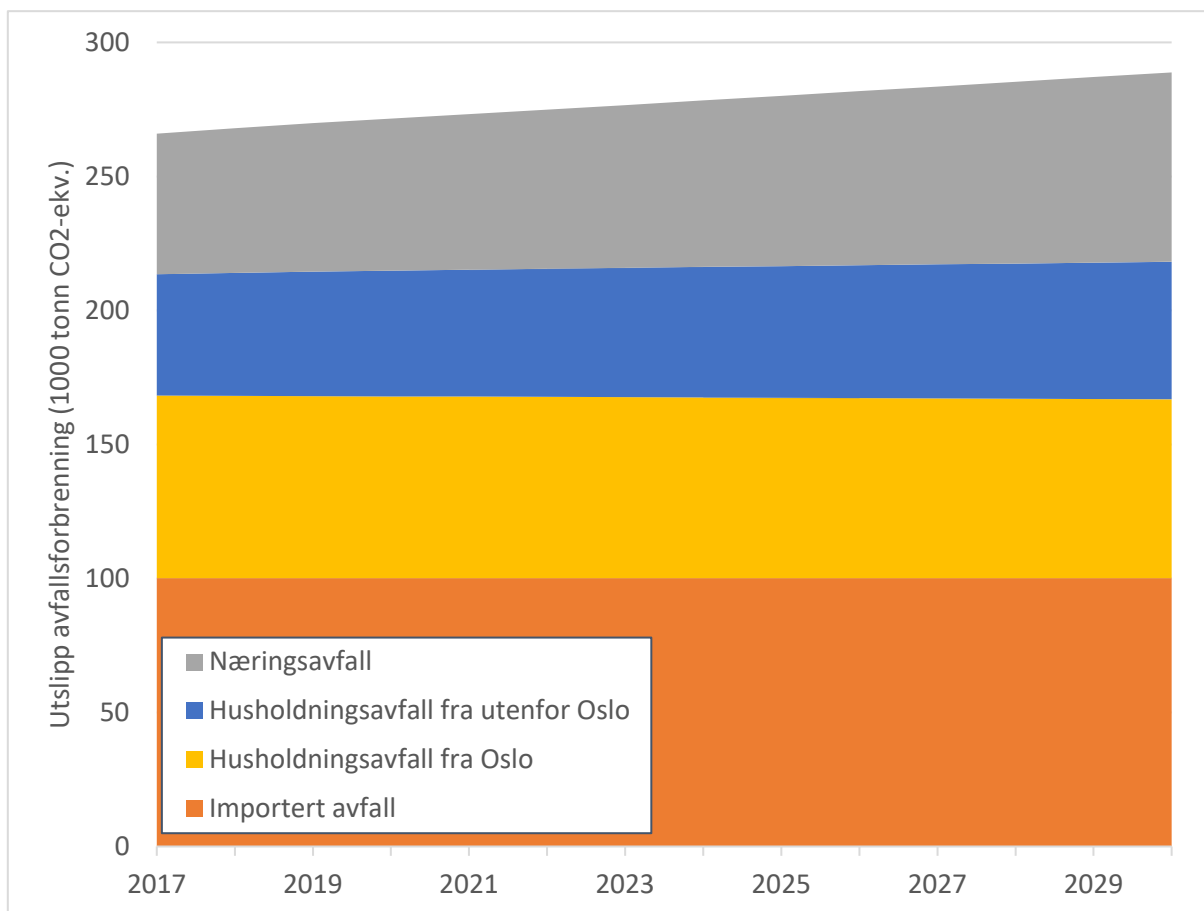


Figur 8: Utslipp fra undersektorene av energiforsyning i sentralestimatet av referansebanen.

knyttet til f.eks. det planlagte rutetilbudet i Oslopakke 3. Det er mange ting som kan påvirke denne utviklingen, f.eks. 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 alene større enn noen sektor utenom veitrafikk.



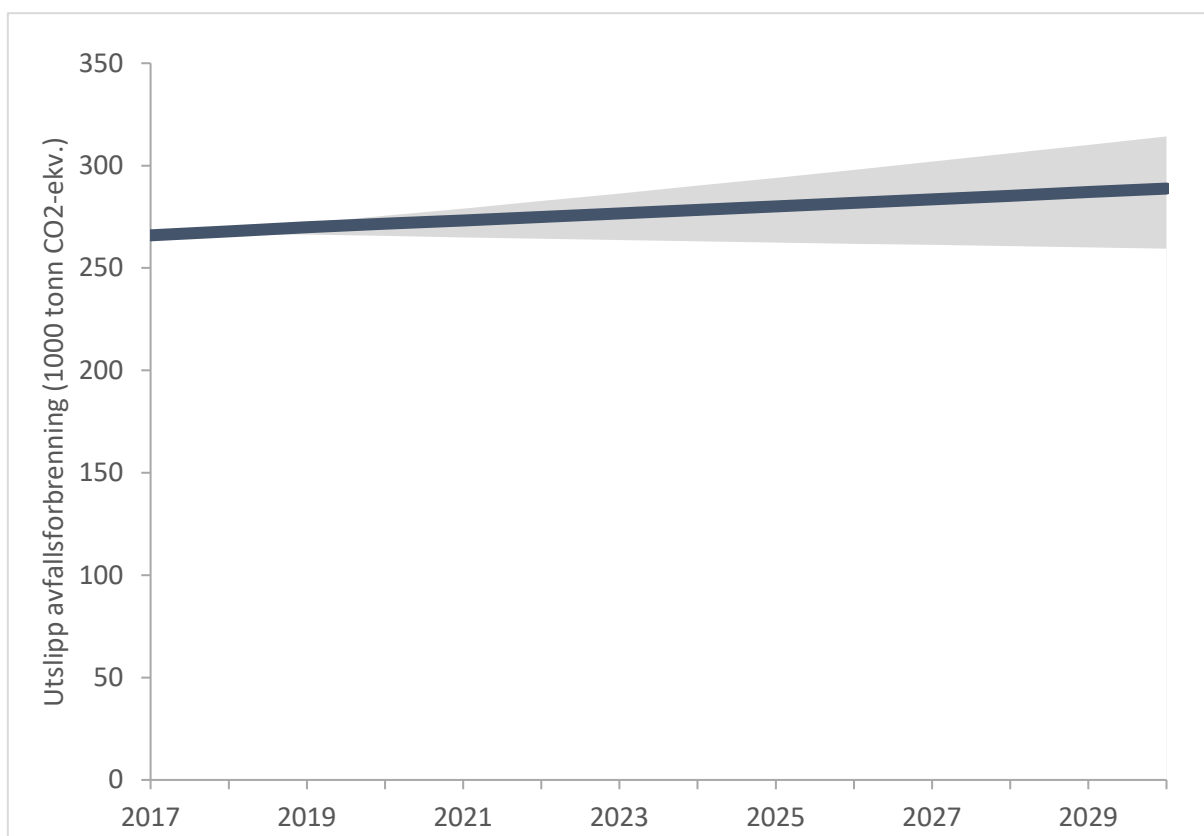
Figur 9: Utslipp fra avfallsforbrenning i sentralestimatet for referansebanen.

6.3.1 Avfallsforbrenning

Utslippene fra avfallsforbrenning vokser med 9 % fra 2017 til 2030 i sentralestimatet, fra 266 til 289 tusen tonn CO₂-ekvivalenter, men med et usikkerhetsintervall fra 2 % nedgang til 18 % 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.

