



Transportøkonomisk institutt
Stiftelsen Norsk senter for samferdselsforskning



Klimabaner

Framskriving av transportutvikling og utslipp

Anne Madslie, Tonje Lysø, Christian Steinsland,
Inger Beate Hovi, Wiljar Hansen, Bjørn Gjerde Johansen

1957/2023



Tittel:	Klimabaner - Framskrivning av transportutvikling og utslipp
Tittel engelsk:	Projections of transport development and emissions - In order to reach climate targets
Forfatter:	Anne Madslie, Tonje Lysø, Christian Steinsland, Inger Beate Hovi, Wiljar Hansen, Bjørn Gjerde Johansen
Dato:	05.2023
TØI-rapport:	1957/2023
Antall sider:	42
ISSN elektronisk:	2535-5104
ISBN elektronisk:	978-82-480-2018-9
Finansieringskilder:	Transportvirksomhetene; Avinor, Bane NOR, Kystverket, Jernbanedirektoratet, Statens vegvesen og Nye Veier AS
TØIs p.nr.:	5287
Prosjektleder:	Anne Madslie
Kvalitetsansvarlig:	Kjell Werner Johansen
Fagfelt:	Transportmodeller
Emneord:	Klimagassutslipp, klimamål, transportarbeid, transportmodeller

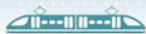
Kort sammendrag

I forbindelse med transportvirksomhetenes arbeid med å utarbeide utviklingsbaner for transportsektoren som når fastsatte klimamål for 2030, har TØI bistått med beregning av framtidig transportomfang og CO₂-utslipp i to «klimabaner». I disse banene er det lagt til grunn tiltak for å redusere transportaktiviteten, samtidig som det er forutsatt en optimistisk innfasingstakt for nullutslippskjøretøy og høy innblanding av biodrivstoff. Både tiltakene, i form av kraftige prisøkninger for transport, og det som forutsettes av teknologiutvikling og bioinnblanding, er krevende å gjennomføre i praksis. Det vil være svært vanskelig å nå et klimamål der utslippene fra hele transportsektoren i 2030 skal være 55 prosent lavere enn i 1990. Dette tilsvarer hele 65 prosent reduksjon fra utslippet i 2021.

Summary

In connection with the transport authorities' work to reach the climate targets for the transport sector in 2030, TØI has assisted with the calculation of future transport volumes and CO₂-emissions in two "climate trajectories". In these paths, measures are taken to reduce transport activity, while an optimistic phasing-in rate for zero-emission vehicles and a high blending of biofuel is assumed. Both the measures, in the form of strong price increases for transport, and assumed technology development and bio-blending, are challenging to implement in practice, and it will be very difficult to reach a climate target where the emissions from the entire transport sector in 2030 should be 55 per cent lower than in 1990. This corresponds to a 65 percent reduction from the emissions in 2021.

Transportøkonomisk institutt (TØI) har opphavsrett til hele rapporten og dens enkelte deler. Innholdet kan brukes som underlagsmateriale. Når rapporten siteres eller omtales, skal TØI oppgis som kilde med navn og rapportnummer. Rapporten kan ikke endres. Ved eventuell annen bruk må forhåndssamtykke fra TØI innhentes. For øvrig gjelder [Åndsverklovens](#) bestemmelser.



Forord

På oppdrag for den tverretatlige arbeidsgruppa for transportanalyser og samfunnsøkonomi «NTP Transportanalyse og samfunnsøkonomi», bestående av transportvirksomhetene Statens vegvesen, Jernbanedirektoratet, Kystverket, Nye Veier AS, Bane NOR og Avinor, ble det høsten 2022 utarbeidet framskrivinger for utvikling i person- og godstransport fram til 2060, til bruk i arbeidet med Nasjonal transportplan 2025-2036.

Det ble i forbindelse med framskrivingene både beregnet transportutvikling i en referansebane og i fem alternative utviklingsbaner (fire for godstransporten). Ingen av de beregnede utviklingsbanene innebærer at utslippene fra transportsektoren reduseres med 55 prosent fra 1990 til 2030 eller bidrar i tilstrekkelig grad til å nå målet om å bli et lavutslippssamfunn i 2050 slik dette er definert i klimaloven. Transportvirksomhetene har derfor bedt TØI om bistand i forbindelse med transportmodellberegninger av effekten av ulike tiltak for å redusere transportomfang og utslipp. I tillegg til å beregne endret transport- og trafikkomfang, var det også ønskelig å få fram i hvilken grad tiltakene bidrar til at klimamålene kan oppnås. I den sammenheng har virksomhetene selv bidratt med hvilke forutsetninger som skal gjøres knyttet til innfasingstakt for nullutslippskjøretøy og innblandingsprosent av biodrivstoff.

Statens vegvesen har selv gjennomført beregningene med fire av de regionale modellene, mens TØIs Tonje Lysø har gjort beregninger i region øst-modellen og Christian Steinsland i den nasjonale modellen, NTM6. Wiljar Hansen og Bjørn Gjerde Johansen har i samarbeid med Inger Beate Hovi gjennomført beregninger med likevektsmodellen NOREG 2. Anne Madslie har ledet prosjektarbeidet, gjort beregninger i Nasjonal godstransportmodell og skrevet det meste av rapporten. Avdelingsleder Kjell Werner Johansen har vært kvalitetsansvarlig for arbeidet og administrasjonskonsulent Trude Kvalsvik har stått for den endelige redigering av rapporten.

Oppdragsgivers kontaktperson har vært Oskar Kleven i SVV. Vi takker ham for god og tett oppfølging i løpet av noen hektiske uker. Vi vil også takke resten av oppdragsgivers prosjektteam for interessante og lærerike diskusjoner underveis i arbeidet.

Oslo, mai 2023

Transportøkonomisk institutt

Bjørne Grimsrud
Administrerende direktør

Kjell W. Johansen
Avdelingsleder



Innhold

Sammendrag

1	Innledning	1
2	Metode	2
2.1	Persontransportmodellene.....	2
2.2	Nasjonal godstransportmodell (NGM).....	2
2.3	Likevektsmodellen NOREG 2.....	3
3	Klimabanene som er beregnet	5
3.1	Generelle forutsetninger	5
3.2	Klimabane 1a og 1b.....	6
3.3	Klimabane 2	7
4	Resultater fra modellberegningene for persontransport	8
4.1	Transportomfang og transportmiddelfordeling	8
4.2	Nullvekstmålet	11
5	Resultater fra modellberegningene for godstransport	13
6	Utslipp fra transport	17
7	Andre virkemidler for mer miljøvennlig godstransport	22
8	Usikkerhet i beregningene	24
8.1	Trafikkutvikling.....	25
8.2	Utslippsberegningene	29
	Referanser	30
	Vedlegg	32
Vedlegg 1.	Prosjekter i referansenettverket	32
Vedlegg 2.	NOREG 2: Kort modellbeskrivelse	38

Klimabaner

Framskrivning av transportutvikling og utslipp

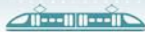
TØI rapport 1957/2023 • Forfattere: Anne Madslie, Tonje Lysø, Christian Steinsland, Inger Beate Hovi, Wiljar Hansen, Bjørn Gjerde Johansen • Oslo 2023 • 42 sider

I forbindelse med transportvirksomhetenes arbeid med å utarbeide utviklingsbaner for transportsektoren som når fastsatte klimamål for 2030, har TØI bistått med beregning av framtidig transportomfang og CO₂-utslipp i to «klimabaner». I disse banene er det lagt til grunn tiltak for å redusere transportaktiviteten, samtidig som det er forutsatt en optimistisk innfasingstakt for nullutslippskjøretøy og høy innblanding av biodrivstoff. Både tiltakene, i form av kraftige prisøkninger for transport, og det som forutsettes av teknologiutvikling og bioinnblanding, er krevende å gjennomføre i praksis. Det vil være svært vanskelig å nå et klimamål der utslippet fra hele transportsektoren i 2030 skal være 55 prosent lavere enn i 1990. Dette tilsvarer hele 65 prosent reduksjon fra utslippet i 2021.

Bakgrunn

På oppdrag for den tverretatlige arbeidsgruppa for transportanalyser og samfunnsøkonomi «NTP Transportanalyse og samfunnsøkonomi», bestående av transportvirksomhetene Statens vegvesen, Jernbanedirektoratet, Kystverket, Nye Veier AS, Bane NOR og Avinor, ble det høsten 2022 utarbeidet framskrivinger for utvikling i person- og godstransport fram til 2060, til bruk i arbeidet med Nasjonal transportplan 2025-2036. Det ble i forbindelse med framskrivingene både beregnet transportutvikling i en referansebane og i fem alternative utviklingsbaner (fire baner for godstransporten).

Ingen av de beregnede utviklingsbanene innebærer at utslippene fra transportsektoren reduseres med 55 prosent fra 1990 til 2030 eller bidrar i tilstrekkelig grad til å nå målet om å bli et lavutslippssamfunn i 2050 slik dette er definert i klimaloven. Transportvirksomhetene har derfor bedt TØI om bistand i forbindelse med transportmodellberegninger av effekten av ulike tiltak for å redusere transportomfang og utslipp, som svar på et oppdrag transportvirksomhetene har fått fra SD. I tillegg til å beregne endret transport- og trafikkomfang, var det også ønskelig å få fram i hvilken grad tiltakene bidrar til at klimamålene kan oppnås. I den sammenheng har virksomhetene selv bidratt med hvilke forutsetninger som skal legges til grunn knyttet til innfasingstakt for nullutslippskjøretøy, innblandingsprosent av biodrivstoff og prisnivå for drivstoff, bompenger og veiprisering i de ulike klimabanene som er beregnet. For å nå klimamålene i 2030 må det legges til grunn svært *ambisiøs teknologiutvikling og høy innblandingsandel, og vi vil presisere at TØI ikke har gjort egne vurderinger av realismen i disse forutsetningene*. Det er også grunn til å presisere at selv om det er lagt til grunn helt konkrete pris- og kostnadsendringer i analysene, så er ikke dette anbefalinger fra TØI om framtidige pris- eller avgiftsnivåer. Det er kun snakk om *eksempelberegninger eller*



tekniske illustrasjoner på hva som potensielt kan oppnås av trafikkreduksjon ved sterke virkemidler.

Statens vegvesen har selv gjennomført beregningene med fire av de regionale modellene, mens TØI har gjort beregninger i region øst-modellen, den nasjonale modellen NTM6, likevektsmodellen NOREG og Nasjonal godstransportmodell (NGM).

Modellberegninger

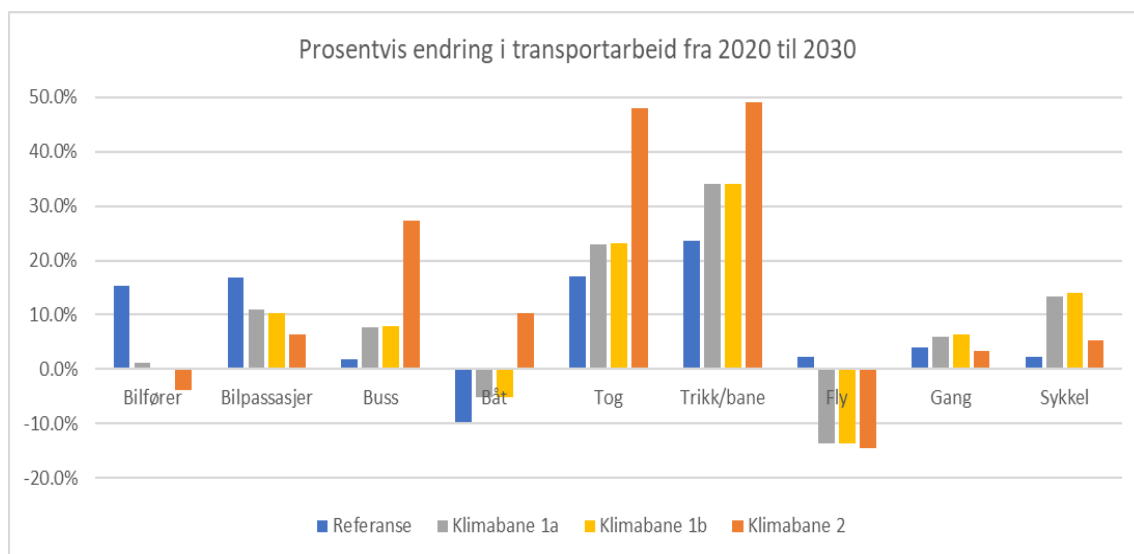
Beregningene av utvikling i transport- og trafikkarbeid i klimabanene er gjort med transportvirksomhetenes modellverktøy RTM, NTM6 og NGM, og med de samme forutsetninger om befolkningsutvikling, økonomisk utvikling og transporttilbud som i referansebanen og de alternative utviklingsbanene som er beregnet til NTP 2025-2036.

Forskjellen fra referansebanen til Klimabane 1, er i første rekke at det legges til grunn høyere kostnader ved bruk av bil i form av høyere drivstoffpris, høyere parkeringskostnader, fjerning av elbilfordeler i bomringene, samt veiprisning i flere byområder (10 byområder i Klimabane 1a, 14 i 1b). Også fly blir dyrere, ved at billettprisene økes.

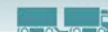
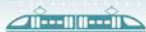
I Klimabane 2 økes drivstoffprisen ytterligere samtidig som kollektivtilbudet forbedres gjennom økt frekvens og lavere billettpris.

For godstransport har en i forbindelse med beregning av klimabanene valgt å benytte likevektsmodellen NOREG 2 for å ta hensyn til at endringer i transportkostnader og økt CO₂-avgift har virkninger i større deler av økonomien og dermed påvirker handelsmønsteret, både via økte avgifter på produksjon som genererer CO₂, men også via økte transportkostnader. Dette innebærer at vi i klimabaneberegningene ikke forutsetter at godsmengdene som skal transporteres i et gitt framskrivingsår er uavhengig av endringer i kostnader knyttet til transport og produksjon, slik man vanligvis gjør når det er mer marginale kostnadsendringer som studeres.

For persontransport viser figur S1 hvilke prosentvise endringer som er beregnet fra 2020 til 2030 per transportmåte i de ulike klimabanene. Dette er sammenlignet med tilsvarende beregning fra framskrivingenes referansebane.

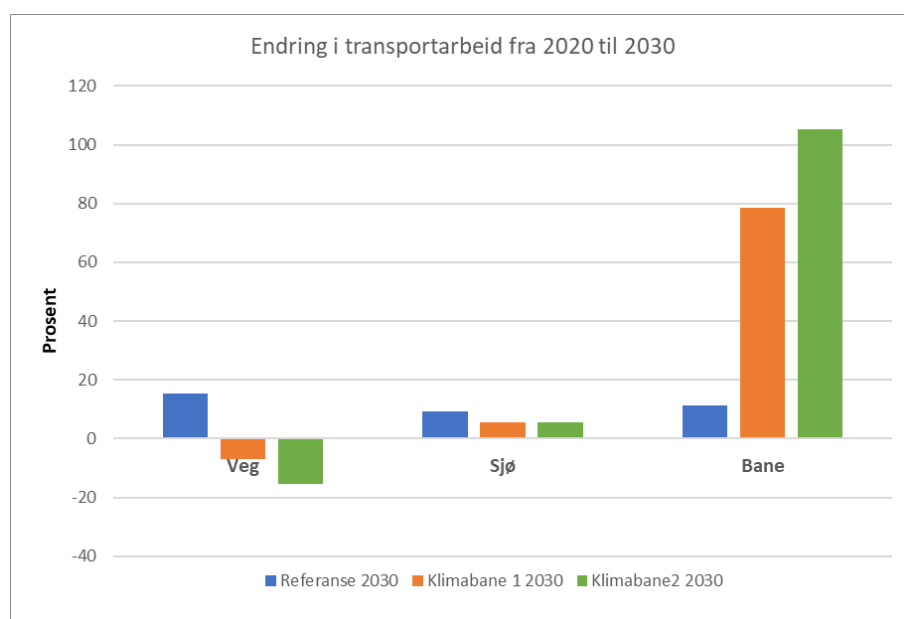


Figur S1: Beregnet utvikling i innenlands persontransportarbeid, sum korte og lange reiser. Inklusive skoleturer og eksternturer. Prosent endring fra 2020 til 2030.



Vi ser fra figuren at veksten i transportarbeid fra 2020 til 2030 for bilfører (dvs. trafikkarbeidet for personbil) reduseres fra drøyt 15 prosent i referansebanen til ca. 1 prosent i Klimabane 1a og nullvekst i Klimabane 1b. I Klimabane 2 øker drivstoffprisene ytterligere, samtidig som tilbudet for kollektivtrafikken bedres ved både lavere pris og økt frekvens. I denne beregningen ser vi en liten nedgang i transportarbeid for bilfører til 2030 (trafikkarbeid personbil). Samtidig beregnes en betydelig økning på buss og båt som også er forbundet med utslipp. Hvordan utslippseffekten blir i en slik situasjon avhenger både av andel av den økte biltrafikken som bruker fossilt drivstoff og i hvilken grad økt etterspørsel etter kollektivtransport kan tas ved eksisterende tilbud eller om tilbudet må oppskaleres.

For godstransport viser følgende figur beregnet prosentvis utvikling i referansebanen og de to klimabanene fra 2020 til 2030.

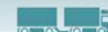
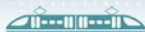


Figur S2: Beregnet endring i transportarbeid (prosent) på norsk område fra 2020 til 2030. For sjøtransport er kun innenlands transport inkludert i de to Klimabanene.

Vi ser at de to klimabanene har reduksjon i transportarbeidet for lastebil i motsetning til det som er beregnet i referansebanen. Deler av dette er knyttet til overføring av gods fra vei til jernbane) på grunn av høyere drivstoffpris, men en stor del av forskjellen skyldes at en i klimabanene også har gjort endringer i varestrømmene basert på feedback-beregninger med NOREG 2-modellen, som følge av økte drivstoffpriser og generell økning i CO₂-avgiften. Disse tilleggsberegningene har medført at samlet transportbehov i beregningene ligger betydelig under det man opererte med i opprinnelig framskriving. Vi legger ellers merke til at det beregnes en kraftig prosentvis vekst på jernbane, som kan forklares med at en der har mye lavere markedsandel enn for de andre transportmidlene.

Utslipp fra transport

Utslipp fra transport omfatter langt mer enn utslipp fra de transportmidlene som omfattes av modellkjøringer med person- og godstransportmodellene. I tabellen under viser vi utslippsstatistikk (CO₂-ekvivalenter) fra SSB for 1990 og 2021, utslippskildens andel av utslipp fra transport i 2021, samt (nederst) hvilket utslipp man kan tillate i 2030 i en situasjon der transportsektoren oppfyller målet om 55 prosents utslippsreduksjon i forhold til 1990.



Tabell S1: Utslipp (millioner tonn CO₂-ekvivalenter fra transport) i 1990 og 2021, samt hva man kan ha i 2030 i henhold til klimamålsettingen. Kilde: SSB, bearbejdet av transportvirksomhetene og TØI.