Foruten ulik tidsutvikling gir våre beregninger et vesentlig spenn i mulig utslippsnivå for avfallsforbrenning allerede i referanseåret (2017). 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. Denne nivåusikkerheten forsvinner i sluttresultatet, ettersom vi skalerer utslippene i 2017 til å være lik utslippene i Miljødirektoratets statistikk.⁵

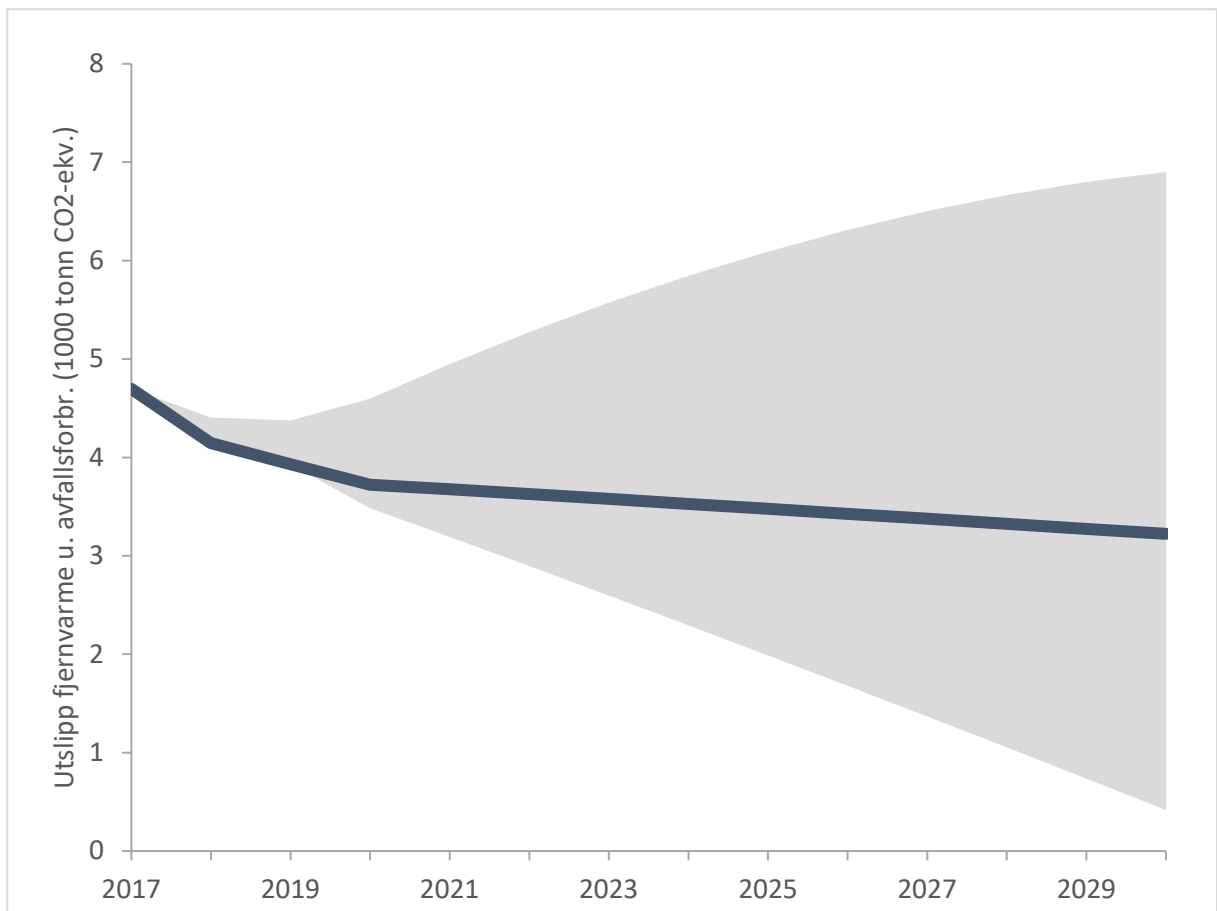
⁵ Skaleringen gjøres kun for utslippkilden Avfallsforbrenning som helhet, dvs. for summen av de fire bidragene, ettersom Miljødirektoratets statistikk ikke har tall for utslipp fra hvert enkelt bidrag i vår modell. Internt i modellen blir det derfor en gjenværende nivåusikkerhet i enkeltbidragene, som ikke har noen faktisk betydning og kun er et artefakt av hvordan skaleringen gjøres.



Figur 10: Samlede utslipp fra avfallsforbrenning med usikkerhetsintervall.

Foruten usikkerheten som gjenspeiles av usikkerhetsintervallet, 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.

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 av usikkerhetsintervallet, 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.



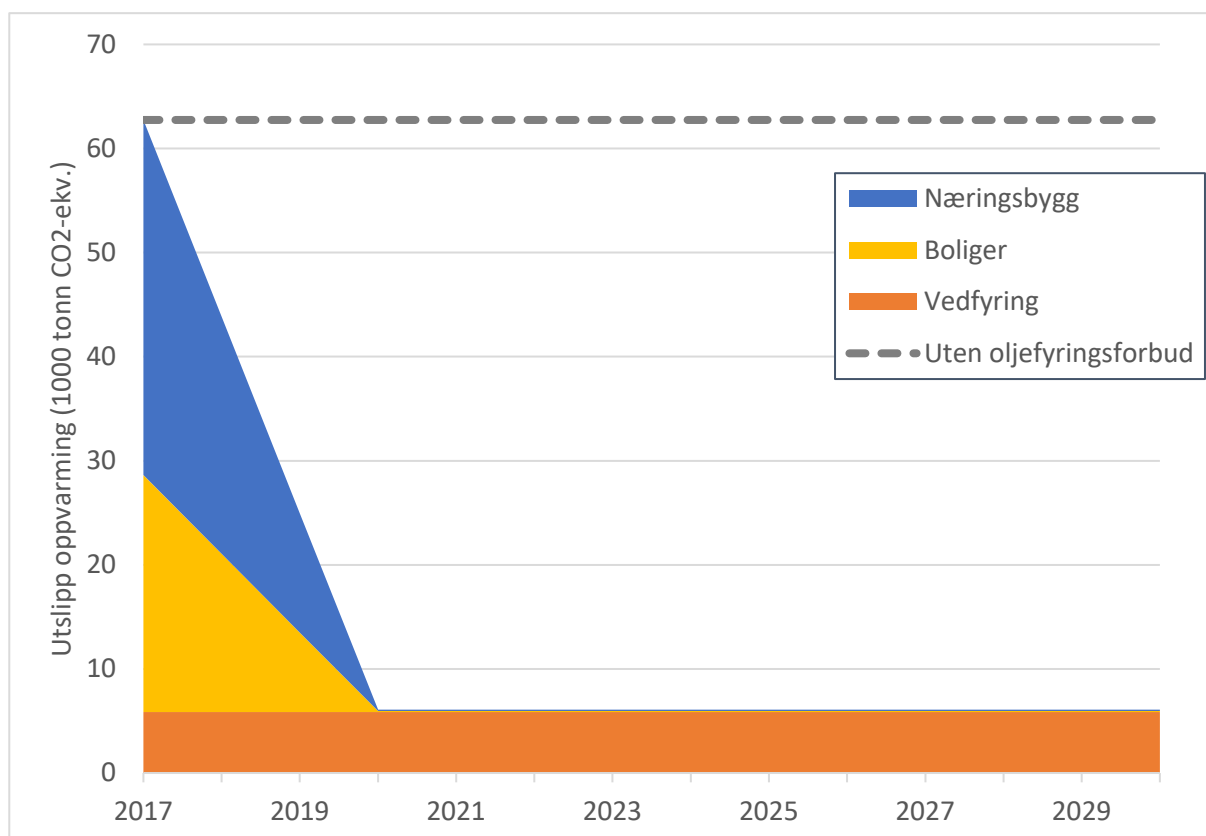
Figur 11: Samlede utslipp fra fjernvarme utenom avfallsforbrenning, med usikkerhetsintervall.

6.3.2 Fjernvarme utenom avfallsforbrenning

Fjernvarme utenom avfallsforbrenning, eller «spisslast», har relativt små utslipp, på kun 4697 tonn CO₂-ekvivalenter i 2017. 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.

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 sentralestimatet og i øvre og nedre grense for usikkerhetsintervallet, 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 4.3.2). Dette spriker 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 nedre grensen og mer i den øvre grensen (en marginal økning i avfallsforbrenning gir høyere utslippøkning 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.