Utslippskilde	Mill.tonn CO ₂ -ekv 1990	Mill.tonn CO ₂ -ekv 2021	Andel 2021
Lastebiler (splittet fra tunge basert på trafikkarbeid)	1,09	2,33	15%
Buss (splittet fra tunge basert på trafikkarbeid)	0,48	0,57	4%
Varebil	0,74	1,49	9%
Personbiler	5,05	4,16	26%
MC/Moped	0,07	0,14	1%
Fiske	0,75	0,84	5%
Innenriks Sjøfart gods	0,36	0,56	4%
Innenriks Sjøfart bilferge	0,26	0,39	2%
Innenriks Sjøfart Offshore	0,53	0,82	5%
Innenriks Sjøfart brønnbåt/havbruk	0,24	0,37	2%
Innenriks Sjøfart øvrig	0,44	0,68	4%
Landbruks- og anleggsmaskiner	1,33	2,50	16%
Annet (Fritidsbåter, motorredskaper (bensin), snøscootere)	0,32	0,35	2%
Luftfart (sivil innenriks)	0,71	0,82	5%
Jernbane (dieseldrift og anleggsmaskiner)	0,11	0,05	0%
Sum	12,46	16,07	100%
Målsetting i 2030, 55% reduksjon fra 1990-nivå (mill. tonn)			5,61

Utslipp fra transport i 2030 i klimabanene er beregnet med utgangspunkt i følgende elementer:

- beregnet endring i transportomfang for de transportformene som er omfattet av transportmodellene
- grove anslag på utvikling i transportomfang for transportformer som ikke er omfattet av modellene
- forutsetninger om innfasingsstakt for nullutslippsteknologi per transportform
- forutsetninger om bioinnblanding per transportform

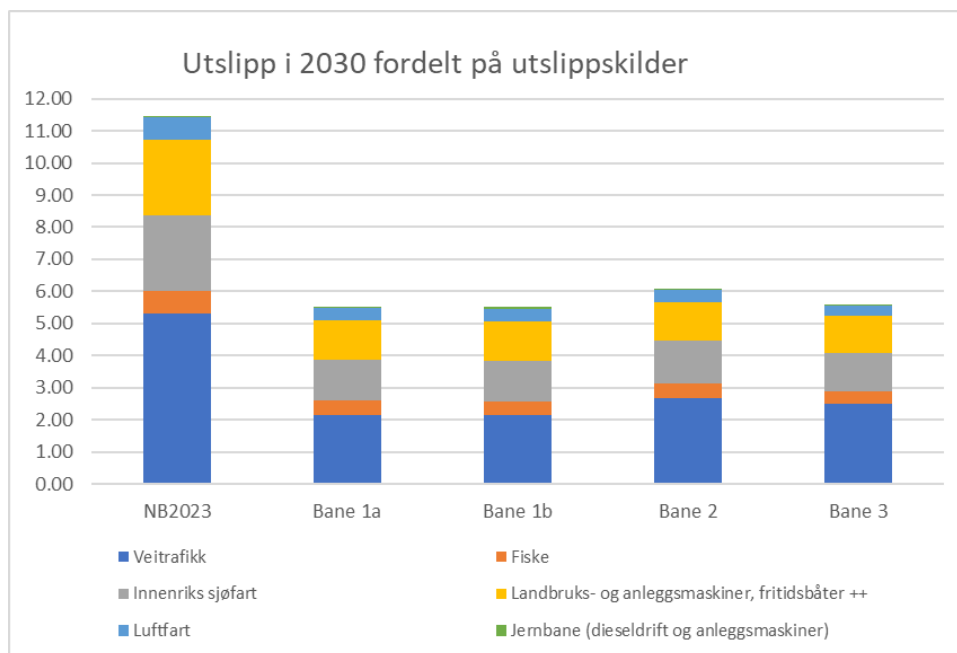
Tabell S2 viser beregnet CO₂-utslipp i de ulike klimabanene, der vi for sammenligningens skyld også har tatt med en kolonne for utslipp fra transport slik det er framskrevet i Nasjonalbudsjettet 2023.

Tabell S2: Beregnet utslipp i de ulike Klimabanene, fordelt på utslippskilde. Millioner tonn CO₂-ekvivalenter.

Utslippskilde - beregnet utslipp 2030	NB2023	Bane 1a	Bane 1b	Bane 2	Bane 3
Veitrafikk	5,30	2,16	2,15	2,67	2,49
Fiske	0,71	0,43	0,43	0,46	0,41
Innenriks sjøfart	2,35	1,26	1,26	1,35	1,19
Landbruks- og anleggsmaskiner, fritidsbåter ++	2,38	1,23	1,23	1,17	1,16
Luftfart	0,69	0,39	0,39	0,39	0,32
Jernbane (dieseldrift og anleggsmaskiner)	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04
SUM (Målsetting i 2030: 5.61 mill tonn)	11,47	5,51	5,50	6,08	5,60

I og med at målsettingen er å komme ned til et utslipp på 5.61 millioner tonn CO₂-ekvivalenter i 2030, ser vi at både Klimabane 1a og 1b når målet, mens Klimabane 2 ikke helt kommer dit. Det ble derfor etablert en «teknisk» bane 3, med noe svakere trafikkutvikling enn i bane 2.

Figur S3 viser vi det samme som i tabellen over, dvs. beregnet utslipp i Nasjonalbudsjettet 2023 og i de ulike klimabanene i 2030, fordelt på utslippskilde.



Figur S3: Beregnet utslipp i Nasjonalbudsjettet 2023 og i de ulike Klimabanene i 2030, fordelt på utslippskilder. Millioner tonn CO₂-ekvivalenter.

Det er verdt å være oppmerksom på at *utslippseffektene for godstransport antakeligvis er noe overvurdert* fordi den økte prisen på fossilt drivstoff er lagt på en for stor del av kjøretøyparken. Det er spesielt for veitrafikken dette slår ut, siden innfasingen av elektriske kjøretøyer (som ikke skal belastes med økt drivstoffpris) er forutsatt størst der.

Det at en har kommet fram til Klimabaner som når det nasjonale utslippsmålet for transport må ikke tolkes som at det er en enkel oppgave å redusere utslippet med 55 prosent fra 1990 til 2030. Det ligger svært sterke forutsetninger til grunn for disse banene, både når det gjelder nullutslippsinnfasing, innblanding av biodrivstoff, og hvilke kostnadsøkninger som i beregningene er forutsatt for privatbilkjøring og næringstransport.

1 Innledning

På oppdrag for den tverretatlige arbeidsgruppa for transportanalyser og samfunnsøkonomi «NTP Transportanalyse og samfunnsøkonomi», bestående av transportvirksomhetene Statens vegvesen, Jernbanedirektoratet, Kystverket, Nye Veier AS, Bane NOR og Avinor, ble det høsten 2022 utarbeidet framskrivinger for utvikling i person- og godstransport fram til 2060, til bruk i arbeidet med Nasjonal transportplan 2025-2036.

Arbeidet med personframskrivingene ble gjennomført av Transportøkonomisk institutt (TØI) i samarbeid med Statens vegvesen (SVV), og er dokumentert i TØI-rapport 1926/2022 (Madslie og Steinsland, 2022). Godstransportframskrivingene ble gjennomført av TØI og er dokumentert i TØI-rapport 1918/2022 (Madslie, Hovi og Hansen, 2022).

Det ble i forbindelse med framskrivingene både beregnet transportutvikling i en referansebane og i fem alternative utviklingsbaner (fire for godstransporten). I brev fra Samferdselsdepartementet og Nærings- og Fiskeridepartementet til transportvirksomhetene, datert 27.februar 2023, påpekes det at ingen av de alternative banene innebærer at utslippene fra transportsektoren reduseres med 55 prosent fra 1990 til 2030 eller bidrar i tilstrekkelig grad til å nå målet om å bli et lavutslippssamfunn i 2050 slik dette er definert i klimaloven. De ba derfor om at det utarbeides beregninger som synliggjør hvordan alternative utviklingsbaner fram mot 2060 kan være forenlig med klimamålene i 2030 og 2050 og nullvekstmålet i byområdene. Klimabanan(e) skal kunne legges til grunn for beregninger av lønnsomhet for store prosjekter.

Transportvirksomhetene har bedt TØI om bistand i forbindelse med transportmodellberegninger av effekten av ulike tiltak for å redusere transportomfang og utslipp, samt til å gjøre grove beregninger av utslippseffekten av endret transport- og trafikkarbeid. Det er i beregningene kun sett på hva som kan oppnås ved endrede priser i transportsektoren, det finnes også andre virkemidler for å redusere transportomfanget og/eller endre transportmiddelfordelingen. I kapittel 7 er dette kort omtalt for godstransport.

I tillegg til å beregne endret transport- og trafikkomfang ved kraftige prisvirkemidler, var det også ønskelig å få fram i hvilken grad tiltakene bidrar til at klimamålene kan oppnås. I den sammenheng har virksomhetene selv bidratt med hvilke forutsetninger som skal gjøres knyttet til innfasingstakt for nullutslippskjøretøy og innblandingsprosent av biodrivstoff. *Det er svært ambisiøse forutsetninger som er lagt til grunn, og vi vil presisere at TØI ikke har gjort egne vurderinger av realismen i forutsetningene, verken knyttet til den forutsatte teknologiske utviklingen fram til 2030 eller til tilgang på biodrivstoff.*

Det er også grunn til å presisere at selv om det er lagt til grunn konkrete pris- og kostnadsendringer i analysene som er gjort med transportmodellene, så er ikke dette anbefalinger fra TØI om framtidige pris- eller avgiftsnivåer. Det er kun snakk om *eksempelberegninger eller tekniske illustrasjoner på hva som potensielt kan oppnås av trafikkreduksjon ved sterke virkemidler.*

2 Metode

Framskrivningene for persontransport ble gjort for en referansebane og fem alternative utviklingsbaner, ved bruk av den nasjonale persontransportmodellen (NTM6) og de fem regionale modellene (RTM). Inngangsdata til referansebanene var bl.a. befolkningsframskrivninger fra SSB (juli 2022), økonomisk utvikling fra Finansdepartementet (Perspektivmeldingen 2021), samt innfasing av nullutslippsskjøretøy i henhold til Nasjonalbudsjettet 2023. I tillegg er det i referansebanen forutsatt uendret politikk fra det som lå til grunn for Nasjonalbudsjettet 2023 (herunder videreføring av elbilfordeler mm).

For godstransport ble beregningene gjort ved bruk av Nasjonal godstransportmodell (NGM), der likevektsmodellen NOREG 2 ble benyttet til å framskrive varestrømsmatrisene til en vekstbane som var i overensstemmelse med den økonomiske utviklingen i Perspektivmeldingen.

Beregningene av de såkalte «klimabanene» som er dokumentert i denne rapporten er gjort med samme modellverktøy som framskrivningene, og bygger videre på det arbeidet som er dokumentert i hhv. Madslie og Steinsland (2022) for persontransport og Madslie, Hovi og Hansen (2022) for godstransport. Det vises til disse to rapportene for detaljert info om inputdata og andre forutsetninger for beregningene, som infrastrukturutbygging, bompengeforutsetninger, kollektivtilbud mm. I dette kapitlet gir vi en kort introduksjon til modellverktøyet, slik det er beskrevet i de to nevnte rapporter.

2.1 Persontransportmodellene

Det norske modellsystemet for persontransport består av den nasjonale persontransportmodellen som omfatter reiser kortere enn 7 mil. NTM6 er estimert med utgangspunkt i den nasjonale reisevaneundersøkelsen (RVU) fra 2009, mens RTM er basert på RVU 2013/14. RTM benytter alle grunnkretser som soner, som innebærer at en har ca. 13 500 soner som turer beregnes til å gå imellom. NTM6 benytter en soneinndeling basert på i overkant av 1 500 såkalte delområder, som er aggregater av grunnkretser. I modellene kan man studere effektene på etterspørselen av tiltak som gir endringer i viktige faktorer som folk vanligvis vektlegger når de skal reise, som reisetid, reisekostnader, kollektivtilbud og andre forhold knyttet til transporttilbudet. Man kan også se på mer langsiktige effekter som følge av endret samfunnsutvikling, f.eks. inntektsvekst, befolknings sammensetning og bosettingsmønster. Klimabanene som studert i denne rapporten er beregnet med versjon 4.4.1 av RTM, og versjon 1.48.11 av NTM6.

I foreliggende rapport presenteres tall for transport- og trafikkarbeid per transportform på nasjonalt nivå, da det er det som er av relevans for videre beregninger av klimagassutslipp. I tillegg har vi tatt ut trafikkarbeid for personbil i byområdene, for å vurdere i hvilken grad nullvekstmålet oppfylles.

2.2 Nasjonal godstransportmodell (NGM)

Klimabanene i denne rapporten er beregnet ved bruk av transportvirksomhetenes nasjonale godstransportmodell NGM (Jong et al 2013, Madslie m.fl. 2016) slik den forelå i desember 2022 (versjon 31_04).

Det nasjonale modellsystemet for godstransport kan deles inn i en etterspørsels- og en tilbudsside, hvor etterspørselssiden er representert ved et sett av matriser for varestrømmer (Hovi, 2018) mellom kommuner i Norge og mellom kommuner i Norge og utlandet, samt modellen NOREG 2 (Rosnes m.fl. 2020). NOREG er en likevektsmodell som brukes til å framskrive varestrømsmatrisene til framtidig etterspørsel etter godstransport i Norge, sammen med bl.a. framskrivning av økonomisk utvikling fra Finansdepartementet.

Tilbudssiden i NGM er representert ved kostnadsfunksjoner og en nettverksmodell som definerer transporttilbudet mellom alle soner i systemet. I tillegg er det en logistikkmodell (de Jong et al 2013) hvor transportløsninger velges på en slik måte at bedriftenes logistikk-kostnader minimeres.

I logistikmodellen tas det utgangspunkt i varestrømmer mellom soner. Varestrømsmatrisene fremskrives til ønskede framtidige beregningsår basert på bl.a. næringsøkonomiske vekstbaner (fra Finansdepartementet). Informasjon om transportdistanse og transporttid fra nettverksmodellen benyttes som grunnlag for beregning av transportkostnader ved valg av optimal transportløsning. Bedriftenes beslutninger om valg av sendingsstørrelse og sendingsfrekvens er inkludert i optimaliseringen. Samlastterminaler, havner og jernbaneterminaler, i tillegg til enkelte store transportbrukeres lagre, er kodet inn i nettverksmodellen.

For et gitt beregningsår så forutsettes det normalt at varestrømmene som modellen skal fordele på ulike transportmidler og ruter er konstante, uavhengig av beregningsscenario. Det innebærer at samlet etterspørsel etter transport fra sender til mottaker ikke påvirkes av transportpriser, terminalstruktur eller andre policyvariabler i modellen. Det som påvirkes er transportmiddelvalg, sendingsfrekvens og skipningsstørrelser. I forbindelse med beregningene av klimabanene har man valgt å gå bort fra prinsippet om uendrede varestrømmer, ved at likevektsmodellen NOREG 2 er brukt til å beregne endringer i handelsmønster knyttet til økte transportkostnader og økt CO₂-avgift i flere sektorer.

De ulike kostnadselementene i modellen er oppdatert til 2021-nivå i kostnadsmodellen som er en del av modellsystemet (Grønland, 2022). Tidsverdi for de ulike varegruppene samsvarer med resultatene fra verdsettingsstudien for godstransport som ble gjennomført i 2018 (Halse m.fl., 2019).

Resultatene fra beregningene med nasjonal godstransportmodell presenteres i denne rapporten i form av utvikling i transportarbeid per transportmåte, på nasjonalt nivå. Resultatene kan brytes ned geografisk eller på strekningsnivå, men dette er ikke gjort her siden formålet har vært å beregne klimagassutslipp.

2.3 Likevektsmodellen NOREG 2

NOREG 2 er en romlig likevektsmodell som er kalibrert slik at varestrømmene i basisåret¹ samsvarer med godsstrømmene i Nasjonal godsmodell og med det regionale produksjons- og forbruksmønsteret som er gitt av kryssløpstabellene. Modellen er også kalibrert slik at referansebanen som modellen produserer over fremtidig utvikling i norsk regional økonomi, i makro samsvarer med Perspektivmeldingen 2021. På den måten er NOREG 2 en modell som kan benyttes til å regionalisere vekstratene gitt av Perspektivmeldingen. Denne regionaliseringen skjer gjennom den næringsspesifikke utviklingen i de ulike regionene og den demografiske utviklingen gitt av befolkningsframskrivningen og den endogeniserte flyttemekanismen i modellen.

NOREG 2 ble i forbindelse med framskrivningene benyttet til å predikere fremtidig inter-regional handel med varer og dermed fremtidig etterspørsel etter godstransport. Til dette ble det utarbeidet en referansebane for utviklingen i den norske økonomien i perioden 2020-2060. Denne referansebanen viser de regionaløkonomiske konsekvensene av makroøkonomisk utvikling og vekst i tråd med offisielle perspektivberegninger. For mer informasjon om bruk av NOREG 2 til utarbeidelse av referansebanen vises til Madslie, Hovi og Hansen (2022).

I forbindelse med utvikling av klimabanene har man imidlertid også valgt å benytte likevektsmodellen NOREG 2 for å få tatt hensyn til at endringer i transportkostnader og økt CO₂-avgift har virkninger i større deler av økonomien og ved det påvirker handelsmønsteret, både via økte avgifter på produksjon

¹ Basisåret for kryssløpstabellene er 2018 i NOREG 2.2

som genererer CO₂, men også via økte transportkostnader. Dette innebærer at vi ikke lenger forutsetter at de samme godsmengdene skal transporteres i et gitt framskrivingsår, men at dette påvirkes av og varierer med de økte kostnadene som legges på transport og produksjon.

En nærmere beskrivelse av mekanismene i modellen NOREG 2 finnes i vedlegg 2 og i Hansen (2023).

3 Klimabanene som er beregnet

I tillegg til at det skal etableres utviklingsbaner for transport som når klimamålene, har det også vært en forutsetning at utviklingen skal være i tråd med nullvekstmålet som gjelder biltrafikken i byområdene. I dette kapitlet gis en oversikt over hvilke forutsetninger som er lagt til grunn for beregningene med transportmodellene i de ulike utviklingsbanene. Forutsetningene, dvs. hvilke priser som skal legges til grunn for drivstoff, veiprising, bompenger etc, er bestemt av transportvirksomhetene, bl.a. ut fra resultatene for beregnet trafikkutvikling i de alternative utviklingsbanene fra framskrivningene.

3.1 Generelle forutsetninger

I beregningene av klimabaner er det lagt til grunn de samme eksogene forutsetninger om befolkningsutvikling, økonomisk utvikling og infrastrukturutvikling som i referansebanen. Disse er detaljert redegjort for i (Madslie og Steinsland, 2022).

Befolkningsutviklingen følger SSBs MMMM-framskriving fra juli 2022, som vist i tabell 3.1.

Tabell 3.1: Framskrevet folke­mengde i Norge for utvalgte år. Alternativ MMMM, SSB.

År	2020	2030	2040	2050	2060
Befolkning, sum	5 367 580	5 660 704	5 887 567	6 033 631	6 101 191
Befolkning, 0-12 år	802 405	740 610	780 089	782 485	743 088
Befolkning, 13-19 år	446 344	450 284	408 355	433 814	435 471
Befolkning, 20-66 år	3 291 411	3 417 661	3 399 272	3 374 024	3 329 233
Befolkning, 67 år +	827 420	1 052 149	1 299 851	144 3308	1 593 399

Tabell 3.2 viser forventet befolkningsvekst fra 2020 til 2060, når befolkningen i 2020 er satt til 100.

Tabell 3.2: Framskrevet folke­mengde i Norge for utvalgte år (2020=100). Alternativ MMMM, SSB.