Figur 12: Utslipp fra hver utslippkilde og hvert bidrag under sektoren oppvarming i sentralestimatet for referansebanen.

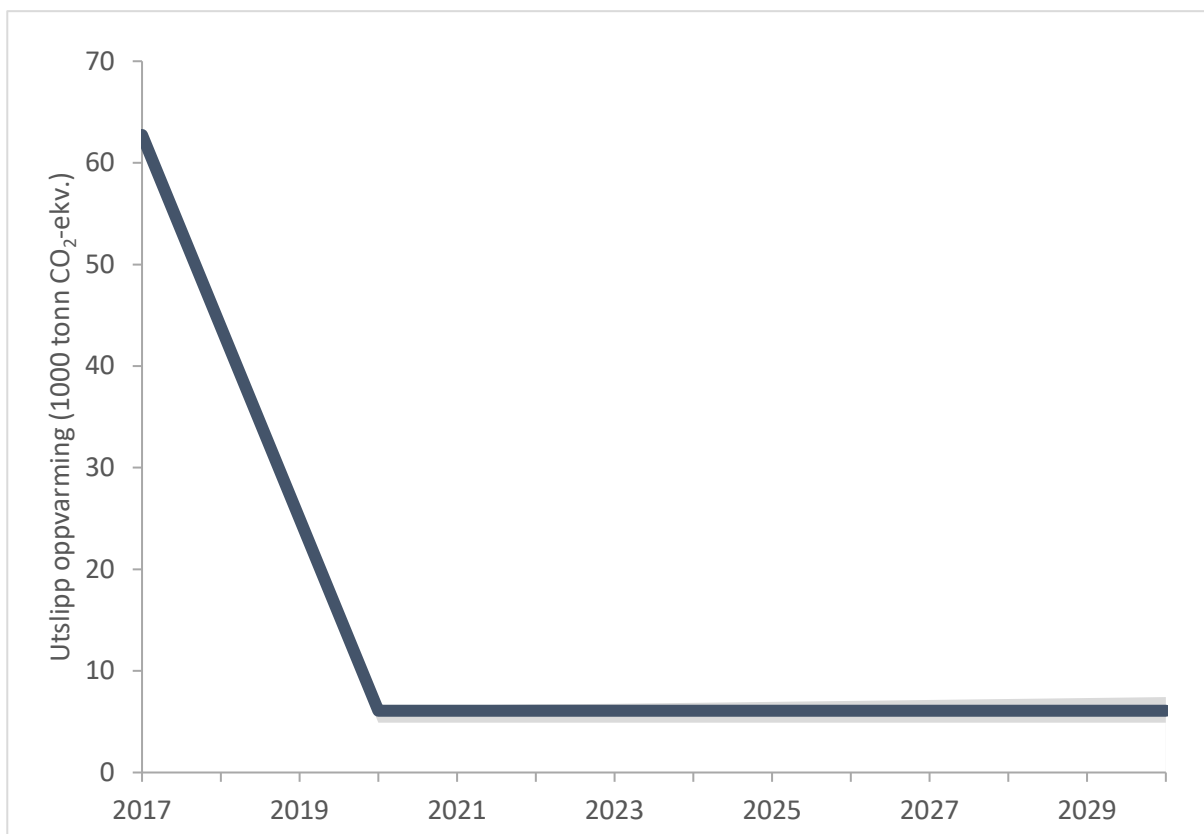
6.4 Oppvarming

I Miljødirektoratets statistikk er sektoren Oppvarming delt inn i to utslippskilder: Fossil oppvarming og Vedfyring. I vår modellering har vi videre delt inn fossil oppvarming i bidragene Boliger og Næringsbygg. Vi presenterer her alle utslippskildene og bidragene i oppvarmingssektoren samlet.

Ifølge Miljødirektoratets statistikk, er utslippene fra lokal oppvarming i kommunale bygninger (altså utenom utslipp forbundet med fjernvarmeproduksjon) svært små. I referansebanemodellen ser vi derfor i praksis bort fra disse, og modellerer kun hvordan utslippene fra boliger og næringsbygg utvikler seg.

Utslippene fra fossil oppvarming i boliger og næringsbygg går begge drastisk ned fram til 2020 innenfor hele usikkerhetsintervallet 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 2017, i påvente av forbudet fra 2020. Den tar heller ikke høyde for en mulig trend bort fra oljefyring (utover det som har funnet sted før 2017) av økonomiske årsaker uavhengig av klimapolitiske tiltak.



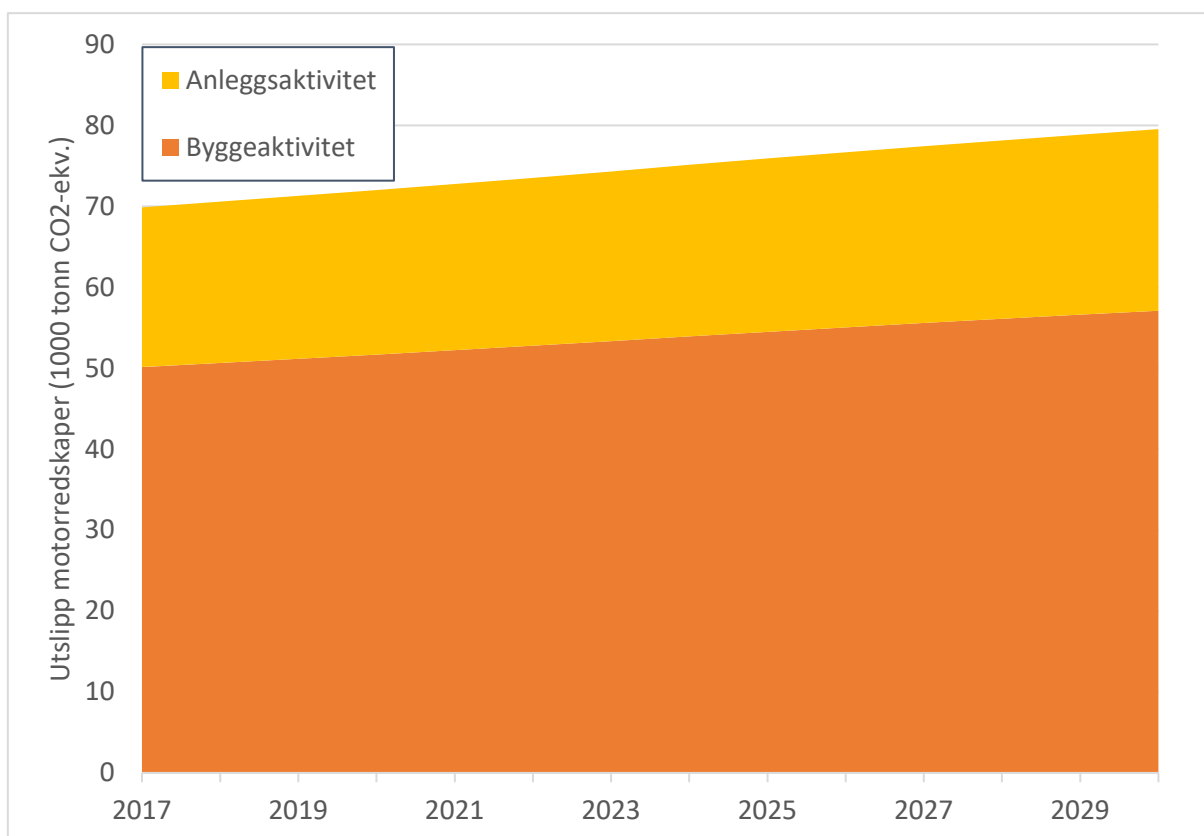
Figur 13: Samlede utslipp fra oppvarming med usikkerhetsintervall.

Spennet i usikkerhetsintervallet etter 2020 skyldes ulike antakelser om hvordan oppvarmingsenergien fra fyringsolje erstattes, nærmere bestemt hvor mye av den som erstattes av bioenergi (som innebærer et visst utslipp av metan og lystgass), og hvor mye som erstattes med elektrisitet.