År	2020	2030	2040	2050	2060
Befolkning, sum	100	105,5	109,7	112,4	113,7
Befolkning, 0-12 år	100	92,3	97,2	97,5	92,6
Befolkning, 13-19 år	100	100,9	91,5	97,2	97,6
Befolkning, 20-66 år	100	103,8	103,3	102,5	101,1
Befolkning, 67 år +	100	127,2	157,1	174,4	192,6

For *økonomisk utvikling* har vi brukt tall fra Perspektivmeldingen 2021 for forventet utvikling i privat forbruk på nasjonalt nivå. For godstransport benyttes nasjonale vekstrater for ulike sektorer fra Perspektivmeldingen 2021 som utgangspunkt for å etablere et regionaliserte vekstrater til bruk i godsmodellen.

Transporttilbudet bygger på veinett hentet fra NVDB og kollektivruter fra ENTUR. For framtidige år er det lagt inn vedtatte tiltak (bundne prosjekter) som er iverksatt eller har fått bevilget midler. Som bundne prosjekter til NTP 2025-2036 inkluderes prosjekter som er i gang eller som er tildelt midler i budsjettet 2023. For Nye Veiers prosjekter inkluderes prosjekter som er under utbygging eller som er planlagt med oppstart i 2023-2024. Det er også tatt inn at noen (trafikksvake) fergestrekninger blir gratis i analyseperioden. For jernbanetransport er det lagt til grunn et bedre rutetilbud i 2030 og i 2060 enn i dagens situasjon, der åpningen av Follobanen er det viktigste prosjektet. Ellers åpner også Fornebu-banen innen 2030, samt bybanen til Fyllingsdalen i Bergen. For øvrig kollektivtilbud er det ikke forutsatt noen endring av rutetilbudet i beregningsperioden, frekvensen holdes uendret og ingen nye ruter kom-

mer til. En nærmere beskrivelse av veiprojekter som åpnes i analyseperioden og tilbudsforbedringer for kollektivtrafikk er vist i rapportens vedlegg 1.

Bomstasjoner som skal tas ned innen 31/12-2030 er tatt ut fra referanseveinettet for 2030. Andre bomstasjoner opprettholdes, sammen med bomstasjoner for nye veiprojekt hvor det er stortingsvedtak om bompengefinansiering. I 2060 er det forutsatt at kun bomringene knyttet til de fire største byområdene gjenstår, alle andre bomstasjoner er fjernet.

3.2 Klimabane 1a og 1b

I TØI-rapport 1926/2022 har én av de alternative utviklingsbanene som mål å oppnå nullvekst i de fire største byområdene (Alternativbane 2). De fire områdene som der var omfattet av nullvekstmålet er:

- Oslo og Akershus
- Trondheimsområdet (Trondheim, Melhus, Klæbu, Malvik og Stjørdal)
- Bergensområdet (Bergen, Askøy, Øygarden, Alver og Bjørnafjorden)
- Nord-Jæren (Stavanger, Sandnes, Sola og Randaberg)

Nullvekst i framskrivningens Alternativbane 2 ble oppnådd gjennom følgende tiltak ble forutsatt innført i de fire byområdene:

- Bomring: Elbil betaler samme takst som fossil (ble forutsatt for alle bomstasjoner i hele landet, ikke bare i byområdene).
- Veiprising på alle veilenker i byområdene, der taksten ble satt noe ulikt i byområdene².
- Parkering: Elbiler fikk samme takst som fossilbiler. Parkeringsavgiften økes i tillegg med 50 %.
- Kollektiv: Kollektivtakstene reduseres med 25%, som en proxy for et bedre tilbud/økt attraktivitet for å velge kollektivtransport.

I Klimabanene som er beregnet nå har man utvidet området for nullvekst til å omfatte flere byområder utover de fire som er nevnt over.

I **Klimabane 1a** skal det være nullvekst også i følgende 5 byområder:

- Nedre Glomma (Fredrikstad og Sarpsborg)
- Buskerudbyen (Drammen, Lier, Øvre Eiker og Kongsberg)
- Tromsø
- Kristiansand
- Grenland (Skien, Porsgrunn, Siljan og Bamble)

I **Klimabane 1b** legges det i tillegg opp til nullvekst i følgende byområder:

- Ålesund (gamle Ålesund kommune slik den var før sammenslåing i 2020)
- Bodø
- Haugesundområdet (Haugesund og Karmøy)
- Vestfoldbyene (Larvik, Tønsberg og Sandefjord)
- Arendal og Grimstad

² SVVs modelloperatører fant etter diverse testing at følgende km-takster (2021-kroner) ville gi nullvekst:

- Oslo/Akershus: 1 kr/km i 2030, 3 kr/km i 2060 (disse satsene viste seg å være litt for høye, slik at det beregnes nedgang i trafikkarbeidet med bil i disse fylkene).
- Trondheim/Melhus/Klæbu/Malvik og Stjørdal: 0.90 kr/km i 2030, 2.45 kr/km i 2060
- Bergensområdet (Bergen, Askøy, Øygarden, Alver, Bjørnafjorden): 0.89 kr i 2030, 1.48 kr i 2060
- Nord-Jæren (Stavanger, Sandnes, Sola og Randaberg): 1.48 kr/km i 2030, 2.37 kr/km i 2060

I de to Klimabanene 1a og 1b legges det til grunn de samme tiltakene som i Alternativbane 2 (nullvekstbanen) i framskrivningene, med unntak av at **kollektivtakstene ikke settes ned**. Dette siste vil isolert sett bidra til at vi nå beregner høyere trafikkvekst for bil enn det som ble beregnet i Alternativbane 2.

I de nye nullvekstområdene legges det skjønsmessig til grunn en **veiprisingsavgift på 1 kr/km i 2030 og 2,50 kr/km i 2060** (begge deler i 2022-kroner). I tillegg forutsettes det at **drivstoffprisen øker til 35 kr pr liter**, dels knyttet til kraftigere innfasing av biodrivstoff, dels til økt CO₂-avgift og dels til generelt økt oljepris. Prisøkningen for drivstoff er ikke begrenset til byområdene og vil virke til å redusere etterspørselen etter personbiltransport i hele landet. På grunn av rask innfasing av elektriske personbiler så vil imidlertid andelen av trafikken som påvirkes av økt drivstoffpris reduseres raskt.

I langdistansemodellen (NTM6) legges det i alle banene inn en **billettprisøkning for flyreiser på 25 %**.

Det er verdt å merke seg at det er **svært kraftige prisøkninger som legges inn for biltrafikken** i disse klimabanene, med både veiprising og økte parkeringskostnader i byområdene (som mange steder er store i utstrekning), kombinert med økte bomkostnader og økte drivstoffpriser i hele landet.

3.3 Klimabane 2

I Klimabane 2 legges følgende forutsetninger til grunn:

- Det tas utgangspunkt i Klimabane 1b, dvs. veiprising mm i 14 byområder og 25 % økte billettpriser for flyreiser.
- Fossil drivstoffpris økes fra 35 kr/l i Klimabane 1b til 50 kr/l i Klimabane 2
- Frekvensen på alle kollektivruter økes med 33 %
- Taksten på alle kollektivruter reduseres med 25 % (både for enkeltbillett og månedsbillett)

I kapittel 4 viser vi resultater fra beregninger med persontransportmodellene, mens tilsvarende for godstransportmodellene vises i kapittel 5. I kapittel 6 går vi gjennom forutsetninger knyttet til nullutslippsinnfasing og bruk av biodrivstoff, samt viser grove utslippsberegninger basert på beregnet trafikk- og transportarbeid og forutsatt teknologiinnfasing og bioinnblanding.

4 Resultater fra modellberegningene for persontransport

4.1 Transportomfang og transportmiddelfordeling

I og med at det er utslipp fra transport som er hovedfokus ved beregning av de ulike klimabanene, så fokuserer vi i det følgende på hva som skjer med trafikk- og transportarbeid i de ulike banene. Vi viser samlede tall for all trafikk som beregnes i RTM og NTM6 (korte og lange turer, skolereiser, samt trafikk fra ekstermatriser som Sverigeturer og turer til flyplass). Nivået på turer til/fra flyplass er skalert i henhold til utviklingen i flyreiser fra NTM6, mens Sverigeturene er skalert slik at de utvikler seg i tråd med de lange reisene.

Resultatene vises først i form av én tabell per utviklingsbane, deretter er beregnet utvikling oppsummert i figurer.

Tabell 4.1: Beregnet utvikling i transportarbeid i Klimabane 1a (bilfører tilsvarer trafikkarbeid med personbil).

	2020	2030	2060	2020-2030	2020-2060	% til 2030	% til 2060
Bilfører	35434	35845	38654	410	3220	1,2%	9,1%
Bilpassasjer	8580	9521	11296	941	2716	11,0%	31,7%
Buss	6274	6758	7164	484	890	7,7%	14,2%
Båt	125	119	116	-6	-9	-5,2%	-7,3%
Tog	3831	4707	5304	876	1473	22,9%	38,4%
Trikk/bane	968	1298	1447	330	479	34,1%	49,5%
Fly	5828	5033	5342	-795	-486	-13,6%	-8,3%
Gang	1486	1576	1667	90	181	6,1%	12,2%
Sykkel	652	740	746	88	93	13,4%	14,3%
SUM	63178	65596	71736	2418	8557	3,8%	13,5%

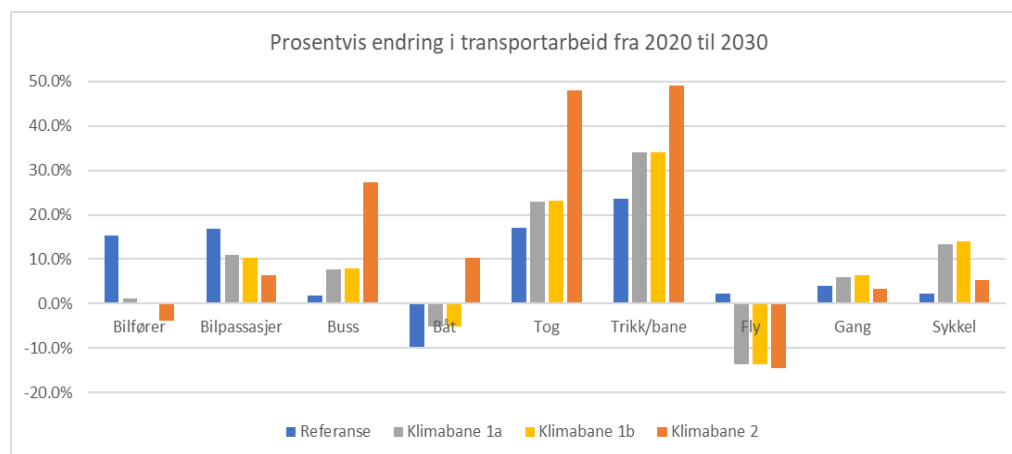
Tabell 4.2: Beregnet utvikling i transportarbeid i Klimabane 1b (bilfører tilsvarer trafikkarbeid med personbil).

	2020	2030	2060	2020-2030	2020-2060	% til 2030	% til 2060
Bilfører	35434	35461	37584	27	2150	0,1%	6,1%
Bilpassasjer	8580	9473	11129	894	2550	10,4%	29,7%
Buss	6274	6773	7203	499	929	8,0%	14,8%
Båt	125	119	116	-6	-9	-5,1%	-7,2%
Tog	3831	4717	5336	885	1504	23,1%	39,3%
Trikk/bane	968	1298	1447	331	479	34,1%	49,5%
Fly	5828	5039	5369	-789	-459	-13,5%	-7,9%
Gang	1486	1580	1678	94	192	6,3%	12,9%
Sykkel	652	744	755	92	102	14,0%	15,7%
SUM	63178	65204	70617	2026	7438	3,2%	11,8%

Tabell 4.3: Beregnet utvikling i transportarbeid i Klimabane 2 (bilfører tilsvarer trafikkarbeid med personbil).

	2020	2030	2060	2020-2030	2020-2060	% til 2030	% til 2060
Bilfører	35434	34072	36756	-1362	1322	-3,8%	3,7%
Bilpassasjer	8580	9133	10891	553	2311	6,4%	26,9%
Buss	6274	7993	8469	1719	2195	27,4%	35,0%
Båt	125	138	134	13	9	10,3%	7,2%
Tog	3831	5668	6320	1837	2489	47,9%	65,0%
Trikk/bane	968	1443	1609	475	641	49,1%	66,3%
Fly	5828	4989	5252	-839	-576	-14,4%	-9,9%
Gang	1486	1536	1617	50	131	3,4%	8,8%
Sykkel	652	688	688	35	35	5,4%	5,4%
SUM	63178	65660	71736	2482	8558	3,9%	13,5%

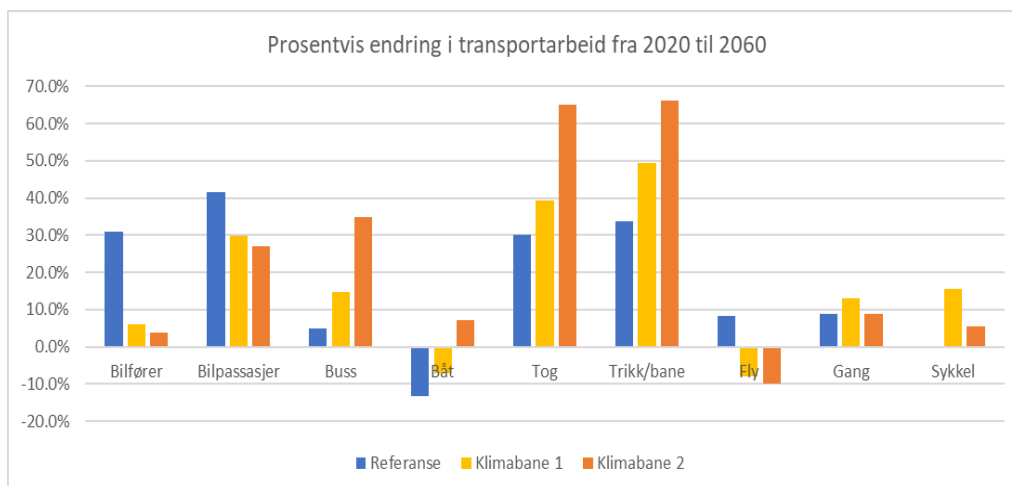
Figur 4.1 viser, for hver av klimabanene, hvilke prosentvise endringer som er beregnet fra 2020 til 2030 per transportmåte. Dette er sammenlignet med tilsvarende beregning fra framskrivningens referansebane.



Figur 4.1: Beregnet utvikling i innenlands persontransportarbeid, sum korte og lange reiser. Inklusive skoleturer og eksternturer. Prosent endring fra 2020 til 2030.

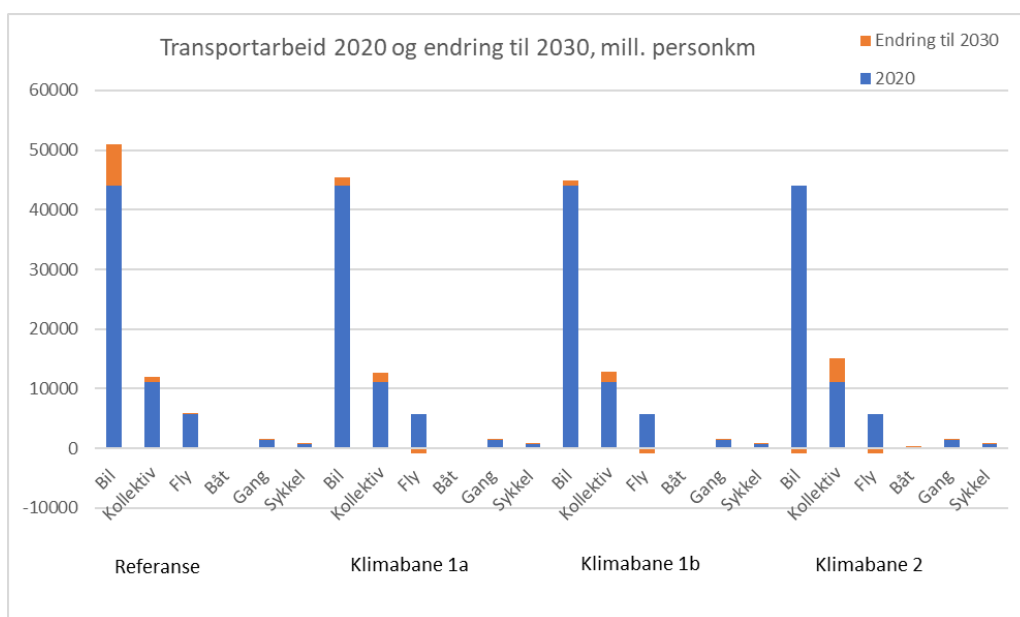
Vi ser fra figuren at veksten i transportarbeid fra 2020 til 2030 for bilfører (dvs. trafikkarbeidet for personbil) reduseres fra drøyt 15 prosent i referansebanen til ca. 1 prosent i Klimabane 1a og nullvekst i Klimabane 1b. I Klimabane 2 øker drivstoffprisene ytterligere, samtidig som tilbudet for kollektivtrafikken bedres ved både lavere pris og økt frekvens. I denne beregningen beregnes en nedgang i transportarbeid for bilfører til 2030 (trafikkarbeid personbil), men samtidig en betydelig økning på buss og båt som også er forbundet med utslipp. Hvordan utslippseffekten blir i en slik situasjon avhenger både av andel av den økte biltrafikken som bruker fossilt drivstoff og i hvilken grad økt etterspørsel etter kollektivtransport kan tas ved eksisterende tilbud eller om tilbudet må oppskaleres.

Figur 4.2 viser beregnet utvikling per transportmåte fra 2020 til 2060.

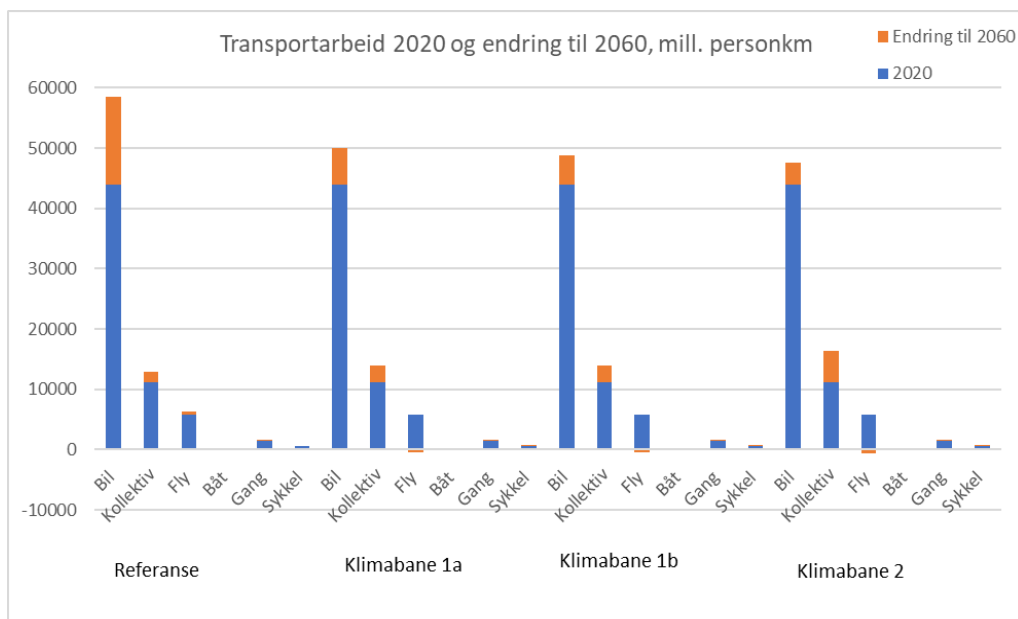


Figur 4.2: Beregnet utvikling i innenlands persontransportarbeid, sum korte og lange reiser. Inklusive skoleturer og eksternturer. Prosent endring fra 2020 til 2060.

Figur 4.3 og figur 4.4 viser beregnet utvikling i transportarbeid, målt i millioner personkilometer.



Figur 4.3: Beregnet utvikling i innenlands persontransportarbeid, sum korte og lange reiser. Inklusive skoleturer og eksternturer. Millioner personkilometer i 2020 og beregnet utvikling til 2030.

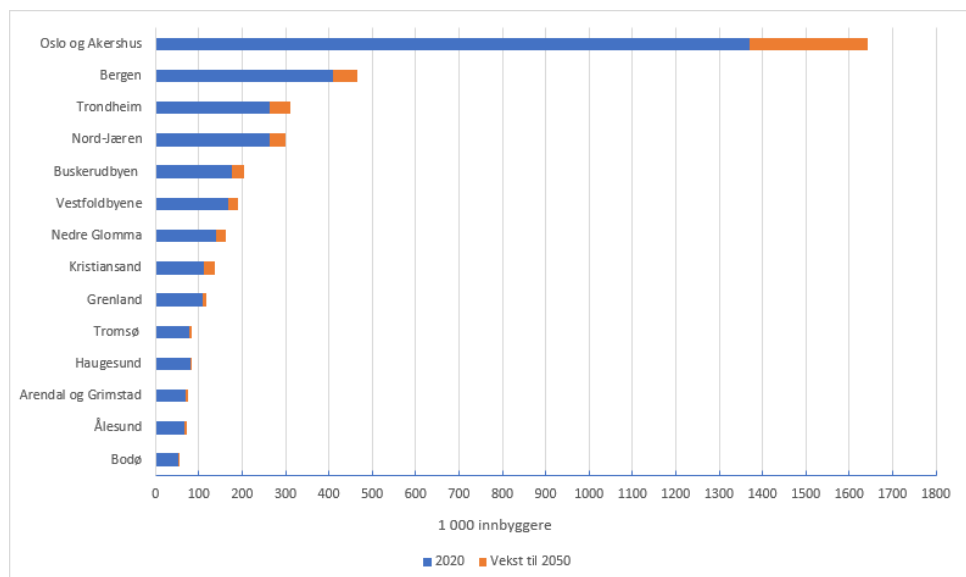


Figur 4.4: Beregnet utvikling i innenlands persontransportarbeid, sum korte og lange reiser. Inklusive skoleturer og eksternturer. Millioner personkilometer i 2020 og beregnet utvikling til 2060.

4.2 Nullvekstmålet

Ved beregning av de ulike utviklingsbanene har det vært en forutsetning at en når nullvekstmålet i hvert av byområdene nevnt i kapittel 3, med 9 byområder i Klimabane 1a og 14 byområder i Klimabane 1b og Klimabane 2.

Befolkningen i de 14 byområdene i 2020 og forventet befolkningsutvikling til 2050 (SSBs MMMM-alternativ) er vist i figur 4.5.



Figur 4.5: Befolkning i 2020 og forventet befolkningsutvikling til 2050 (MMMM-alternativet, SSB).

Tabell 4.4 viser beregnet utvikling i trafikkarbeid med personbil for korte reiser (dvs reiser under 70 km beregnet i RTM) i de ulike byområdene. Dette er ikke en nøyaktig beregning av måloppnåelsen, da en fra disse reisene skulle trukket fra den andelen som er gjennomgangstrafikk, samt lagt til den delen av de lange reisene som ikke er gjennomgangstrafikk. I tillegg skulle man holdt mobile tjenesteytere, som kun

delvis er dekket av RTM-beregningene, utenom. Beregnet utvikling i trafikkarbeid fra korte turer i RTM vil likevel gi et godt grunnlag for å angi hvorvidt nullvekstmålet er oppnådd i de ulike klimabanene.

Tabell 4.4: Utvikling i beregnet trafikkarbeid for korte reiser i de ulike byområdene som er omfattet av nullvekstmålet. I Klimabane 1a gjelder nullvekstmålet kun for byområdene over streken (gult område).

Km personbil Endring fra 2020	Klimabane 1a		Klimabane 1b		Klimabane 2	
	% til 2030	% til 2060	% til 2030	% til 2060	% til 2030	% til 2060
Oslo/Akershus	-16,0%	-27,8%	-16,0%	-27,8%	-20,5%	-31,3%
Trondheim	-3,7%	-3,7%	-3,7%	-3,7%	-7,4%	-5,9%
Bergensområdet	-8,2%	-2,9%	-8,2%	-2,9%	-12,3%	-5,8%
Nord-Jæren	-3,6%	-4,1%	-3,6%	-4,2%	-7,4%	-6,7%
Tromsø	-12,4%	-16,6%	-12,4%	-16,7%	-14,9%	-18,5%
Grenland	-9,4%	-15,4%	-11,3%	-18,0%	-14,6%	-19,8%
Kristiansand	1,4%	2,0%	1,2%	1,5%	-2,4%	-0,6%
Nedre Glomma	-5,3%	-11,5%	-5,3%	-11,5%	-8,2%	-13,0%
Buskerudbyen	-9,5%	-17,7%	-9,5%	-17,7%	-13,7%	-20,8%
Vestfoldbyene	10,2%	30,4%	-6,5%	-15,3%	-10,0%	-17,0%
Arendal og Grimstad	10,3%	21,4%	-5,4%	-17,4%	-8,6%	-18,8%
Ålesund	-3,7%	19,2%	-13,3%	-8,9%	-16,7%	-10,4%
Haugesund	13,3%	15,2%	1,9%	-11,6%	-1,5%	-13,3%
Bodø	7,1%	18,9%	-2,7%	-4,7%	-5,2%	-6,1%

I Klimabane 1a er det lagt inn veiprising og de andre prisendringene i de ni byene som er markert gult i tabellen. Vi ser at nullvekstmålet mer enn oppfylles i alle byområdene med unntak av Kristiansandsområdet. Årsaken til veksten der er trolig knyttet til at ny E18/E39 i området både innebærer en viss trafikkvekst og muligens lengre distanse kjørt i de aktuelle kommunene (omlegging av trasé). Fra de detaljerte resultatene vi har så ser vi at spesielt gamle Søgne kommune får trafikkvekst.

I Klimabane 1b er det små endringer i de byene som hadde veiprising allerede i 1a. Grenland får noe større trafikkreduksjon når det legges inn veiprising også i Vestfoldbyene. I Klimabane 1b legges det inn veiprising også for de fem byområdene under streken, og vi ser at med unntak av Haugesund (inkl. Karmøy) til 2030 så oppfylles kravet til nullvekst alle steder.

I Klimabane 2 beregnes det ikke trafikkøkning i noen av byområdene, verken til 2030 eller til 2060.

5 Resultater fra modellberegningene for godstransport

Beregningene for godstransport er gjort med Nasjonal godstransportmodell, i utgangspunktet på samme måte som for referansebanen og de alternative utviklingsbanene beskrevet i TØI-rapport 1918/2022. I forbindelse med utvikling av klimabanene har man imidlertid også valgt å benytte likevektsmodellen NOREG 2 (se detaljer i TØI 1918/2022) for å få tatt hensyn til at endringer i transportkostnader og økt CO₂-avgift har virkninger i større deler av økonomien og ved det påvirker handelsmønsteret, både via økte avgifter på produksjon som genererer CO₂, men også via økte transportkostnader. Dette innebærer at **vi ikke lenger forutsetter at de samme godsmengdene skal transporteres i et gitt framskrivningsår, men at dette påvirkes av og varierer med de økte kostnadene som legges på transport og produksjon.** I tillegg til det som beregnes av endrede varestrømmer ved bruk av NOREG 2, har vi også valgt å gjøre en **nedjustering av transportetterspørsel for varer til bygg- og anleggssektoren**, basert på at det i utslippsberegningene er lagt til grunn en lavere aktivitet her framover enn i dagens situasjon. Dette kommer vi tilbake til i kapittel 6.

I dette kapitlet viser vi beregnet utvikling i transportarbeid for godstransporten i Klimabane 1 og Klimabane 2. I bane 1 er det forutsatt at lastebiler og dieseltog får en drivstoffpris på 35 kr/liter (inkl. mva), mens det i bane 2 benyttes 50 kr/liter. I begge tilfellene er det forutsatt at prisen på drivstoff til skip får en tilsvarende prosentvis økning som for diesel.

Det er verdt å påpeke at Nasjonal godstransportmodell foreløpig ikke skiller på kjøretøy som bruker fossilt drivstoff og kjøretøy som går på ulike nullutslippsteknologier. Dette har vært et begrenset problem så lenge det legges til grunn en beskjeden innfasing av f.eks. elektriske lastebiler, men i en situasjon med rask innfasing så vil man **overvurdere effekten av økt pris på fossilt drivstoff** fordi en vesentlig del av bilparken ikke vil få denne ekstra kostnaden. I tidligere beregninger har man lagt til grunn Nasjonalbudsjettet sin innfasingstakt av nullutslippslastebiler, som er atskillig mer beskjeden enn det som legges til grunn i de teknologioptimistiske klimabanene i neste kapittel. I alternativbane 3 i framskrivingsrapporten ble det lagt til grunn en samtidig prisøkning på både fossilt drivstoff og elektrisitet, og man hadde da ikke samme utfordring med overvurdering av kostnadsøkningen i og med at den påvirket hele bilparken.

Til forskjell fra de tabeller og figurer som vanligvis vises for godstransportarbeid, så har vi i dette kapitlet kun inkludert innenlands sjøtransport (dvs. at vi har holdt transportarbeid på norsk område av utenlandstransporter utenom beregningen). Dette er gjort fordi det for sjøfart kun er innenriksfarten som er relevant for det nasjonale klimagassregnskapet (det er basert på innenriks omsetning av drivstoff).

Tabell 5.1 viser beregnet utvikling i godstransportarbeid på norsk område i Klimabane 1, når nivået i 2020 er satt lik 100.

Tabell 5.1: Beregnet utvikling i samlet transportarbeid på norsk område. 2020=100. For sjø er kun innenriks transporter inkludert. Klimabane 1.

2020=100	Veg	Sjø	Bane
2020	100	100	100
2030	93,0	105,7	178,4
2060	119,8	112,3	227,1

Tabell 5.2 viser beregnet utvikling i transportarbeid i Klimabane 2, når nivået i 2020 er satt lik 100.

Tabell 5.2: Beregnet utvikling i samlet transportarbeid på norsk område. 2020=100. For sjø er kun innenriks transporter inkludert. Klimabane 2.

2020=100	Veg	Sjø	Bane
2020	100	100	100
2030	84.6	105.5	205.2
2060	108.0	112.2	262.2

Vi ser at det i begge klimabanene beregnes nedgang i transportarbeidet for lastebil til 2030, litt økt transportarbeid på sjø og en kraftig nedgang i transportarbeid på jernbane.

Som nevnt tidligere er **effekten av prisøkningen på fossilt drivstoff overdrevet** som følge av at alle biler og skip, samt dieseltogene, har fått denne prisøkningen, uten at det er tatt hensyn til at store deler av kjøretøyparken/skipsflåten i 2030 og 2060 forutsettes elektrifisert. Hvor mye effekten er overvurdert avhenger av hvor raskt man forutsetter at innfasingen går, noe som ikke var avklart på den tid transportmodellberegningene ble gjort.

I tabell 5.3 viser vi tilsvarende utvikling i referansebanen fra framskrivningene (TØI-rapport 1918/2022).

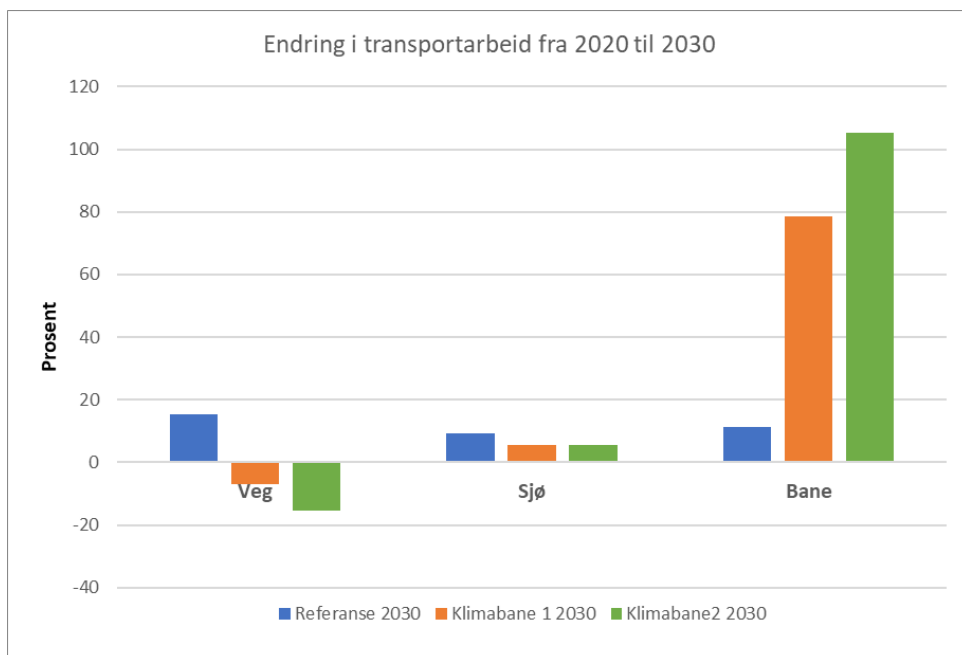
Tabell 5.3: Beregnet utvikling i samlet transportarbeid på norsk område. 2020=100. For sjø er kun innenriks transporter inkludert. Referansebanen.

2020=100	Veg	Sjø	Bane
2020	100	100	100
2030	115,2	109,4	111,3
2060	155,1	119,6	135,0

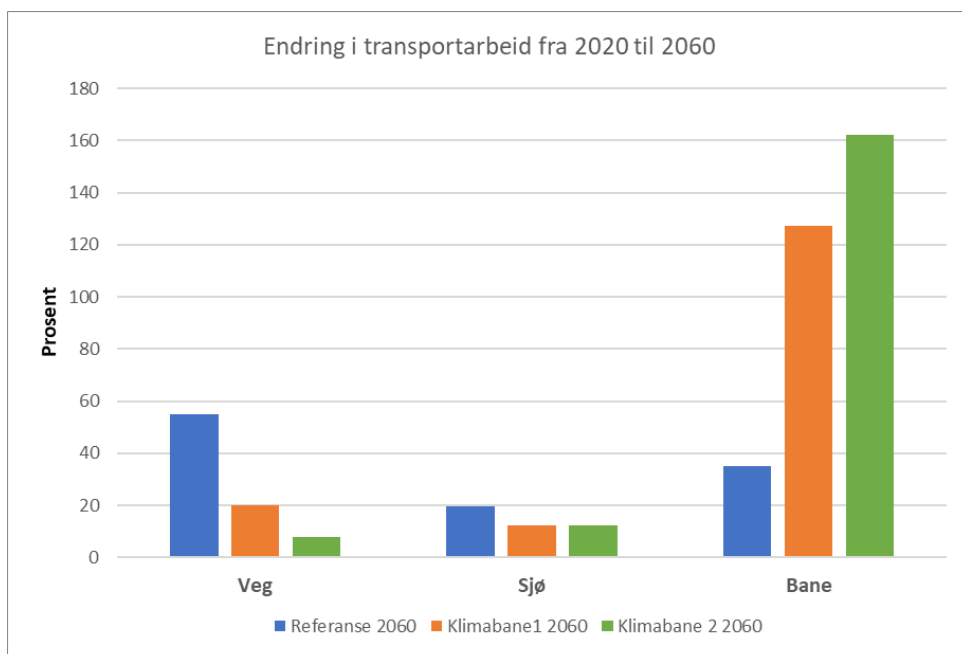
Vi ser at de to klimabanene har reduksjon i transportarbeidet for lastebil i motsetning til det som er beregnet i referansebanen. Deler av dette er knyttet til overføring av gods fra vei til jernbane på grunn av høyere drivstoffpris, men en stor del av forskjellen skyldes at **en i klimabanene også har gjort endringer i varestrømmene i 2030 og 2060 basert på feedback-beregninger med NOREG 2-modellen**, som følge av økte drivstoffpriser og generell økning i CO₂-avgiften. Disse tilleggsberegningene har medført at samlet transportbehov i beregningene ligger betydelig under det man opererte med i opprinnelig framskrivning.

Vi legger ellers merke til at det beregnes en kraftig prosentvis vekst på jernbane, som kan forklares med at en der har mye lavere markedsandel enn for de andre transportmidlene. Vi har ikke gjort noen vurderinger av eventuelle kapasitetsutfordringer knyttet til så kraftig vekt i jernbanetransport.

De følgende figurer sammenligner beregnet prosentvis utvikling i de alternative banene, først fra 2020 til 2030, deretter 2020 til 2060.

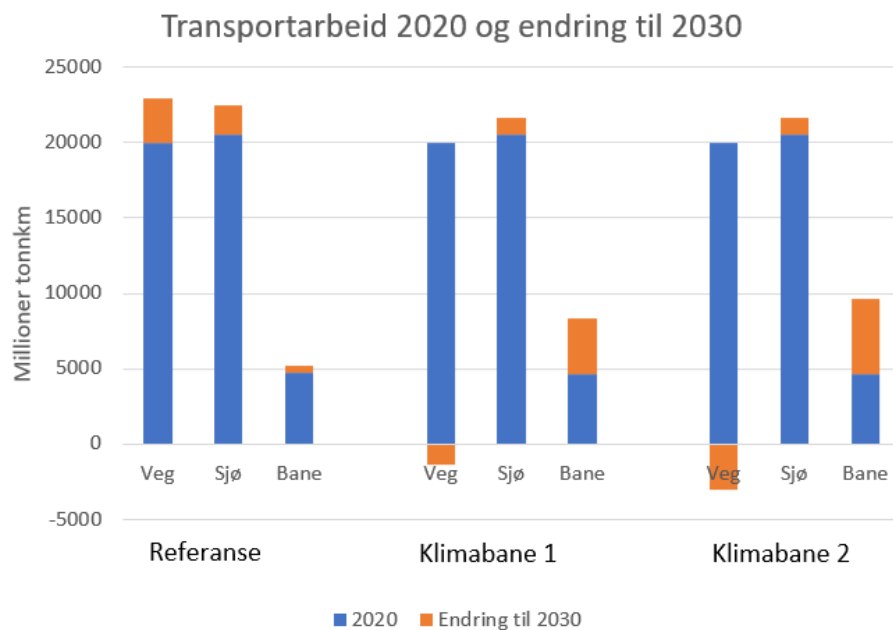


Figur 5.1: Beregnet endring i transportarbeid (prosent) på norsk område fra 2020 til 2030. For sjøtransport er kun innenlands transport inkludert i de to Klimabanene.