I tillegg til de ulike antakelsene for sentralestimatet i forhold til øvre og nedre grense av usikkerhetsintervallet, er det vesentlig usikkerhet knyttet til utgangspunktet i 2017 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, ettersom det ikke fantes grunnlag for å vurdere dette.

Som nevnt, har vi sett bort fra utslipp fra kommunale bygninger ettersom de ifølge Miljødirektoratets statistikk er svært små. Det er imidlertid en del usikkerhet knyttet til dette, og Oslo kommune selv har uttalt at det kan være en viss feilrapportering. Selv om dette stemmer, vil utslippene etter all sannsynlighet være små i forhold til boliger og næringsbygg.

Vi har 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 motsatte vil føre til vesentlige økninger eller reduksjoner i vedfyring.



Figur 14: Bidragene til utslipp fra dieseldrevne motorredskaper.

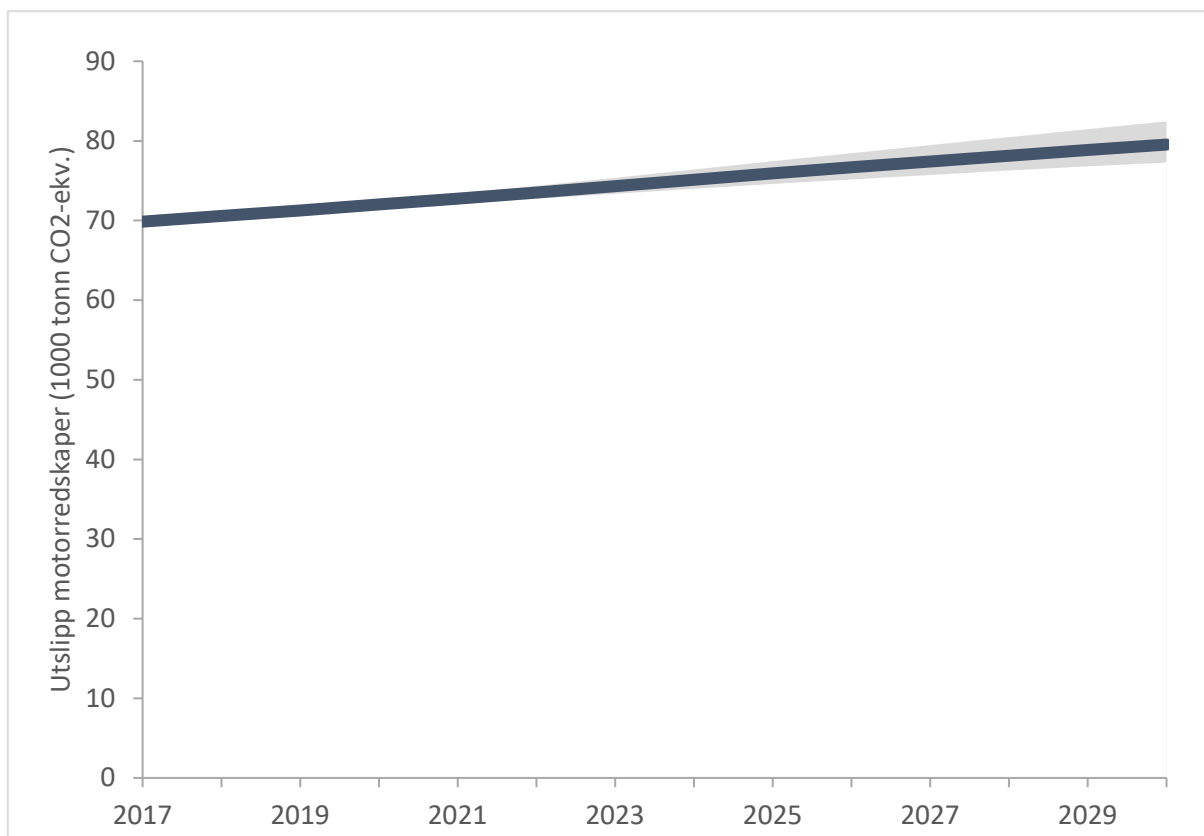
6.5 Annen mobil forbrenning

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 488 tonn CO₂-ekvivalenter i 2017, og ingen klar voksende trend utover befolkningsvekst fram mot 2030.

6.5.1 Dieseldrevne motorredskaper

Beregningene reproducerer omtrent referansebanen konstruert i rapport fra DNV-GL (2018): Samlede utslipp i referansebanen vokser 14 % fra 2017 til 2030 (11 % for nedre grense av usikkerhetsintervallet og 18 % for øvre grense), fra 70 tusen til 80 tusen tonn CO₂-ekvivalenter. Merk at DNV-GLs estimat inneholder et stort usikkerhetsintervall for de absolutte utslippene i 2017, med et sentralestimat på 81 tusen tonn CO₂-ekvivalenter, og nedre og øvre grense på 44 tusen og 123 tusen tonn. Dette store spennet reflekteres ikke i vår referansebane ettersom utslippene i 2017 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 i usikkerhetsintervallet 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, byggeaktivitet og anleggsaktivitet, vokser derfor med samme rate, og utgjør en konstant andel av utslippene fra dieseldrevne motorredskaper: Byggeaktivitet står for 72% av utslippene, og anleggsaktivitet for 28%.



Figur 15: Samlede utslipp fra motordrevne dieselredskaper og usikkerhetsintervall.

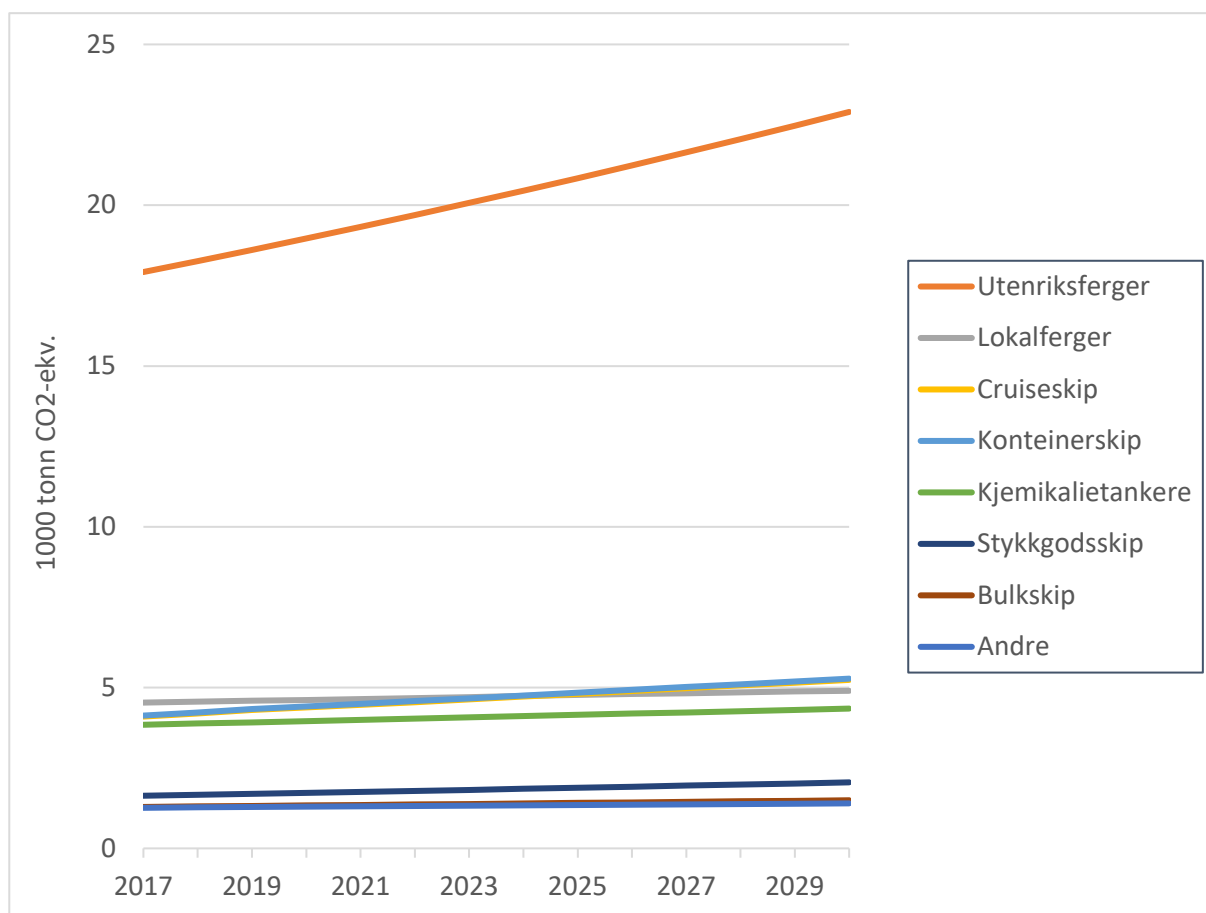
Det er i tillegg en stor grad av ikke-kvantisert usikkerhet om hvordan bygge- og anleggsaktiviteten vil utvikle seg i referansebaneperioden. Spesielt anleggsaktivitet påvirkes sterkt av et begrenset antall store prosjekter, og enkeltavgjørelser om når og hvorvidt et slikt prosjekt skal gjennomføres kan derfor endre de samlede utslippene vesentlig. Utslipp fra dieseldrevne motorredskaper utenom bygg- og anleggsaktivitet er heller ikke kvantisert. Selv om disse utslippene implisitt tas med ved at modellresultatene skaleres til Miljødirektoratets statistikk i 2017, bidrar de likevel til en ikke-kvantisert men sannsynligvis moderat usikkerhet i tidsutviklingen.

I tillegg til usikkerheten i DNV-GLs analyse og i tidsutviklingen, er det en vesentlig usikkerhet i fordelingen på ulike kommuner av utslippene fra dieseldrevne motorredskaper i Miljødirektoratets statistikk. Statistikken er basert på statistikk for salg av petroleumsprodukter, og fordelt til hver kommune ut fra leveringsadresse eller selgers adresse. Disse adressene kan avvike fra hvor dieselen faktisk forbrennes. Denne usikkerheten innebærer at nivået på utslippene fra dieseldrevne motorredskaper i referansebanen kan avvike betydelig fra de reelle utslippene, men påvirker ikke den modellerte vekstraten eller tidsutviklingen i utslippet etter 2017.

6.5.2 Snøscootere

Utslippene fra snøscootere er antatt å være konstante på 488 tonn CO₂-ekvivalenter per år fra 2018 til 2030, det vil si samme nivå som for 2017 i Miljødirektoratets statistikk. Vi har heller ikke definert noe usikkerhetsintervall. Dette gjøres for enkelthets skyld, ettersom utslippene fra denne undersektoren er svært små.

Den ikke-kvantiserte 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 kan variere vesentlig fra dette gjennomsnittet.

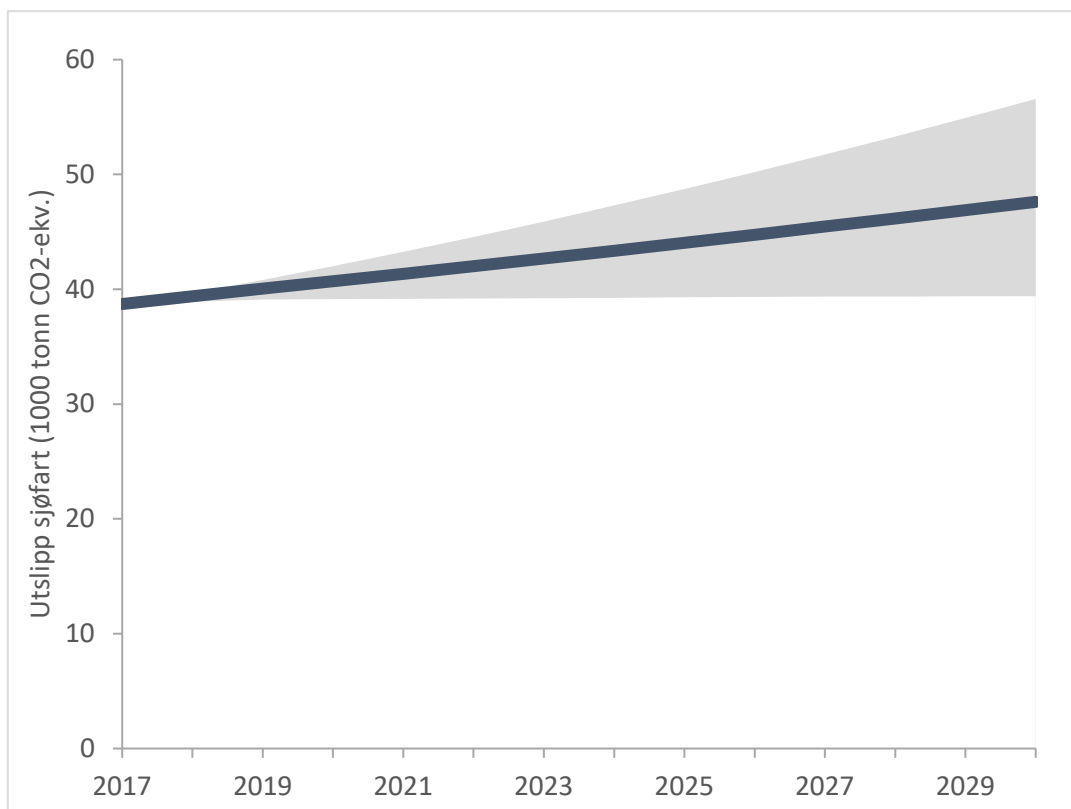


Figur 16: Utslipp fra ulike utslippskilder/bidrag under sjøfart i sentralestimatet for referansebanen.

6.6 Sjøfart

Sjøfartssektoren består av 14 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 Gasstankere). Vi har også delt opp utslippskilden «Passasjer» i to ulike bidrag som vi her for enkelhets skyld presenterer på linje med andre utslippskilder: Utenriksferger og Lokalferger (Cruiseskip var også del av denne utslippskilden i 2018-versjonen av Miljødirektoratets statistikk, men er nå skilt ut som egen utslippskilde).