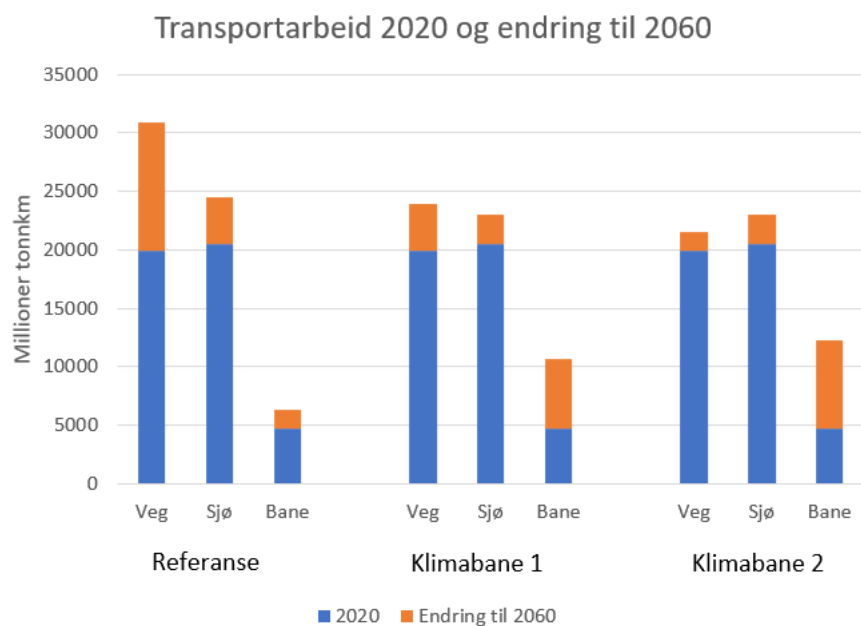


Figur 5.2: Beregnet endring i transportarbeid (prosent) på norsk område fra 2020 til 2060. For sjøtransport er kun innenlands transport inkludert i de to Klimabanene.

De neste figurene viser transportarbeid i 2020 og beregnet endring til hhv. 2030 og 2060, målt i millioner tonnkilometer.



Figur 5.3: Beregnet utvikling i godstransportarbeid. Millioner tonnkilometer i 2020 og beregnet utvikling til 2030. For sjøtransport er kun innenlands transport inkludert i de to Klimabanene



Figur 5.4: Beregnet utvikling i godstransportarbeid. Millioner tonnkilometer i 2020 og beregnet utvikling til 2060. For sjøtransport er kun innenlands transport inkludert i de to Klimabanene

6 Utslipp fra transport

Utslipp fra transport omfatter langt mer enn utslipp fra de transportmidlene som det gjøres beregninger for i modellkjøringer med person- og godtransportmodellene. I tabellen under viser vi utslippsstatistikk fra SSB for 1990 og 2021, som er videre bearbeidet av transportvirksomhetene og TØI, slik at utslippet er splittet opp på flere transporttyper og utslippskategorier enn det som normalt oppgis i utslippsregnskapene. Oppsplittingen er gjort for at det skal være lettere å knytte beregninger av utvikling i transport- og trafikkarbeid opp mot riktig utslippskategori. Tabellen viser utslipp av CO₂-ekvivalenter i 1990 og 2021, utslippskildens andel av utslipp fra transport i 2021, samt (nederst) hvilket utslipp man kan tillate i 2030 i en situasjon der transportsektoren oppfyller målet om 55 prosents utslippsreduksjon i forhold til 1990.

Tabell 6.1: Utslipp (millioner tonn CO₂-ekvivalenter fra transport) i 1990 og 2021, samt hva man kan ha i 2030 i henhold til klimamålsettingen. Kilde: SSB, bearbeidet av transportvirksomhetene og TØI.

Utslippskilde	Mill.tonn CO ₂ -ekv 1990	Mill.tonn CO ₂ -ekv 2021	Andel 2021
Lastebiler (splittet fra tunge basert på trafikkarbeid)	1,09	2,33	15%
Buss (splittet fra tunge basert på trafikkarbeid)	0,48	0,57	4%
Varebil	0,74	1,49	9%
Personbiler	5,05	4,16	26%
MC/Moped	0,07	0,14	1%
Fiske	0,75	0,84	5%
Innenriks Sjøfart gods	0,36	0,56	4%
Innenriks Sjøfart bilferge	0,26	0,39	2%
Innenriks Sjøfart Offshore	0,53	0,82	5%
Innenriks Sjøfart brønnbåt/havbruk	0,24	0,37	2%
Innenriks Sjøfart øvrig	0,44	0,68	4%
Landbruks- og anleggsmaskiner	1,33	2,50	16%
Annet (Fritidsbåter, motorredskaper (bensin), snøscootere)	0,32	0,35	2%
Luftfart (sivil innenriks)	0,71	0,82	5%
Jernbane (dieseldrift og anleggsmaskiner)	0,11	0,05	0%
Sum	12,46	16,07	100%
Målsetting i 2030, 55% reduksjon fra 1990-nivå (mill. tonn)			5,61

Selv om det er gjort transportmodellberegninger for år 2060, er det valgt å ikke ha fokus på disse i utslippsberegningene videre, da det ifølge Miljødirektoratet kan forutsettes allerede i et 2050-scenarior at alt resterende drivstoff er biodrivstoff, hydrogenbasert (evt. grønn ammoniakk/metanol) eller syntetisk drivstoff. Ved en slik forutsetning vil man beregne en utslippsfri transportsektor i 2050.

I tidligere kapitler har vi beregnet en transportutvikling i de ulike klimabanene, basert på virkemidler knyttet til prising av transporten. I tillegg til dette så legges det til grunn ulike forutsetninger i klimabanene knyttet til teknologiutvikling og bruk av biodrivstoff.

Klimabane 1 er definert som en bane med høyt fokus på teknologi, med dertil svært optimistisk innfasing av nullutslippstransportmidler. I Klimabane 2 er det forutsatt litt lavere innfasingstakt for nullutslippsteknologi, noe som fører til høyere utslipp. Dette vil til en viss grad motvirkes av at transportomfanget er noe lavere i denne banen på grunn av høyere drivstoffpriser. I begge klimabanene er det forutsatt en høy andel bioinnblanding. Både nullutslippsandeler og bioinnblanding er basert på vurderinger gjort i transportvirksomhetene, og det presiseres derfra at tallene er beheftet med stor usikkerhet og til dels manglende datagrunnlag. Dette gjelder både hvor raskt teknologien er tilgjengelig og klar til

bruk og hvor raskt det vil gå å skifte ut kjøretøypark eller skipsflåte. Slike forhold diskuteres nærmere i transportvirksomhetenes leveranse til Samferdselsdepartementet og Nærings- og fiskeridepartementet 31. mars 2023.

Tabell 6.2 viser hvilke forutsetninger som er gjort knyttet til nullutslippsandel (andel av kjørte kilometer) og andel biodrivstoff innblandet for hver transportform i henholdsvis Klimabane 1 og Klimabane 2. Det er i tillegg tatt med en Klimabane 3, som er lik bane 2 for disse elementene, men hvor det gjøres egne vurderinger knyttet til utvikling i transportomfang. Dette diskuteres i tilknytning til tabell 6.3.

Tabell 6.2: Oversikt over forutsetninger knyttet til nullutslippsandel og bioinnblanding i 2030.

Utslippskilde	Klimabane 1a og 1b		Klimabane 2 og 3	
	Nullutslipp	Bioinnblanding	Nullutslipp	Bioinnblanding
Lastebiler	50%	40%	30%	40%
Buss	70%	40%	70%	40%
Varebil	50%	40%	30%	40%
Personbiler	80%	40%	75%	40%
MC/Moped	50%	40%	50%	40%
Fiske	15%	40%	10%	40%
Innenriks Sjøfart gods	20%	40%	15%	40%
Innenriks Sjøfart bilferge	60%	40%	60%	40%
Innenriks Sjøfart Offshore	20%	40%	15%	40%
Innenriks Sjøfart brønnbåt/havbruk	20%	40%	15%	40%
Innenriks Sjøfart øvrig	20%	40%	15%	40%
Landbruks- og anleggsmaskiner	15%	40%	15%	40%
Annet (Fritidsbåter, motorredskaper (bensin), snøscootere)	30%	40%	20%	40%
Luftfart (sivil innenriks)	0%	45%	0%	45%
Jernbane (dieseldrift og anleggsmaskiner)	0%	40%	0%	40%

For de utslippskildene der transportmodellene er egnet til å si noe om utvikling i transportomfang, har vi lagt dette til grunn ved beregning av framtidig utslipp. Dette gjelder personbiltrafikk, lastebiltrafikk, godstransport på sjø, kollektivtrafikk og luftfart.

For kollektivtransport (inkl. flytransport) er det forutsatt at tilbudet (i form av kjørte kilometer) reduseres når etterspørselen beregnes å gå ned. Der etterspørselen beregnes å øke, forutsettes det at etterspørselsøkningen kan dekkes gjennom eksisterende kollektivtilbud. Dette er en grov forenkling, men uten en slik forutsetning kan en ende opp i en situasjon der overføring av trafikk fra personbil (som er kommet lengst når det gjelder nullutslippsandel) til kollektivtrafikk gir økte utslipp. Dette gjelder spesielt ved overføring til sjøtransport, men også til dieseltog og den delen av busstrafikken som ikke blir nullutslipp like raskt som bybussene.

For utslippskilder som transportmodellene ikke kan si noe om er det gjort grove vurderinger av hvordan etterspørsel eller aktivitetsnivå kan utvikle seg, gitt de virkemidlene som innføres, i samråd med transportvirksomhetene. Dette gjelder bl.a. varebiler, landbruks- og anleggsmaskiner, fiske, MC/moped og annet (fritidsbåter, motorredskaper, småbåter og snøscootere). Av vurderinger som bør nevnes er at «Sjøfart Offshore» er beregnet uendret selv om oljevirkosheten forventes redusert. Årsaken er at det forventes økt aktivitet knyttet til havvind. «Buss» (alle Klimabaner) og «Innenriks Sjøfart øvrig» i Klimabane 2 beregnes å ha økt etterspørsel, men som forklart tidligere forutsettes det at dette kan tas innenfor dagens tilbud (dvs. at kjørte kilometer ikke endres). For «Landbruks- og anleggsmaskiner» er det forutsatt en nedgang, ut fra signaler om redusert aktivitet i anleggssektoren. Dette er, som mye annet av det som er gjort, usikre forutsetninger. Den forutsatte nedgangen i bygge- og anleggssektoren har vi for øvrig også dratt videre i varestrømsmatrisene, i form av en manuell nedjustering av nivået (varestrømmene) for de mest relevante varegruppene.

Tabell 6.3 angir hvilken utvikling i transportomfang som er benyttet for de ulike kjøretøytypene i hver av klimabanene. **Utviklingen til 2030 er vist som endring i forhold til 2020-nivået på trafikken.** I og med at referansebanen opererer med en betydelig trafikkvekst fra 2020 til 2030, bl.a. knyttet til befolkningsvekst og at det blir billigere å kjøre bil i takt med innfasing av elbiler med lave kilometerkostnader og ulike elbilfordeler, så vil nullvekst fra 2020 til 2030 i praksis innebære en **kraftig trafikkreduksjon i forhold til referansen.** Dette er vist i figurene fra transportberegningene i kapittel 4 og 5.

I tabell 6.3 er utviklingen angitt med én desimal der den bygger på beregninger med transportmodellene, ellers er det brukt heltall for prosentvis endring. Klimabane 3 i tabellen er en «teknisk» bane som har tatt utgangspunkt i Klimabane 2, men der trafikken er redusert ytterligere på en slik måte at klimamålene nås. Dette er en bane som ble etablert etter at det ble klart at Klimabane 2 ikke ville gi et utslipp som var lavt nok til å nå klimamålet.

Tabell 6.3: Oversikt over forutsetninger knyttet til utvikling i transportomfang fra 2020 til 2030.

Endret transportomfang fra 2020 til 2030	Bane 1a	Bane 1b	Bane 2	Bane 3
Lastebiler	-7,0%	-7,0%	-15,4%	-20%
Buss	0%	0%	0%	0%
Varebil	0%	0%	-5%	-10%
Personbiler	1,2%	0,1%	-3,8%	-10%
MC/Moped	0%	0%	0%	-10%
Fiske	0%	0%	0%	-10%
Innenriks Sjøfart gods	5,7%	5,7%	5,5%	-10%
Innenriks Sjøfart bilferge	0%	0%	0%	0%
Innenriks Sjøfart Offshore	0%	0%	0%	-15%
Innenriks Sjøfart brønnbåt/havbruk	5%	5%	0%	-10%
Innenriks Sjøfart øvrig (persontransport)	-5,2%	-5,1%	0%	-10%
Landbruks- og anleggsmaskiner	-15%	-15%	-20%	-20%
Annet (Fritidsbåter, motorredskaper (bensin), snøscootere)	0%	0%	-10%	-15%
Luftfart (sivil innenriks)	-13,6%	-13,5%	-14,4%	-30%
Jernbane (dieseldrift og anleggsmaskiner)	25%	25%	50%	50%

For de ulike kategoriene veitrafikk har vi beregnet utslippet i hver av klimabanene i 2030 ved følgende enkle metodikk:

1. Etablert utslippsfaktorer for «fossil» kjøring i 2021, uten bioinnblanding, basert på trafikkarbeid og utslipp fra SSB for 2021, samt statistikk for nullutslippsandel og faktisk bioinnblanding.
2. Denne utslippsfaktoren brukes sammen med beregnet (eller anslått) trafikkutvikling fra 2021 til 2030 til å beregne et teoretisk utslipp i 2030, uten verken nullutslippskjøretøy eller innblanding av biodrivstoff.
3. Deretter beregnes utslipp i 2030 basert på at gitt andel av trafikkarbeidet forutsettes å skje med nullutslippskjøretøy for aktuell kjøretøytype.
4. Til slutt beregnes utslipp i 2030 når man også tar hensyn til forutsatt andel innblandet biodrivstoff for den aktuelle kjøretøytypen.

For de andre transportmidlene (skip, tog, fly) er i prinsippet samme metodikk benyttet, men siden andel nullutslipp i basisåret der er tilnærmet null var det ikke nødvendig å gå via regneøvelsen i punkt 1 for å finne reell utslippsfaktor for «fossil» kjøring.

Basert på denne metoden og forutsetningene i de foregående tabeller så beregner vi utslippet fra transport i 2030 å være som vist i tabell 6.4. For sammenligningens skyld har vi også vist utslippsframskrivningen fra Nasjonalbudsjettet 2023.

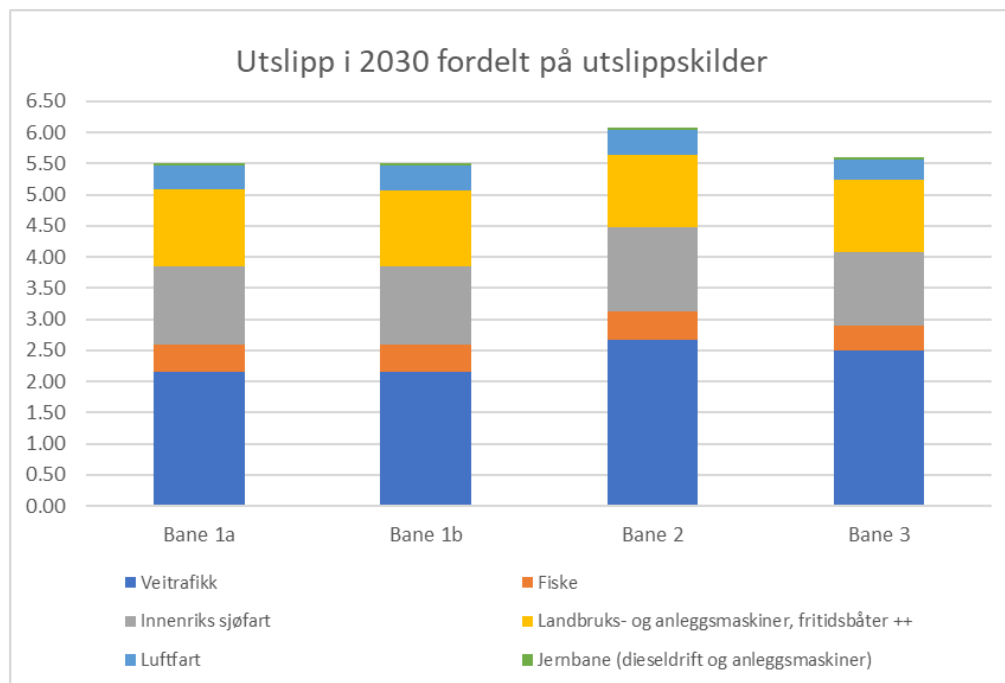
Tabell 6.4: Beregnet utslipp i de ulike Klimabanene, fordelt på utslippskilde. Millioner tonn CO₂-ekvivalenter.

Utslippskilde - beregnet utslipp 2030	NB2023	Bane 1a	Bane 1b	Bane 2	Bane 3
Veitrafikk	5,30	2,16	2,15	2,67	2,49
Fiske	0,71	0,43	0,43	0,46	0,41
Innenriks sjøfart	2,35	1,26	1,26	1,35	1,19
Landbruks- og anleggsmaskiner, fritidsbåter ++	2,38	1,23	1,23	1,17	1,16
Luftfart	0,69	0,39	0,39	0,39	0,32
Jernbane (dieseldrift og anleggsmaskiner)	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04
SUM (Målsetting i 2030: 5.61 mill tonn)	11,47	5,51	5,50	6,08	5,60

I og med at målsettingen er å komme ned til et utslipp på 5.61 millioner tonn CO₂-ekvivalenter i 2030, ser vi at både Klimabane 1a og 1b når målet, mens Klimabane 2 ikke helt kommer dit. Det ble derfor etablert en «teknisk» bane 3, med noe svakere trafikkutvikling enn i bane 2. Som tidligere omtalt er **utslippseffektene for godstransport noe overvurdert** knyttet til at den økte prisen på fossilt drivstoff er lagt på en for stor del av kjøretøyparken. Det er spesielt for veitrafikken dette slår ut, siden innfasingen av elektriske kjøretøy (som ikke skal belastes med økt drivstoffpris) er forutsatt størst der.

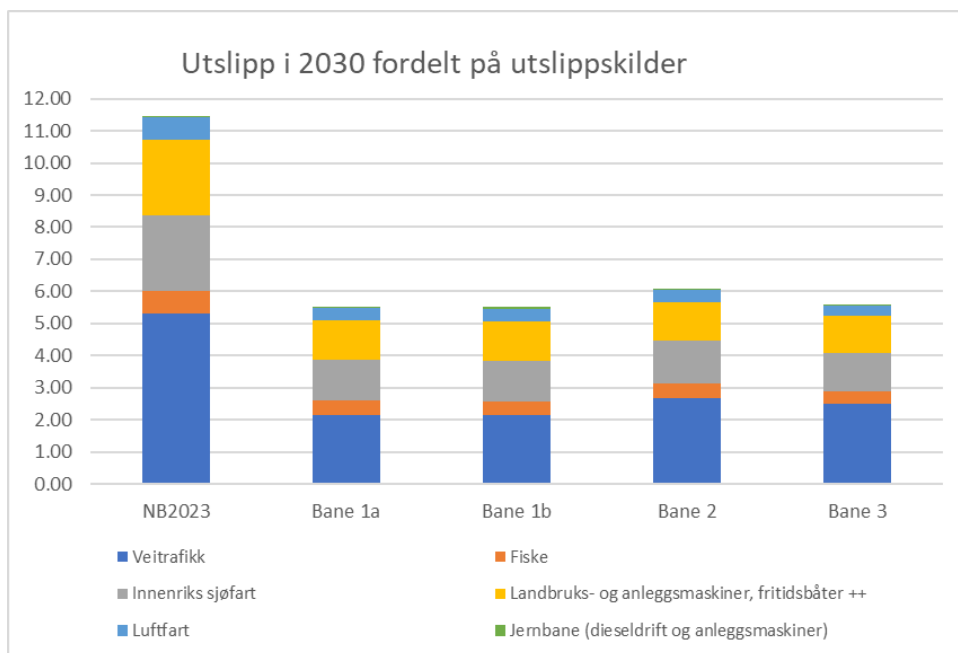
Det at en har kommet fram til Klimabaner som når det nasjonale utslippsmålet for transport må ikke tolkes som at det er en enkel oppgave å redusere utslippet med 55 prosent fra 1990 til 2030. Det ligger svært sterke forutsetninger til grunn for disse banene, både når det gjelder nullutslippsinnfasing, innblanding av biodrivstoff, og hvilke kostnadsøkninger som i beregningen er forutsatt for privatbilkjøring og næringstransport.