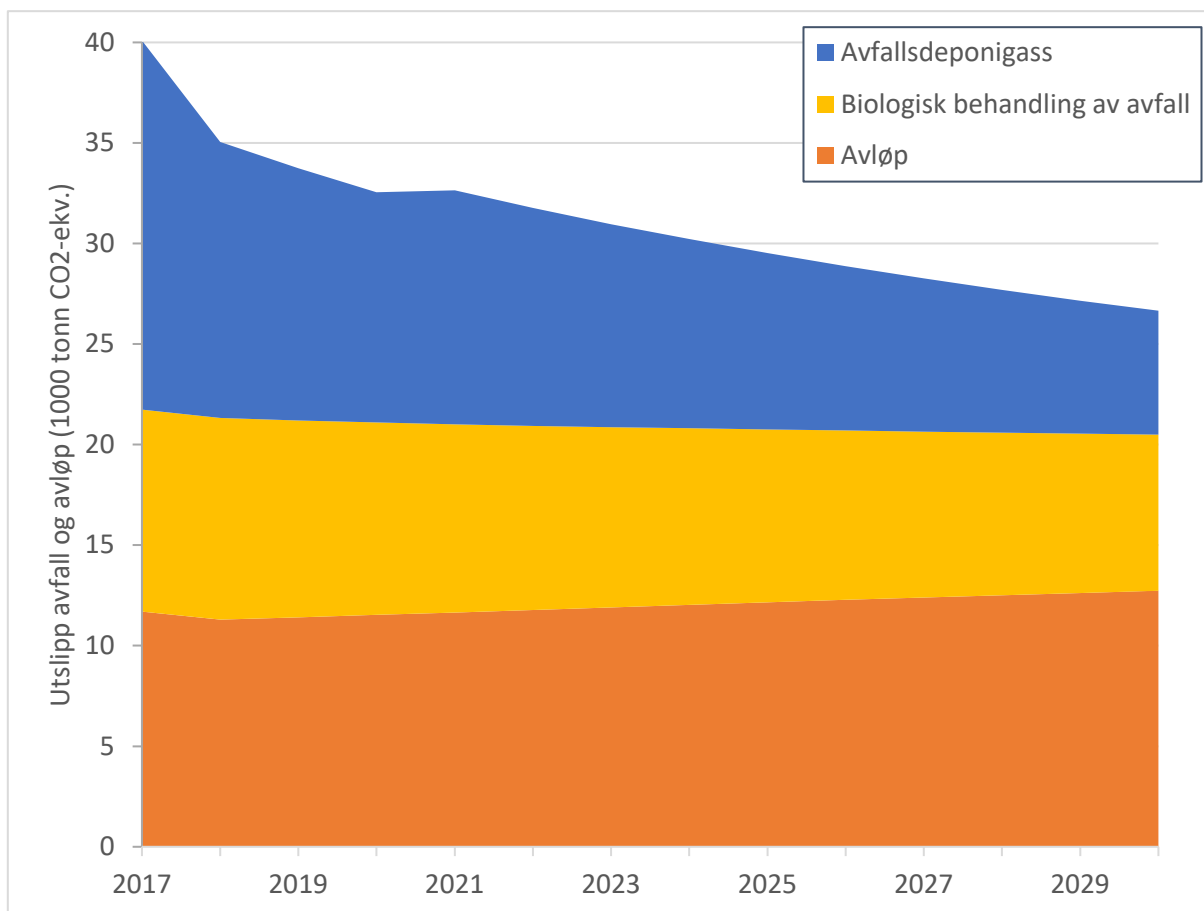
Samlede utslipp fra sjøfart øker med 23 % fra 2017 til 2030 i sentralestimatet for referansebanen (2 % for nedre grense og 46 % for øvre grense av usikkerhetsintervallet), fra 39 tusen tonn CO₂-ekvivalenter til 48 tusen tonn CO₂-ekvivalenter. Det aller største bidraget er fra utenriksferger, som utgjorde 46 % av samlede utslipp fra sjøfart i 2017, og beholder en dominerende andel gjennom hele referansebaneperioden.



Figur 17: Samlede utslipp for sjøfart, med usikkerhetsintervall.

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.

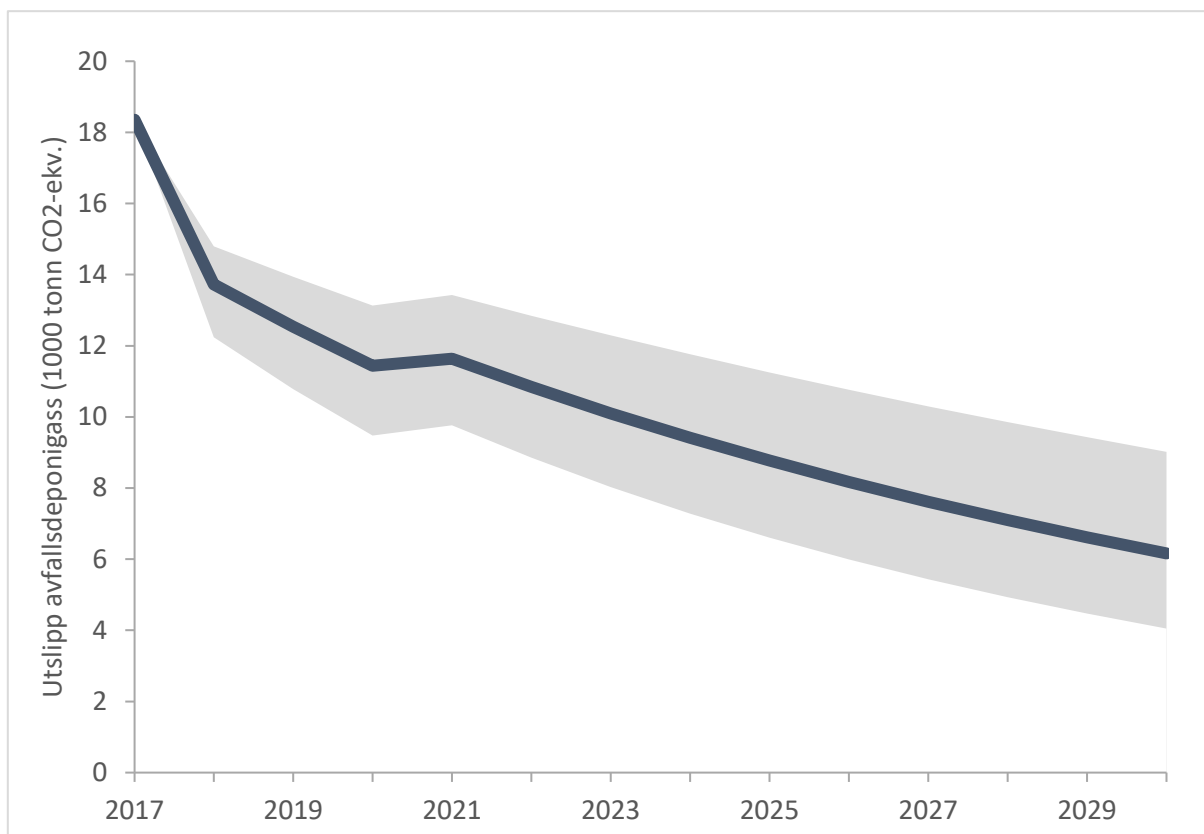
Utviklingen for sektoren som helhet domineres av utviklingen for utenriksferger, ettersom denne undersektoren utgjør en så stor del av utslippene. Forskjellen i utslippsvekst fra cruiseskip påvirker også spennet forholdsvis mye ettersom målene for vekst i Havneplanen er svært ambisiøse i forhold til 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 CO₂-intensitet per år som er implisitt i tallene vi har brukt fra Oslo Havns klimastrategi.



Figur 18: Utslipp fra utslippskilder under Avfall og avløp.

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 eller deponeres vesentlige mengder nytt nedbrytbart materiale i eksisterende deponier.



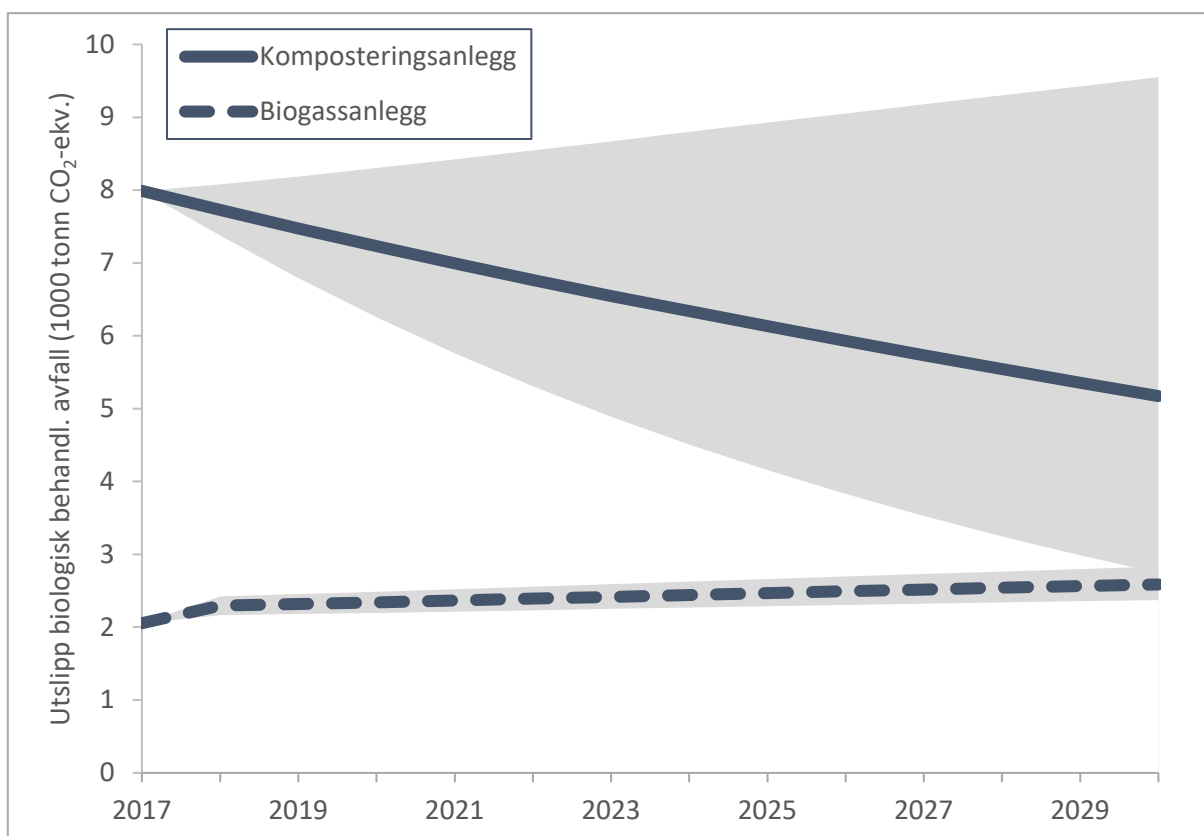
Figur 19: Utslipp fra avfallsdeponigass, med usikkerhetsintervall.