I figur 6.1 viser vi det samme som i tabellen over, dvs. beregnet utslipp i de ulike klimabanene i 2030, fordelt på utslippskilde.



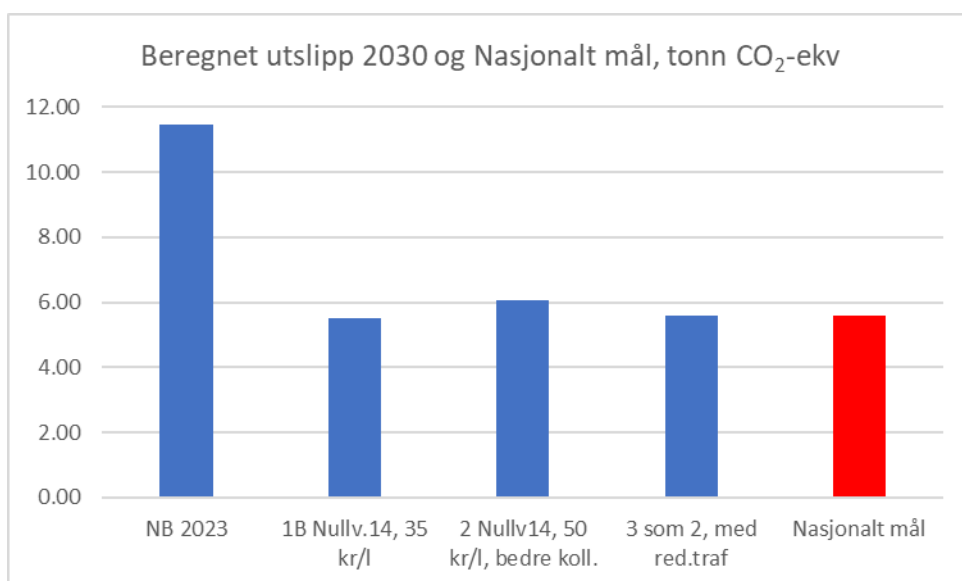
Figur 6.1: Beregnet utslipp i de ulike Klimabanene, fordelt på utslippskilder. Millioner tonn CO₂-ekvivalenter.

I neste figur har vi også tatt med en søyle som viser forventet utslipp i henhold til Nasjonalbudsjettet 2023.



Figur 6.2: Beregnet utslipp i Nasjonalbudsjettet 2023 og i de ulike Klimabanene, fordelt på utslippskilder. Millioner tonn CO₂-ekvivalenter.

Tilsvarende figur, men uten fordeling på utslippskildene er vist i figur 6.3.



Figur 6.3: Beregnet utslipp i Nasjonalbudsjettet 2023 og i de ulike Klimabanene. Millioner tonn CO₂-ekvivalenter.

7 Andre virkemidler for mer miljøvennlig godstransport

Scenarioanalysene som er omtalt i dette dokumentet har fokusert på etterspørseffekter av økonomiske tiltak gjennom økt CO₂-avgift på utslipp relatert til industriproduksjon og på drivstoff, samt kostnader knyttet til økt innblanding av biodrivstoff. Det er også analysert hvilke følger økte drivstoffkostnader har på valg av transportmiddel. Den direkte utslippseffekten på CO₂-utslippet er synliggjort under ulike forutsetninger om innfasing av nullutslippskjøretøy og innblanding av biodrivstoff for de ulike transportformene. Pga. tidsperspektivet for analysearbeidet har vi fokusert på virkningene på transportarbeidet (dvs. tonnkilometer), men ikke på at noen tiltak også kan gi klimagevinster som følge av mer effektiv kjøretøyutnyttelse og med det bidra til redusert trafikkarbeid.

Analysene viser at de største utslippsreduksjonene først kommer når andelen biodrivstoff og/eller bestanden av nullutslippskjøretøy blir tilstrekkelig høy. Selv med sterke økonomiske virkemidler er det vanskelig å redusere behovet for godstransport i stor nok grad til at en kan klare å nå målet om 55 % reduksjon i CO₂-utslippet fra transport innen 2030 uten at det også forutsettes at en betydelig del av transporten foregår uten utslipp. For godstransport kan dette synes særlig krevende fordi tilgangen til nullutslippskjøretøy fortsatt er i en tidlig fase i 2023 - syv år før 2030.

Det er mange strategier som kan medvirke til å redusere utslippet fra godstransport. Fritt etter Banister (2008) kan dette oppsummeres i følgende punkter:

1. Redusere transportbehovet
2. Overføre gods fra veg til sjø og bane
3. Påvirke transportdistansen gjennom arealbrukspolitikk
4. Effektivisere transporten gjennom økt konsolidering og økte kjøretøydimensjoner
5. Benytte drivstoff helt uten eller med lavere karboninnhold enn fossilt drivstoff (biodrivstoff, ammoniakk, LNG)
6. Alternative fremdriftsteknologier (batterielektrisk eller hydrogenelektrisk)

I det følgende har vi omtalt utvalgte supplerende virkemidler for CO₂-reduksjon fra godstransport. Vi har skilt mellom generelle tiltak og utvalgte bylogistikktiltak. Sistnevnte er hentet fra Hovi m. fl. (2019), der disse er omtalt i mer detalj. Når det gjelder ulike tiltaks påvirkning på CO₂-utslippet vil eksempelvis bylogistikktiltak først og fremst påvirke det lokale miljøet, men i mindre grad bidra til reduksjoner i det totale klimagassutslippet. Det er først for tiltak som treffer de lange transportene potensialet til å redusere de nasjonale utslippene vil være signifikant.

Det kanskje billigste tiltaket er knyttet til kunnskapsbasert opplæring (f.eks. kursing, infokampanjer) for å forbedre kjøreadferd. **Økokjøring** anslås å kunne redusere drivstofforbruk fra vegtrafikk med 5-15% (Pinchasik m.fl., 2021), men for å få endret adferd til å vare krever dette langsiktig oppfølging. Gevinsten for bedriften er sparte drivstoffkostnader, noe som vises direkte på bunnlinsen, i tillegg til at god kjøreadferd også reduserer ulykkesrisikoen.

Andre tiltak som vil kunne redusere CO₂-utslippet fra langtransport er å **øke tillatte totalvekter** for lastebil og/eller vogntog. I en utredning som er gjort for Statens vegvesen (Hovi med flere, 2023) finner vi at et slikt tiltak vil kunne redusere utslippet fra nasjonal vegtransport med 3-4 %. Utfordringen med tiltaket er at det er en del broer, spesielt i fylkesvegnettet, som ikke er dimensjonert for en slik økning i aksellasten.

Ett annet eksempel er utvidelsen av **tømmervegnettet** (tillatt for inntil 24 meter lange og 56 tonn tunge tømmervogntog) og at dette fra 2020 er åpnet for **modulvogntog** med gode sporingsegenskaper. Kort oppsummert innebærer det at vogntogenes lengde vil øke fra 19 til 25,25 meter og at totalvekten vil øke

fra 50 til 60 tonn. Fordelen med dette tiltaket er at det også øker lastkapasiteten for volumgods. Utfordringen med begge tiltak er at de kan påvirke konkurranseflatene mot sjø- og jernbanetransport, og dermed trekke i retning av økt vegtransport. På den annen side effektiviseres transporten ved at langtransport som tidligere ble utført med tre trekkbiler, kan utføres med to trekkbiler. I et perspektiv der det kan være mangel på tilstrekkelig transportmateriell med nullutslipp, vil dette kunne være et hjelpemiddel for å få raskere innfasing ved at det rett og slett er behov for færre trekkbiler.

Tilsvarende gjelder også for jernbane, at jernbanens konkurransesituasjon vil kunne styrkes dersom det kan kjøres lenger tog. Utfordringen er imidlertid lengden på krysningssporene. Ytterligere ett tiltak, som gjelder alle transportformer, er **hastighetsbegrensninger** eller «**slow steaming**» for sjøtransport. Økte hastigheter øker drivstofforbruket, noe som særlig gjelder for sjøtransport, men også for vegtransport medfører hastigheter over 70 km/timen økt drivstofforbruk.

Lav- og nullutslippssoner innebærer regulering av adkomst til et avgrenset område (f.eks. sentrum) eller i innseilingsleder til havner, med mål om å prioritere hybride transportløsninger og nullutslippskjøretøy. Dette kan skje gjennom regulering av tidspunkter, avgifter/gebyr og/eller forbud. Kjøretøy med forbrenningsmotor kan enten avgiftsbelegges eller forbys adkomst til lavutslippssoner.

Ifølge Eidhammer og Andersen (2015) kan det oppnås opptil 20 % reduksjon i klimagassutslipp fra distribusjonstransporten gjennom økt bruk av **kvelds- og nattlevering**. Områder med mye kø, konflikter med andre trafikanter og vanskelig tilgang til varemottakere er mest aktuelle for denne type tiltak. Kø bidrar til redusert effektivitet og økt klima- og miljøbelastning.

Offentlig sektor har stor aktivitet og genererer selv mange vareleveranser gjennom innkjøp av varer og tjenester til sine virksomheter. Hyppige bestillinger kan være svært transportgenererende og bidra til mange leveranser med lite last. Kommunesektoren har gjennom innkjøpspolitikk mulighet for å påvirke hvor mye transport som genereres. Dette kan gjøres gjennom **samordnet innkjøp** og etablering av samleterminal eller konsolideringssenter, plassert i nærheten av det geografiske området det skal betjene, og som betjener flere logistikkfirmaer som leverer varer til dette området. Varene konsolideres slik at sisteleddsleveransene kan utføres med færre og mindre kjøretøy, f.eks. for varer til detaljhandelen i bysentrum og for samlastning av byggematerialer til bygge- og anleggsplasser i byområder. Utfordringen er knyttet til bærekraftige forretnings- eller finansieringsmodeller, da konsolidering innebærer en ekstra omlasting, noe som øker kostnader knyttet til dette. Offentlig sektor har også mulighet til å forsere innfasing av nullutslippsløsninger gjennom sine **anbudskontrakter**. At dette har vært vellykket er omstillingen innen **riks- og fylkesvegfergene** et godt eksempel på. Andre eksempler er innfasing av **elektriske busser**, samt visjonen om **utslippsfrie anleggsplasser**.

8 Usikkerhet i beregningene

I forbindelse med arbeidet til NTP 2025-2036 er det beregnet samfunnsøkonomisk nytte av aktuelle infrastrukturprosjekter med utgangspunkt i de samme forutsetningene som ligger til grunn for referansebanen for framtidig trafikk og trafikkutvikling. Denne utviklingsbanen er beskrevet i Madslie og Steinsland (2022). For en del av prosjektene er det også gjort følsomhetsberegninger av nytten ved bruk av alternative utviklingsbaner, f.eks. de såkalte «Sannsynlig bane», «Nullvekstbanen» eller «Høy befolkningsvekst». Resultatene fra prosjektberegningene er vist i virksomhetenes leveranse til NTP 31. mars 2023 ([NTP 2025–2036: Prioriteringsoppdrag - svar fra transportvirksomhetene - regjeringen.no](#)), f.eks. i kap. 8.5 i SVVs hovedrapport fra 31. mars: [ntp-2025-2036-prioriteringsoppdrag-310323.pdf \(regjeringen.no\)](#).

For et utvalg av prosjektene skal det også gjøres tilleggsberegninger av trafikkutvikling og nytte basert på forutsetningene som ligger til grunn for Klimabane 2 i foreliggende rapport. Dette innebærer at det skal gjøres nye beregninger med transportmodellene for å få fram effekten på trafikk og trafikantnytte av klimabaneforutsetningene, i tillegg til at de ulike virksomhetenes nytteberegningsverktøy brukes til å beregne og verdsette elementer som utslipp, ulykker osv.

I og med at Klimabane 2 i grove trekk innebærer lavere nivå på veitrafikk og flyreiser og mer kollektivtrafikk og godstransport på sjø og bane, så er det grunn til å forvente at man beregner lavere nytte av veiinvesteringer når forutsetningene i Klimabane 2 legges til grunn, mens spesielt nytten for jernbanetiltak og kollektivtiltak generelt øker.

Selv om bruk av transportmodeller til å beregne trafikkutvikling og nytte gir svar med to streker under, så er det likevel stor usikkerhet forbundet med beregningene. Usikkerheten er bl.a. knyttet til følgende elementer:

- Usikkerhet knyttet til trafikkutviklingen
 - Usikkerhet knyttet til utviklingen i eksterne forutsetninger/eksogene faktorer som legges til grunn for framskrivningene i transportmodellene (modellinput)
 - Usikkerhet/svakheter i transportmodellene som benyttes
 - Usikkerhet knyttet til trafikkutvikling for andre kjøretøygrupper enn det som beregnes i transportmodellene
- Usikkerhet knyttet til forutsetninger i utslippsberegningene (utvikling i utslippsfaktorer mm)
- Usikkerhet knyttet til teknologisk utvikling (innfasingstakt for nullutslippskjøretøy)
- Usikkerhet knyttet til bioinnblanding (f.eks. tilgang på biodrivstoff)
- Usikkerhet knyttet til forhold som ikke er analysert, se f.eks. kapittel 7.

I de neste avsnittene ser vi nærmere på enkelte av usikkerhetene nevnt over, knyttet opp til de konkrete beregningene som er gjort i klimabanene. Vi gjør ikke vurderinger av i hvilken grad den forutsatte teknologiske utviklingen (andel nullutslipp) og bioinnblandingen vist i tabell 6.2 er realistisk å oppnå i 2030. Dette er forhold som omtales nærmere i transportvirksomhetenes egne leveranser knyttet til klima.

Det er mange forhold knyttet til temaet *Usikkerhet i transportmodeller* som vi ikke går i dybden på i dette kapitlet. Dette er imidlertid et tema som har vært utredet i flere sammenhenger tidligere. I Flügel m.fl. (2021) vurderes persontransportmodellene med spesielt fokus på svakheter knyttet til byområder. Mjøsund m.fl. (2020) ser nærmere på hvordan godsmodeller kan utvikles videre til å gi et bedre grunnlag for beslutninger i en usikker fremtid, mens Fridstrøm m.fl. (2020) gir en grundig gjennomgang av hele transportmodellapparatet med spesielt fokus på egnethet til bruk i klimaanalyser.

I Handberg m.fl. (2021) er det i kapittel 7 oppsummert hvordan dagens transportmodeller benyttes i forbindelse med samfunnsøkonomiske analyser, sammen med en oppsummering av svakheter og usikkerheter som man bør være oppmerksom på ved bruk.

8.1 Trafikkutvikling

8.1.1 Persontransport

Eksterne forutsetninger

I forbindelse med transportframskrivinger og beregning av effekten av ulike virkemidler knyttet til transport, er det alltid mange forutsetninger som ligger til grunn for beregningene. I rapporten om persontransportframskrivingene som ble levert i januar 2023 (Madslien og Steinsland, 2022) er de viktigste forutsetningene oppsummert i kapittel 3.5.

Det er dels snakk om forutsetninger knyttet til ulik input til modellene, dvs. hvilken befolkningsutvikling, økonomisk utvikling, infrastrukturtilbud, drivstoffpriser, kollektivtakster, bompengetakster, elbilinnfasing etc. som ligger til grunn for framskrivingene. Usikkerhet i denne type input bidrar til usikkerhet også i transportframskrivingene, ofte uten at man kan si i hvilken retning usikkerheten går. For noen elementer har man en hypotese om at det finnes en mer sannsynlig utvikling enn det som ligger i «vedtatt politikk» (referansebanen), noe som var bakgrunnen for at det i forbindelse med framskrivingene også ble beregnet en utviklingsbane kalt «Sannsynlig bane». I tillegg ble det beregnet utviklingsbaner med høyere og lavere befolkningsvekst, samt baner med mer omfattende tiltak knyttet til prising av transport, som avgifter på bilbruk i byområder eller generelle økninger i drivstoffpriser (inkludert strømprisen).

I klimabanene som nå er beregnet, er tiltakene enda kraftigere enn i framskrivingenes alternativbaner, i form av flere byområder med veiprisering, samt en kombinasjon av veiprisering i byområder, økte parkeringskostnader, økt pris på drivstoff og økte billettpriser for flyreiser.

Modellenes gyldighetsområde og svakheter i modellene

I klimabanene er det lagt til grunn omfattende kostnadsøkninger for biltrafikken, og det er grunn til å stille spørsmål ved om tiltakene er så inngripende at forutsetningene som legges til grunn er utenfor modellenes gyldighetsområde. Drivstoffpriser på 50 kroner pr liter kombinert med veiprisering på ca. 1 krone pr kilometer i byområdene er godt over det nivået som modellen er estimert på. En drivstoffpris på 50 kr pr liter i 2030 er likevel ikke så dramatisk som det høres ut til, da det ligger inne en forutsetning (fra NB23) om at ca. 73% av kjørte kilometer med personbil gjøres med elbil og nærmere 6 % med plugin-hybrid. Hvis en forutsetter at halve kjørelengden til hybridene skjer med fossilt drivstoff, så innebærer dette at mindre enn 25 % av personbilenes trafikkarbeid i 2030 vil være påvirket av økningen i drivstoffpris. Denne innfasingstakten for elbiler er ifølge NB23 basert på en politikk med vedtatte virkemidler pr. høsten 2022, og det er ikke utenkelig at kraftige økninger av drivstoffprisen kan øke innfasingstakten enda mer. Dette er ikke noe som automatisk fanges opp i etterspørselsmodellene, men det kunne teknisk sett vært lagt inn ved endringer i inputfilen som angir elbilandel pr grunnkrets. Det er ikke gjort slike endringer i dette tilfellet, både nivå på elbilandel og geografisk fordeling er beholdt som i referansebanen. Generelt er det slik at andelen biler som bruker fossilt drivstoff er høyest i kommuner i spredtbygde områder, en utvikling som er videreført til 2030. Det vil dermed være slik at kommuner i spredtbygde områder vil berøres hardere av den økte drivstoffprisen enn typiske bykommuner.

Det er imidlertid ikke slik at byene, der en mindre del av kjøringen blir påvirket av økte drivstoffpriser, slipper unna økte kostnader i klimabanene. I 14 byområder er det lagt inn veiprisering (for alle biler) med ca. 1 kr/km i 2030 (noe variasjon i takst mellom byområdene ut fra tidligere beregninger til «nullvekstbanen»). I tillegg er elbilfordelene i bomringer og andre bomstasjoner fjernet. Dersom en grovt omregner denne veiprisen til en sammenlignbar prisøkning på drivstoff, så ville en veipris på 1 kr/km, ved en forutsetning om et drivstofforbruk på 0.5 liter/mil, tilsvare en prisøkning på 20 kr/liter. Dette er en kraftig økning av km-kostnaden for bil i forhold til nivåene som modellen er estimert på. Ekstra kraftig er prisøkningen for biler med forbrenningsmotor i byområder som både får veiprisering og økt drivstoffpris. I de fleste byområdene vil dette gjelde i underkant av 20% av bilene i 2030. For dette segmentet er det ikke tvil om at modellen er tøyd langt i klimabaneberegningene, og det er grunn til å bruke resultatene

med forsiktighet. Det er imidlertid vanskelig å si i hvilken retning usikkerheten går, om beregningene gir for stor nedgang i biltrafikk (antall turer og utkjørt distanse pr tur) og for stor overføring til andre transportmåter, eller om det går i motsatt retning. Det er også vanskelig å si hvilke konsekvenser en bør forvente i form av potensielle arealbrukseffekter. Eventuelle endringer i flyttemønster er ikke noe modellen beregner, mens den til gjengjeld kan gi relativt store destinasjonsvalgeffekter ved endrede transportkostnader.

Det er ikke lett å angi hvor store prisøkninger som skal til før vi beveger oss ut av modellens gyldighetsområde. Temaet er bl.a. diskutert i rapporten «*Transportmodeller på randen. En utforskning av NTM5-modellens anvendelsesområde*» (Steinsland og Fridstrøm, 2014). I denne rapporten er det sett på hvordan forrige generasjon langdistansemodell (NTM6) «oppfører» seg ved betydelig kraftigere prisøkning på drivstoff (100 kr pr liter i 2014) enn de kostnadsøkningene som er lagt til grunn for klimabanene. Selv om konklusjonene bare i begrenset grad er gyldige for dagens modell, så er det likevel enkelte funn som fortsatt kan være av interesse:

- Modellene gir i hovedsak troverdige resultater i sum, dvs. aggregert over alle reisestrekninger.
- Høye og lave drivstoffpriser fører til for store endringer i reisemål, fra nære til fjerne reisemål i tilfellet med lave drivstoffkostnader, og omvendt ved høye.
- NTM5-modellen manglet i 2014 en mekanisme som tillot bilholdet å endre seg ved store prisendringer knyttet til det å kjøre bil.

Det siste av punktene er noe som er rettet på til senere modellversjoner, der bilhold er blitt en integrert del av modellen og i praksis vil variere både med den enkeltes kollektivtilbud og med endrede kostnader ved bilkjøring. Dette gjelder riktignok bilhold som sådan og ikke fordelingen mellom biler som bruker fossilt drivstoff og elbiler, som også er noe som vil endres med endrede kjørekostnader. Heller ikke prisen på kjøp av bil inngår ved beregningen av bilhold.

I og med at en del av utfordringene man så i 2014-versjonen av langdistansemodellen er løst, samtidig som kostnadsøkningene i klimabanene ikke er på langt nær like dramatiske som det som ble testet ut den gang, så er det vanskelig å gi et klart svar på hvor langt utenfor modellens gyldighetsområde klimabanene må anses å være. Et element i vurderingen er at 2014-beregningene innebar svært store prisendringer for all bilkjøring, mens prisøkningen i klimabanen er lavere og varierer både med type bil og hvor en kjører.

I tillegg til usikkerhet i utviklingen i eksterne forutsetninger som befolkning, drivstoffpriser etc., samt om nivået på prisendringene er forsvarlig å analysere i transportmodellene, så er det også forhold ved selve modellene og modellstrukturen som bidrar til usikkerhet i trafikkutviklingen som beregnes. Eksempler på dette er:

- Folks reisevaner opprettholdes som i estimeringsgrunnlaget (RVU 2013/14). Dette betyr f.eks. at eventuelle endringer i reisevaner etter koronapandemien ikke ivaretas.
- Folks holdninger til transport, klima, miljø etc. opprettholdes som i RVU 2013/14.
- Nye former for mobilitet, som elsykler og elektriske sparkesykler er ikke inkludert i modellen.
- Det er i beregningene ikke tatt hensyn til at økt befolkning kan føre til vanskeligere parkeringsforhold ved bolig eller reisemål. I modellene er det beregnet ulike «tetthetsindikatorer» for grunnkretsene for å ivareta slike forhold, men det gjøres normalt ikke oppdateringer av disse for framtidige år selv om det for enkelte områder pågår eller foreligger kjente planer om en kraftig bolig- eller næringsutbygging.
- Teknologit utvikling er ikke ivaretatt i beregningene, f.eks. hvordan autonomi kan endre transporttilbud og transportvaner. Eksempelvis at kjøretøyene kan kjøre tettere på veiene (reduksjon av kø) hvis selvkjørende biler blir utbredt, eller at det å bli plukket opp av selvkjørende biler kan bli så billig og attraktivt at det tar markedsandeler fra kollektivtransport (kan også føre til mer kø).

I rapporten «*Transportmodeller for klimaanalyse*» (Fridstrøm m.fl., 2020) gis det en god oversikt over de ulike transportmodellenes sterke og svake sider. Selv om det påpekes områder der persontransport-

modellene kunne vært bedre så sies det også: «Den viktigste feilkilden ved modellframskrivingene ser ut til å være at en må gjøre antakelser om den framtidige utviklingen i en rekke grunnlagsfaktorer. Disse antakelsene er nødvendigvis usikre.»

Det framheves imidlertid også at persontransportmodellene er partielle og ikke tar hensyn til vekselvirkningene mellom samferdselen og resten av økonomien. Ved små endringer har dette liten betydning, mens det ved store endringer i f.eks. infrastrukturen kan være tilbakevirkninger mellom transport og arealbruk som kan være betydelige.

Det vises videre til at det i 2020 var en problemstilling at modellene kun opererte med én homogen type biler, med samme kjørekostnader. Dette er løst nå, ved at et tar hensyn til at elbiler og biler med forbrenningsmotor har ulike kostnader ved bruk, men det mangler fortsatt en tilbakevirkning som innebærer at f.eks. elbilandelen automatisk øker dersom prisen på fossilt drivstoff øker. I et gitt år er det en på forhånd gitt bilpark pr grunnkrets, samtidig er det slik at modellen beregner redusert bruk av de «fossile» bilene dersom prisen på fossilt drivstoff går opp. Andelen av kjøringen som skjer utslippsfritt vil dermed øke i en slik situasjon, selv om ikke andelen elbiler i bilparken øker. I både klimabanene og i de ulike banene som ble beregnet i framskrivingene er det lagt til grunn en bilpark basert på innfasings-takten i Nasjonalbudsjettet 2023 (bearbeidet av Miljødirektoratet og deretter av Sintef for å generere en bilpark i hver kommune).

I klimabanene er det forutsatt samme bompenger, parkeringskostnad og veibruksavgift for alle biler, men elbilene er likevel fortsatt billigere i drift på grunn av lavere kilometerkostnader knyttet til drivstoff. En høyere elbilandel ville betydd noe høyere trafikkarbeid for bil samlet sett, men samtidig lavere trafikkarbeid for den delen av bilkjøringen som det er forbundet utslipp med. Selv om beregningene av trafikkarbeid for personbil i alle banene er gjort med NB23-innfasingen av elbiler, så er det i den påfølgende utslippsberegningen for Klimabane 1 korrigert for at en der la til grunn en litt høyere nullutslippsandel enn i NB23. Forskjellen fra NB23-innfasingen er imidlertid begrenset, så det at det ikke er full konsistens mellom modellberegningen og utslippsberegningen vil ha liten betydning. I Klimabane 2 ble det i utslippsberegningen lagt til grunn ca. samme elbilandel som ved beregning av trafikkarbeidet.

8.1.2 Godstransport

I rapporten om godstransportframskrivingene (Madslien, Hovi og Hansen, 2022) er det i kapittel 3.4 vist en oversikt over de viktigste forutsetningene for beregningene. I grove trekk er de eksterne forutsetningene (befolkning, økonomisk utvikling etc.) samsvarende med det som ligger til grunn for personframskrivingene.

En viktig utfordring når Nasjonal godstransportmodell benyttes til å beregne effekten på transportmid-delfordeling og trafikkarbeid i de to klimabanene, er at modellen foreløpig ikke er tilrettelagt for å håndtere en bilpark med en miks av ulike drivstofftyper. I modellen velges det mellom ulike biltyper som har de riktige egenskapene for de varegruppene som skal fraktes, men det ligger ikke inne valg mellom biler som bruker fossilt drivstoff og biler som går på ulike nullutslippsteknologier. Det samme gjelder for skip, mens det er enklere for jernbane da el/diesel-problematikken er direkte knyttet til strekning. Et vesentlig poeng knyttet til implementering av nullutslippskjøretøy i godstransportmodellen er at det foreløpig er stor usikkerhet om prisutviklingen for disse kjøretøyene, og at de med dagens prisnivå ikke vil bli valgt ut fra et prinsipp om kostnadsminimering. Dette gjelder nullutslipps lastebiler, og i enda høyere grad skip da nullutslippsløsninger der fortsatt er på piloteringsnivå samtidig som det fremdeles er usikkert hvilke energibærere som mest sannsynlig vil bli gjeldende. Manglende implementering av nullutslippskjøretøy i modellen har vært et begrenset problem så lenge det er snakk om en beskjeden andel f.eks. elektriske lastebiler, men i en situasjon med høy andel elbiler så vil man i modellen **overvurdere effekten av økt pris på fossilt drivstoff** fordi en vesentlig del av bilparken i praksis ikke vil få denne ekstra kostnaden.

I tidligere beregninger har man lagt til grunn Nasjonalbudsjettet 2023 sin innfasingstakt for nullutslippslastebiler, som er atskillig mer beskjeden enn det som legges til grunn i de teknologioptimistiske klimabanene i foreliggende arbeid (11.5 % nullutslipp i 2030 i NB23 mot 30-50 % i de to klimabanene). Man hadde forså vidt en lignende problemstilling i forbindelse med beregning av alternativbane 3 i framskrivingsrapporten, der det ble lagt til grunn en høy prisøkning på fossilt drivstoff, men det ble der **samtidig** forutsatt en kraftig prisøkning på strøm, slik at hele bilparken fikk økte kostnader. Man fikk da ikke samme utfordringen med overvurdering av kostnadsøkningen, slik man gjør når man har høy andel elbiler og prisøkning kun på fossilt drivstoff.

I tidligere beregninger med godstransportmodellen, f.eks. alternativbane 3 i framskrivningene (der det ble lagt til grunn kraftige kostnadsøkninger for transport), har man forenklet forutsatt at økte transportkostnader ikke ville påvirke de godsmengdene som skulle transporteres. I forbindelse med foreliggende beregninger av klimabanene har man imidlertid å valgt å benytte likevektsmodellen NOREG 2 (se nærmere omtale i TØI 1918/2022) for å ta hensyn til at større endringer i kostnader kan påvirke flere deler av økonomien. I dette tilfellet snakker vi om økte drivstoffpriser, hvorav noe er knyttet til økt CO₂-avgift som også har virkninger i større deler av økonomien. Dette påvirker handelsmønsteret, både via økte avgifter på produksjon som genererer CO₂, men også via økte transportkostnader. Dette innebærer at vi i klimabanene ikke lenger forutsetter at det er samme godsmengdene som skal transporteres som i referansebanen, men at omfang, handelsrelasjoner og struktur på varestrømmene innen og til/fra Norge påvirkes av og varierer med de økte kostnadene som legges på transport og produksjon. I tillegg til de modellberegnete endringer i varestrømmer ved bruk av NOREG 2, ble det også manuelt gjort en nedjustering av etterspørselen etter varer til bygg- og anleggssektoren, basert på en hypotese om lavere aktivitet enn i referansebanen, som også ble lagt som en forutsetning på utslipp fra «andre mobile kilder» enn de som er beregnet med transportmodellene, herunder utslipp fra landbruks- og anleggsmaskiner.

Bruk av NOREG 2 til denne type analyser er noe man hittil har lite erfaring med, og det er dermed stor usikkerhet i de beregningene som er gjort. Dette gjelder både nivået på justering av varestrømmene og hvilke geografiske endringer som beregnes. Resultatene må derfor brukes med varsomhet.

Bruk av likevektsmodeller i forbindelse med utslippsberegninger er for øvrig ikke noe nytt, f.eks. er modellen SNOW-NO (Rosnes, Bye og Fæhn, 2019) brukt til å studere effekten av økt CO₂-avgift på norsk økonomi og norske utslipp i SSB-rapport 2022/43 (Kaushal og Yonezawa, 2022). En viktig forskjell mellom SNOW-NO og NOREG 2 er at sistnevnte også beregner effekten på det regionale handelsmønsteret som igjen påvirker leveransmønsteret for godstransport.

Det er ellers verdt å påpeke er det er mange tiltak som påvirker trafikkarbeidet fra godstransport, men som ikke er vurdert i forbindelse med klimabanene. Dette kan f.eks. være økt tillatt lastvekt på lastebiler og andre kjøretøy, generelt bedre utnyttelse av kjøretøyene, endret organisering av transport og logistikk osv. Dette er nærmere omtalt i kapittel 7.

8.1.3 Annen transportaktivitet

Store deler av det som inngår i utslipp fra transport er knyttet til aktiviteter/utslippskilder som ikke beregnes direkte i transportmodellene. Dette omfatter f.eks. kollektivtransport og fly (utvikling i trafikkarbeid/ending av rutetilbud beregnes ikke i modellen, men må eventuelt avledes av endret transportarbeid), varebil (bare delvis dekket i RTM-systemet), MC/moped, ulike typer sjøfart (fiskebåter, bilferge, offshore, brønnbåt/havbruk, fritidsbåter), landbruks- og anleggsmaskiner, motorredskaper og snøscootere.

Utslipp fra disse aktivitetene/kildene vil endres ved at enten trafikkarbeidet endres eller ved at utslippsfaktor, nullutslippsandel eller bioinnblanding endres. Når det gjelder utvikling i trafikkarbeid ble det i samråd med transportvirksomhetene gjort grove anslag for hver av aktivitetene, vist i tabell 6.3 tidligere

i rapporten. Dette er svært usikre anslag, der utviklingen trolig heller er lagt for lavt enn for høyt (som i så fall innebærer et noe for optimistisk utslippsbilde).

8.2 Utslippsberegningene

Ved beregning av utslipp i 2030 i de ulike klimabanene er det tatt utgangspunkt i utslippsstatistikk fra SSB for 2021. Utslipp i 2030 ble deretter beregnet basert på forutsetninger om utvikling i aktivitet, null-utslippsandel, bioinnblanding og utslippsfaktorer for de deler av transportsektoren som fremdeles antas å bruke fossilt drivstoff i 2030.

Usikkerheten i utviklingen i aktivitet (trafikkarbeid) er omtalt i kapittel 8.1.

Det er forutsatt en svært optimistisk innfasing av nullutslippskjøretøy i begge klimabanene (tabell 6.2), og for de fleste kjøretøykategoriene betydelig raskere enn det som er lagt til grunn i Nasjonalbudsjettet 2023. Hvorvidt det er realistisk å oppnå et så raskt teknologisk skifte, samt i hvilken grad det vil være tilgang på biodrivstoff slik at innblanding i henhold til tabell 6.2 er aktuelt, er noe vi ikke vurderer i vår rapport. Dette diskuteres nærmere i transportvirksomhetenes egne leveranser på klimaoppdraget.

Når det gjelder utslippsfaktorer for kjøretøyer som bruker fossilt drivstoff, har vi for enkelhets skyld forutsatt at disse ikke endrer seg over tid. Enkelte faktorer kan bidra til lavere utslippsfaktorer, f.eks. mer effektive motorer, endret kjørestil (økokjøring) eller lavere hastigheter, mens andre faktorer kan trekke i motsatt retning, f.eks. høyere hastighet eller dersom det er slik at det er de minste kjøretøyene som først elektrifiseres.

Referanser

- Banister, D. (2008). The sustainable mobility paradigm. *Transport Policy*, Volume 15, Issue 2, March 2008. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2007.10.005>.
- Finansdepartementet (2022). *Nasjonalbudsjettet 2023*. Stortingsmelding nr 1 (2022-2023).
- Finansdepartementet (2021). *Perspektivmeldingen 2021*. Stortingsmelding nr 14 (2020-2021).
- Flügel S, Madslie, A, Hulleberg N, Steinsland C og Johansen B G P (2021). *Transportmodeller mot fremtiden: Muligheter for forbedrede modeller med fokus på reiser i byområder*. TØI-rapport 1819/2021.
- Fridstrøm L, Hovi, IB, Kristensen, N B, Madslie, A, Bruvoll A, Gulbrandsen M U, Seeberg Aa og Aalen P (2020). *Transportmodeller for klimaanalyse*. TØI-rapport 1769/2020.
- Grønland S E (2022). *Kostnadsmodeller for transport og logistikk. Basisår 2021*. TØI rapport 1884/2022.
- Halse A H, Mjøsund C, Killi M, Flügel S, Jordbakke G N, Hovi I B, Kouwenhoven M, Jong G D (2019). *Bedrifters verdsetting av raskere og mer pålitelig transport. Den norske verdsettingsstudien for godstransport 2018*. TØI rapport 1680/2019.
- Handberg Ø N, Grieg E, Navrud S, Foseid H, Gulbrandsen M U, Midttømme K, Seeberg Aa R, Aalen P og Ulstein H (2021). *Bedre beslutningsgrunnlag i transportsektoren*. MENON-publikasjon 103/2021.
- Hansen W, Johansen B G, Rosnes O (2023). *Likevektsmodellen NOREG versjon 2.2. Dokumentasjon av modellsammenhenger*. TØI rapport 1937/2023.
- Hovi, IB, Madslie, A og Lysø, T (2023). *Samfunnsøkonomisk analyse av økt totalvekt for lastebiler*. TØI-rapport 1950/2023.
- Hovi, I.B., Pinchasik, D.R., C.S. Mjøsund og S.A. Jensen (2019). *Nullutslipp fra varedistribusjon i byer innen 2030? Hvilke virkemidler og insentiver finnes?* TØI-rapport 1738/2019.
- Hovi I B (2018). *Varestrømmer i Norge – en komponent i Nasjonal godsmodell*. TØI rapport 1628/2018.
- Jong, G. D., M. Ben-Akiva and J. Baak (2013). *Method Report - Logistics Model in the Norwegian National Freight Model System (version 2)*. Den Haag, Significance.
- Kaushal K R and Yonezawa H (2022): *Increasing the CO₂ tax towards 2030. Impacts on the Norwegian economy and CO₂-emissions*. Rapport 2022/43. Statistisk sentralbyrå.
- Madslie A , Hovi I B og Hansen W (2022). *Framskrivninger for godstransport til NTP 2025-2036*. TØI-rapport 1918/2022.
- Madslie A og Steinsland C (2022). *Framskrivninger for persontransport til NTP 2025-2036*. TØI-rapport 1926/2022.
- Madslie, A., C. Steinsland og S. E. Grønland (2016). *Nasjonal godstransportmodell. En innføring i bruk av modellen*. TØI rapport 1247/2016.
- Madslie A, Rekdal J og Larsen O I (2005): *Utvikling av regionale modeller for persontransport i Norge*. TØI rapport 766/2005.
- Malmin O K, Arnesen P, Babri S, Diez-Gutierrez M, Hjelkrem O A og Thorenfeldt U K (2022): *CUBE – Teknisk dokumentasjon av Regional persontransportmodell*. Versjon 4.4_beta. Sintef
- Mjøsund C , Pinchasik, D R, Hovi I B (2020). *Fremtidens godstransportmodeller: Litteraturgjennomgang og utviklingsområder*. TØI-rapport 1807/2020.