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. 1670 tonn CH₄ i 2017 (42 tusen tonn CO₂-ekvivalenter), og netto utslipp tilsvarende 18 tusen tonn CO₂-ekvivalenter. Ved å beregne tilsvarende produksjonstall for årene 2009 til 2017 og sammenlikne med rapportert uttak, finner vi et gjennomsnittlig metanuttak på 63 %, med et 95 prosenters konfidensintervall fra 71% til 58 %. 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 %.

I referansebanen bruker vi prognoser for metanuttak fra deponiene oppgitt av Renovasjonsetaten i Oslo kommune for 2018-2021, og antar at metanuttaket som andel av metanproduksjonen holdes konstant fra 2021 til 2030. Den resulterende utslippsbanen og usikkerhetsintervallet kan sees i figur 19. Nedgangen i utslippene vil sannsynligvis gå noe langsommere fra 2018 til 2021, på grunn av at Renovasjonsetaten ser for seg en gradvis lavere uttaksandel i denne perioden (nok til at sentralestimatet viser en svak oppgang i netto utslipp mellom 2020 og 2021, men estimatene for metanproduksjon er usikret nok til at det er uklart om det faktisk vil skje). Etter 2021 er tidsutviklingen kun styrt av den estimerte årlige reduksjonsraten for metanproduksjon.

Det er en vesentlig ikke-quantifisert usikkerhet knyttet til at produksjonen av metangass i deponiene og Miljødirektoratets tall for netto utslipp kun er basert på modellberegninger, ut fra hvor store avfallsmengder som er deponert når i tidligere år. Hvis disse tallene ikke er nøyaktige, eller hvis mengden gassuttak viser seg å avvike vesentlig fra Renovasjonsetatens prognoser til 2022 og vår antakelse om konstant uttaksandel etter det, kan tidsutviklingen av utslippene komme til å avvike vesentlig fra referansebanen.



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

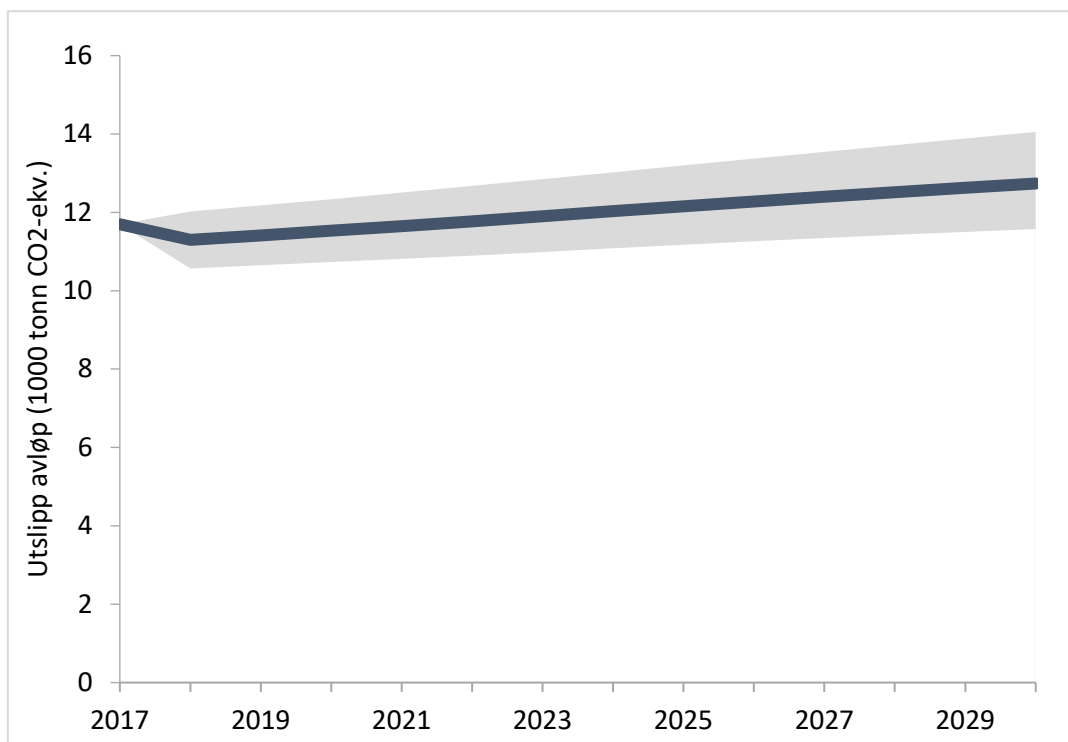
6.7.2 Biologisk behandling av avfall

Årlige utslipp fra biologisk behandling av avfall anslås å bli 7,8 tusen tonn CO₂-ekvivalenter i 2030 (med et bredt usikkerhetsintervall fra 5,1 tusen tonn til 12,4 tusen tonn), mot et utgangspunkt på 10 tusen tonn i 2017. Bidraget Komposteringsanlegg stod for ca. 80% av disse utslippene i 2017, men ventes å gå vesentlig ned fram mot 2030 i referansebanen, i motsetning til det andre bidraget, metanlekkasjer fra biogassanlegg, som ventes å gå noe opp i takt med befolkningstallet. Tidsutviklingen for utslippene fra komposteringsanlegg har imidlertid et svært bredt usikkerhetsintervall, og forholdet mellom de to bidragene i 2030 er derfor usikkert, se figur 20.

Utslippene fra biogassanlegg antas å være proporsjonale med befolkningstall, og veksten samt usikkerhetsintervallet for biogassanlegg gjenspeiler derfor antatt befolkningsvekst og tilhørende usikkerhet.

Utslippene fra komposteringsanlegg antas også å avhenge av befolkningstall, men med en tidsutvikling i gjennomsnittlig utslippsmengde per innbygger. I årene 2009-2017 har utslipp per innbygger gått vesentlig ned, med et sentralestimat for vekstraten (gjennom eksponentiell regresjon) på -4,2 % per år, med et 95 prosent konfidensintervall på -8,5 % til +0,1 % per år. I sentralestimatet for referansebanen antar vi at reduksjonen i utslipp per innbygger fortsetter med en reduksjonsrate lik -4,2 %, men med -8,5 % og +0,1 % i henholdsvis nedre og øvre grense for usikkerhetsintervallet. Referansebanen og usikkerhetsintervallet gjenspeiler derfor både antatt befolkningsvekst og tilhørende usikkerhet, og antatt reduksjon i utslipp per innbygger og tilhørende usikkerhetsintervall.

Det er vesentlig ikke-kvantifisert 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.



Figur 21: Utslipp fra avløp, med usikkerhetsintervall.

6.7.3 Avløp

Utslipp fra Avløp i Miljødirektoratets statistikk består av bidrag fra rensesanlegg, 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 rensesanlegg. Vi har derfor valgt å tilegne alle utslippene til rensesanlegg.

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 2017 får vi et estimat for gjennomsnittlig utslipp per person per år på 2,2 (1,7-2,6) g CH₄ og 56 (53-60) g N₂O per person, hvor tallene i parentes angir et 95 prosents konfidensintervall. Den resulterende utslippsbanen og usikkerhetsintervallet er vist i figur 21. Med de antakelsene vi har gjort, styres tidsutviklingen for utslipp fra avløp kun av befolkningsvekst.

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 rensesanleggene rapporterer til henholdsvis Statistisk Sentralbyrå og til Miljødirektoratet. Hvor mye N₂O 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.

6.8 Industri, olje og gass

Industri er en liten utslippssektor i Oslo, uten noen klar utviklingstrend de siste årene. Som nevnt i avsnitt 4.8 antar vi konstante utslipp fra 2017 lik utslippene i Miljødirektoratets statistikk. Utslippene blir da 4916 tonn CO₂-ekvivalenter per år.

6.9 Luftfart

Luftfart er en marginal sektor med tilnærmet null utslipp (under 1 tonn CO₂-ekvivalenter per år) hvor vi antar ingen endring i utslippene fra 2017. 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, reisevaner 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 allerede vedtatte statlige og regionale tiltak. 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 referansebanen viser en moderat nedgang i fra ca. 1,1 millioner tonn CO₂-ekv. i 2017 til ca. 800 tusen tonn i 2030. Usikkerhetsintervallet gir imidlertid et vesentlig spenn i trenden og i endelige utslipp i 2030, fra omtrent 650 tusen tonn for nedre grense, til så vidt under 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. Forbud mot oljefyr og den resulterende utfasingen fra 2017 til 2020 gir en spesielt rask reduksjon, som ellers ville være mindre bratt. Biodrivstoffinnblanding har også bidratt til å redusere utslippene fra veitrafikk, men hadde allerede nådd et så høyt nivå i 2017 at det ikke bidrar vesentlig til videre utslippsreduksjon fram mot 2030, unntatt et midlertidig bidrag fra 2018 til 2020 etter en nedgang i innblandingsandelen fra 2017 til 2018. Uten utfasingen av oljefyring som finner sted fra 2017 til 2020, og uten noen biodrivstoffinnblanding (heller ikke andelen oppnådd i 2017) ville utslippene i 2030 være henholdsvis 57 tusen og 66 tusen tonn CO₂-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 CO₂ er karbonnøytrale, mens utslippene av CH₄ og N₂O regnes med i utslippsregnskapet.

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

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 CO₂-ekvivalenter, slik at utslipp av ulike klimagasser kan sammenliknes. I denne rapporten er GWP-verdiene 1 for CO₂, 25 for CH₄ og 298 for N₂O, altså at utslipp av 25 kg CH₄ tilsvarer utslipp av 1 kg CO₂. Dette er 100-årige GWP-verdier fra IPCCs 4. hovedrapport, og er brukt i Miljødirektoratets statistikk.

Kilde (eller Utslippskilde): Hver sektor er delt opp i et antall utslippskilder 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 (CO₂), metan (CH₄) og lystgass (N₂O) er de tre mest sentrale drivhusgassene, og er de som er inkludert i Miljødirektoratets kommunefordelte utslippsstatistikk og som det estimeres utslipp av i denne rapporten. Utslippene kan gjøres om til CO₂-ekvivalenter for å sammenligne og legge utslippene sammen.

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 som et sentralestimat 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 CO₂ utslipp per kjørte km med personbil.

Henvisninger

Byrådsavdeling for næring og eierskap 2018. Oslo havn som nullutslippshavn. Oslo kommune.

COWI, NILU og Transportanalyse AS 2017. Virkninger av revidert avtale Oslopakke 3. https://www.vegvesen.no/attachment/1997877/binary/1205065?fast_title=12.09.17.+Rapport+om+virkning+av+revidert+O3-avtale.pdf.

DNV-GL 2018. Potensialet for utslippsreduksjon ved fossil- og utslippsfrie bygge- og anleggsplasser. <https://www.klimaoslo.no/wp-content/uploads/sites/88/2018/05/Utslippsfrie-bygge-og-anleggsplasser.pdf>.

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

Finansdepartement 2017. Meld. St. 29. Perspektivmeldingen 2017

Finansdepartement 2018. Meld. St. 2. Revidert nasjonalbudsjett 2018

Fridstrøm, L. 2019. Framskrivning av kjøretøyparken i samsvar med nasjonalbudsjettet 2019. Oslo. TØI. Rapport 1689/2019. <https://www.toi.no/publikasjoner/framskriving-av-kjoretøyparken-i-samsvar-med-nasjonalbudsjettet-2019-article35527-8.html>.

Fridstrøm, L. og Østli, V. 2016. Kjøretøyparkens utvikling og klimagasseutslipp. Framskrivinger med modellen BIG. TØI. Rapport 1518/2016. <https://www.toi.no/publikasjoner/kjoretøyparkens-utvikling-og-klimagassutslipp-framskrivinger-med-modellen-big-article34059-8.html>.

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

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

IEA 2016. Extended world energy balances. <https://www.oecd-ilibrary.org/content/data/data-00513-en>

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. Paris. presented to the IPCC energy and industry subgroup, response strategies working group.

Miljødirektoratet 2017a. Beregningsteknisk grunnlag for Meld. St. 41, Klimastrategi for 2030 – norsk omstilling i europeisk samarbeid.

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

Miljødirektoratet 2018. Greenhouse Gas Emissions 1990-2016, National Inventory Report. Rapport M-985. <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/M985/M985.pdf>.

Miljødirektoratet 2019a. Klimagasstatistikk for kommuner og fylker: Dokumentasjon av metode -- versjon 2. Rapport M-989. <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m989/m989.pdf>.

Miljødirektoratet 2019b. Utslipp av klimagasser i kommuner og fylker (versjon 23.04.2019). <https://www.miljodirektoratet.no/klimagassutslipp-kommuner>, aksessert 2019-05-13.

Mjøsund, C. S., Jordbakke, G. N. og Hovi, I. B. 2018. Små godsbiler: Bruksområder, transportytelser og potensiale for elektrifisering. TØI.

Multiconsult 2018. Reduserte klimagassutslipp som følge av revidert Oslopakke 3. Rapport 10204847-TVF-RAP-06. <https://www.klimaoslo.no/wp-content/uploads/sites/88/2018/09/Reduserte-klimagassutslipp-fra-Oslopakke-3.pdf>.

NILU 2018. NERVE - Utslippsmodell for veitrafikk. Dokumentasjon av beregningsmodell for klimagassutslipp i norske kommuner. NILU. Rapport 28/2018. <http://hdl.handle.net/11250/2569414>.

Norsk Fjernvarme 2018. Oslo. <http://www.fjernkontrollen.no/oslo/>.

Oslo Havn 2017. Oslo Havn KFs klimastrategi.

Oslo kommune 2017. Befolkningsframskrivingen 2018-2040.

Oslo kommune 2018. Statistikkbanken. <http://statistikkbanken.oslo.kommune.no/webview/>.

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

Samferdselsdepartementet 2017. Meld. St. 33 (2016-2017). Nasjonal transportplan 2018-2019. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-33-20162017/id2546287/>.

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

SSB 2018b. Befolkningsframskrivinger. <https://www.ssb.no/befolkning/statistikker/folkfram>.

SSB 2018c. Regionale befolkningsframskrivinger 2016-2040: Flytteforutsetninger og resultater. Statistisk Sentralbyrå.

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., et al. (2014). "Introductory Chapter" i *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona et al. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, Cambridge University Press.

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

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

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

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