- Pinchasik, D.R., I.B. Hovi, E. Bø and C.S. Mjøsund (2021). «Can active follow-ups and carrots make eco-driving stick? Findings from a controlled experiment among truck drivers in Norway». *Energy Research & Social Science*, Volume 75, May 2021 102007.
<https://doi.org/10.1016/j.erss.2021.102007>
- Rekdal J, Larsen O I, Hamre T N, Malmin O K, Hulleberg N, Flügel S og Madslie A (2021): *Etablering av etterspørselsmodell for korte personreiser. Teknisk dokumentasjon fra estimeringen*. TØI rapport 1814/2021.
- Rekdal J, Hamre T N, Flügel S, Steinsland C, Madslie A, Hoff A, Zhang W og Larsen O I (2014): *NTM6 – Transportmodeller for reiser lengre enn 70 km*. Rapport 1414, Møreforskning Molde.
- Rekdal J, Larsen O I, Løkketangen A og Hamre T N (2012): *TraMod_By Del 1: Etablering av nytt modellsystem*. Rapport 1203, Møreforskning Molde. Revidert versjon av rapporten i 2013: Rapport 1313.
- Rosnes O, Vennemo H, Erraia J og Hansen W (2020). *Regional økonomisk framskrivning basert på likevektsmodellen NOREG*. VISTA analyse, rapport 2020/8.
- Rosnes E, Bye B og Fæhn T (2019). *SNOW-modellen for Norge. Dokumentasjon av framskrivingsmodellen for norsk økonomi og utslipp*. Rapport 2019/1. Statistisk sentralbyrå.
- SSB (2022). *Regionale befolkningsframskrivinger 2020-2060*. Tall fra Statistikkbanken, SSB.
- Steinsland C og Fridstrøm L (2014). *Transportmodeller på randen. En utforskning av NTM5-modellens anvendelsesområde*. TØI-rapport 1309/2014.
- Tørset T, Malmin O K, Flaata E H, Hjelkrem O A (2022). *CUBE – Regional persontransportmodell versjon 4.4*. Sintef Community 2022-10-29. Rapportnr. 2021:01297.

Vedlegg

Vedlegg 1. Prosjekter i referansenettverket

I beregningene for transportetterspørselen i 2020 ligger veinett og kollektivruter for 2019 til grunn. For 2030 og 2060 er det lagt inn nye tiltak i veinettet og ny ruteplan for jernbane. For andre transportmidler er transporttilbudet forutsatt uendret fra 2020.

Fra transportvirksomhetene har vi mottatt notatet «Vedlegg 1. Retningslinjer for virksomhetenes transport- og samfunnsøkonomiske analyser til Nasjonal transportplan 2025-2036». I tillegg til retningslinjer for modellbruk og inndata til kommende NTP-beregninger, gis det også en oversikt over såkalte bundne prosjekter som skal legges inn i referansenettverket. Disse er gjengitt lenger ned. Veiprojektene er kodet inn i RTM-nettet av personer i Statens vegvesen (eventuelt konsulenter de har brukt), og Sintef har brukt endringsfiler herfra til å ta inn de samme veiprojektene i nettverket til NTM6.

For jernbane har vi også mottatt en beskrivelse av hva tiltakene i jernbanenettet forventes å ha for rutestrukturen i 2030. Denne har vi tatt inn lenger ned, etter transportvirksomhetenes oversikt over bundne prosjekter.

For sjø/båt er det ikke gjort endringer i nettverk eller transporttilbud i modellen fra 2020 til 2030 og 2060. Vi har likevel valgt å gjengi transportvirksomhetenes liste over bundne infrastrukturprosjekter i sin helhet:

Bundne prosjekter (basert på 2022 budsjettet)

Jernbane³ (se konkretisering av ruteplanendringer lenger ned)

- E02: Flere og raskere tog på Østfoldbanen (Oslo – Ski)
- E03: Flere og raskere tog på Østfoldbanen (Oslo – Moss)
- E04: Flere og raskere tog på Vestfoldbanen (Oslo – Tønsberg)
- E06: Flere tog på Vossebanen (Arna – Bergen)
- E08: Flere og raskere tog Dovrebanen (Oslo – Hamar)
- E10: Elektrifisering og infrastruktur for nytt togmateriell (Støren – Steinkjer)
- E11: ERTMS⁴
- E14: Kombitransport gods
 - Kun Oslo – Narvik via Sverige

I tillegg vil følgende tiltak/prosjekter som er/blir ferdigstilt i tidsrommet 2019-2022 inkluderes:

1. Ler stasjon, kryssingssporforlengelse
2. Sørumsand stasjon, plattformtiltak
3. Dale stasjon – plattformer for samtidig passasjerutveksling
4. Evanger stasjon – plattformer for samtidig passasjerutveksling

³ Infrastruktur som antas å få bevilgning i statsbudsjett 2023.

⁴ For effektpakke ERTMS legger vi til grunn at dagens funksjonalitet opprettholdes likt på hele nettet, uavhengig av resignalering. I praksis vil man ha bygd ut ERTMS på deler av jernbanenettet.

5. Nittedal stasjon – samtidig passasjerutveksling og SI
6. Monsrud stasjon, kryssingssporforlengelse
7. Jaren stasjon m/hensetting
8. Reinsvoll stasjon – samtidig innkjør og samtidig passasjerutveksling
9. Oppgradering av Gjøvik stasjon m/hensetting
10. Skarnes stasjon: plattformtiltak og samtidig innkjør
11. Støren hensetting
12. Mindre stasjonstiltak for Type 76 på Rørosbanen
13. Alnabru, fase 1
14. Mo i Rana, forlenget kryssingsspor og endret sporplan
15. Dunderland, Kryssingssporforlengelse
16. Bodø, endret sporplan
17. Fauske, endret sporplan

Sjø

- Innseiling Kragerø
- Bergen – Sognesjøen
 - Bergen – Sture
 - Fedjefjorden – Fensfjorden – Djuposen
- Stamsund – Risøyrenna – med gjennomseiling
- Raftsundet
 - Stamsund – Svolvær
 - Svolvær – Raftsundet
 - Sortlandsundet
 - Risøysundet og Risøyrenna
- Bognes – Tjeldsund – Harstad med innseilinger
 - Bognes – Tjeldsund – Harstad
 - Toppsundet og innseiling Harstad
 - Harstad – Finnsnes
- Hammerfest ren havn
- Stadt skipstunnel

Vei (Statens vegvesen)

Prosjekter vedtatt startet opp før 2023:

- E18 Lysaker – Ramstadsletta
- E18/E39 Gartnerløkka-Kolsdalen
- E39 Eiganestunnelen (inkl. tunneloppgradering)
- E39 Rogfast
- Rv. 555 Sotrasambandet (OPS)
- E39 Betna – Vinjeøra – Stormyra
- E16 Bjørnum – Skaret
- E16 Lærdalstunnelen
- Rv. 5 Kjøsnesfjorden
- Rv. 4 Roa-Gran grense inkl. Jaren – Lygnebakken
- E6 Helgeland sør, Kapskarmo – Brattåsen – Lien

- E10/rv. 85 Tjeldsund – Gullfjordbotn – Langvassbukt (OPS), forberedelser
- E8 Sørbotn - LaukslettE69 Skarvberg tunnelen
- Rv. 70 Nydalsbrua
- Rv. 70 Elverhøy bru
- Rv. 80 Sandvika-Sagelva
- Rv. 94 Mollstrand-Grøtnes
- E39 Osli – Hove
- E6 Grong – Nordland grense del Fjerdingen – Grøndalselv
- E136 Breivika – Lerstad
- Ev. 509 Sør-Tjora – Kontinentalvegen
- E39 Lønset – Hjelset

I tillegg vil følgende tiltak/prosjekter som er/blir ferdigstilt i tidsrommet 2019-2023 inkluderes:

2020:

- OPS Rv 3/25
- E6 Helgeland sør, veiutviklingskontrakt
- E39 Eiganestunnelen
- Rv. 13 Ryfast
- Rv. 13 Vik-Vangsnes
- E134 Damåsen-Saggrenda
- E134 Mjøndalen-Langebru, midtrekkverk
- E16 Øye-Eidsbru
- E6 Vindåsliene-Koporalsbrua
- E6 Tana bru

2021:

- E18 Varoddbrua
- E18 Haumyrheitunnelen, oppgradering og utvidelse koll felt en retning
- Rv. 36 Bø-Seljord

2022:

- E6 Ballangen sentrum
- Rv. 580 Sandslikrysset
- E39 Svegatjørn-Rådal
- E16 Eggemoen-Jervnaker-Olum,
- Rv. 5 Kjøsnesfjorden
- E39 Ørskogfjellet, krabbefelt
- E16 Kvamskleiva
- Rv. 52 Utbedringstrekning, Skøyten bru inkl. Venåsbakken

2023:

- E39 Kristianborg-Bergen sentrum, større tiltak over 1 mrd. sykkelstamvei
- E69 Skarvberg tunnelen
- E39 Myrmel-Lunde
- Rv. 3 Østerdalen, Tunna bru

Vei (Nye Veier)

For Nye Veier inkluderes prosjekter som er under bygging, eller som er planlagt med oppstart i 2023 og 2024.

- E6 Storhove – Øyer
- E6 Storhove – Roterud
- E18 Langangen – Rugtvedt
- E39 Kristiansand vest – Røyskår (Lyngdal vest)
- E6 Berkåk – Vindåsliene
- E6 Ranheim – Åsen
- E6 Sjørelva – Borkamo
- E6 Kvænanngsfjellet

Prosjektene i veinettet er kodet inn i RTM-modellene av Statens vegvesen. Dette gjelder både selve infrastrukturen, men også bompenger og fergetakster mv. Sintef har overført prosjektkodingen til NTM6-nettet. Enkelte prosjekter har marginal betydning for trafikken og er trolig ikke kodet inn i nettverkene.

I tillegg til nytt rutetilbud på tog, som beskrives lenger ned, er det kun Fornebubanen og bybane til Fyllingsdalen i Bergen som er lagt inn som forbedringer i kollektivtilbudet. For flytrafikken er det ikke gjort noen endringer i tilbudet, verken i form av nye eller nedlagte ruter eller frekvensendringer.

Ruteplanendringer på jernbane

For jernbane har vi fra Jernbanedirektoratet fått oppgitt endringer fra dagens ruteplan (R23) til det referansetilbudet som er kodet inn for 2030 og 2060⁵. I tillegg har det vært noen endringer fra 2019-tilbudet (R19 som ligger til grunn for 2020-beregningen) til R23, hvor de viktigste er:

- Åpning av Follobanen (Delvis, gjenstår noe arbeid inn mot Oslo S, der effektene på tilbudet tas ut etter R23)
- Forlenging av innsatstog på R11 til Skien retning Skien.
- Tilbudsendringer knyttet til konkurranseutsettingen.

I det følgende oppsummeres den videre tilbudsutviklingen fra ruteplan R23 til referansetogtilbudet som er lagt til grunn i 2030-beregningen. Tilbudet er basert på bindinger i trafikkavtaler eller effektpakkeavtaler for utbygging av infrastruktur:

Vest-Norge:

- Effektpakkeavtale E06 Flere tog på Vossebanen (Arna-Bergen): Gir økt frekvens fra 2 avganger/time/retning til 4 avganger/time/retning i 15-minuttersintervall (fra time 5 til time 0) for lokal-toglinje L4 Arna-Bergen.

Sør-Norge:

- Trafikkavtale trafikkpakke 1: Gir økt frekvens fra 6 dagavganger og 1 nattavgang til 7 dagavganger i totimersintervall og 1 nattavgang per døgn/retning for fjerntoglinje F5 Oslo S-Stavanger.

Øst-Norge:

- Tilbudet på Østfoldbanen: Det er ikke direkte sammenheng mellom tilbudet i ruteplan R23 og referansetilbudet på Østfoldbanen. Tilbudet i referansealternativet er basert på direktoratets rutemodell etter Follobanen med tilnærmet 10-minutterssystem over Follobanen mellom Oslo S og Ski i rush, men med ett hull i grunnrute, og med kun en avgang fra regiontoglinje R23. I ruteplan R23 har Vy utarbeidet en rutemodell som ikke har tilnærmet 10-minutterssystem og med to avganger for regiontoglinje R23. Rutemodellen i R23 er midlertidig på grunn av infrastrukturbegrensninger mellom Follobanen og Oslotunnelen som vil løses opp i R24. Referansealternativet burde i utgangspunktet vært basert på den mer permanente rutemodellen, men den er ikke fastlagt enda. Det bør derfor vurderes om referansealternativet bør oppdateres når det foreligger informasjon om en mer permanent rutemodell fra og med R24. En permanent modell vil også påvirke tilbudet i resten av Øst-Norge.
- Effektpakkeavtale E02 Flere og raskere tog på Østfoldbanen (Oslo S-Ski):
 - Gir økt frekvens fra 2 avganger/time/retning i halvtimesintervall til 4 avganger/time/retning i 15-minuttersintervall for lokal-toglinje L2: 2 avganger Stabekk-Ski og 2 avganger Oslo S-Ski. I rush kjøres alle avganger Stabekk-Ski. I tillegg 2 innsatsavganger/time i rushretning for lokal-toglinje L2x Oslo S-Ski.
 - Gir økt frekvens fra 1 avgang/time til 2 avganger/time i halvtimesintervall for regiontoglinje R21 Stabekk-Moss.
- Effektpakkeavtale E03 Flere og raskere tog på Østfoldbanen (Oslo S-Moss): Gir økt frekvens fra en til to innsatsavganger/time/rushretning for regiontoglinje R21 Stabekk-Moss.
- Effektpakkeavtale E04 Flere og raskere tog på Vestfoldbanen (Oslo S-Tønsberg):

⁵ Med forbehold om at kontaktperson i Jernbanedirektoratet ikke har hatt anledning til å gå gjennom alt i detalj.

- Regiontoglinje R13 Tønsberg-Dal og RE10 (Skien-)Tønsberg-Lillehammer forlenges fra Drammen til Tønsberg. Dette gir 4 avganger/time/retning Oslo S-Tønsberg. RE10 (Skien-)Tønsberg-Lillehammer forlenges til/fra Skien i rush.
- Pendelomlegging gir 30-minuttersintervall for regiontoglinjene RE10 (Skien-) Tønsberg-Lillehammer og RE11 Skien-Hamar, som også får redusert fremføringstid til Tønsberg og Skien på grunn av differensiert stoppmønster mellom Drammen og Tønsberg.
- Regiontoglinje R14 (Kongsberg-) Drammen-Kongsvinger forlenges fra Asker til Drammen og til Kongsberg i rush. Innsatsavganger med RE11 Skien-Hamar bortfaller.
- Effektpakkeavtale E08 Flere og raskere tog på Dovrebanen (Oslo S-Hamar): Regiontoglinje RE11 Skien-Hamar forlenges fra Eidsvoll til Hamar. Det gir 30-minuttersintervall Oslo S-Hamar sammen med regiontoglinje RE10 (Skien-) Tønsberg-Lillehammer. Fremføringstiden for disse linjene reduseres.

For øvrige linjer er frekvens som i R23. Fremføringstid og ankomst- og avgangstidspunkt kan, som følge av at jernbanen er et system der endringer på enkelte linjer påvirker andre, gi justerte fremføringstider og ankomst- og avgangstidspunkt fra dagens tilbud.

Vedlegg 2. NOREG 2: Kort modellbeskrivelse

Likevektsmodellen NOREG 2.2 er benyttet til å framskrive vekstrater for regional handel i varer for perioden 2022 – 2060, som beskrevet i kapittel 2.2. Under følger en kort beskrivelse av de viktigste egenskapene ved modellen. For en grundigere modellbeskrivelse henviser vi til Hansen m.fl. (2023).

Hovedtrekk ved NOREG 2⁶

NOREG 2 er en såkalt SCGE -modell (Spatial Computable General Equilibrium model) som knytter næringene i den norske økonomien sammen gjennom kryssløpet, faktormarkedene og budsjettbetingelsene. Analysene som ligger til grunn for denne rapporten er foretatt i modellversjon 2.2.

En generell likevektsmodell er en matematisk framstilling av et sammenhengende system av markeder i likevekt. En numerisk generell likevektsmodell (CGE – modell) kan løses numerisk ved å sette inn verdier i ligningene og løse ligningene gjennom iterasjoner. Det at modellen er romlig (spatial) innebærer at interaksjonen mellom aktører og markeder på ulike geografiske lokaliteter modelleres. Modellen tar på den måten inn over seg at produksjon og konsum kan oppstå på ulike steder i landet, og at kostnaden ved transporten er en del av varekostnaden.

Selve modellen består av et sett av ligninger som beskriver atferden til de økonomiske aktørene (husholdninger, bedrifter og offentlig sektor) og markedsstrukturen i økonomien (vareflyt, bruk av innsatsfaktorer, etc.) Ligningssystemet modellerer samspillet mellom aktørene i økonomien og representerer økonomien gjennom forutsetninger for funksjonsformer for produkt- og nyttefunksjoner, markedsstruktur, samt verdier for relevante parametere (for eksempel elastisiteter). Prisene fanger opp samspillet mellom aktørene i økonomien og det sammenhengende settet av priser som simultant klarer alle markeder er det som gjør at markedene henger sammen. Husholdninger og bedrifter er modellert som representative aktører. Bedriftene maksimerer profitt og husholdninger maksimerer nytte. Husholdningen mottar alle inntekter fra primærfaktorene arbeidskraft og kapital. Offentlig sektor mottar alle skatteinntektene og betaler ut subsidier til bedrifter og overføringer til husholdninger. Økonomien er liten og åpen med omfattende handel med utlandet. Modellen er rekursiv dynamisk, dvs. sparing og investering knytter økonomien i ett år sammen med det neste.

Tilgang på arbeidskraft er en viktig forutsetning i en likevektsmodell. I NOREG 2 representeres arbeidskraften ved den norske befolkningen i alderen 16-74 år, korrigert for sysselsettingsraten. Fra og med modellversjon 2.2 er arbeidskraften inndelt i fire kategorier, etter utdanningsnivå (ikke spesifikke utdanninger): lavere utdanning, videregående fagutdanning (typisk utdanningskategoriene som vil lede til fagbrev), lavere høgskole- og universitetsutdanning, og høyere høgskole- og universitetsutdanning. For å forutsette noe om tilgjengelig arbeidskraft i framtiden bruker vi regionale befolkningsframskrivinger fra SSB. Disse finnes på kommunenivå.

Datagrunnlag i NOREG 2

Til grunn for modellen ligger et referansedatasett som beskriver alle transaksjonene i økonomien i et basisår. Dette er et slags øyeblikksbilde av økonomien. I hovedsak baseres referansedatasettet i NOREG 2 på input-output tabellene fra nasjonalregnskapet. Disse suppleres med handelsmatriser og demografiske data over befolkning og utdanningsnivå per kommune.

⁶ Modellen er finansiert av Norges Forskningsråd og Kommunal- og Distriktsdepartementet gjennom DEMOS-programmet i Forskningsrådet. Forskningsprosjektet «A Norwegian Regional General Equilibrium Modelling System» løper fra 2018-2028, ledes av TØI og utføres i partnerskap med Vista Analyse, Menon Economics og SSB.

I grunnversjonen av modellen er det 64 næringer (det samme som i SSB sine kryssløpstabeller, såkalte A64-næringer). Næringsstrukturen i NOREG 2 er fleksibel på den måten at det kan aggregeres opp til den til enhver tid passende næringsstrukturen basert på A64 inngangsdataene. For hver A64 næring inneholder kryssløpstabellene informasjon om all økonomisk aktivitet: produksjon, inkludert hvilke innsatsfaktorer (arbeidskraft, kapital, innsatsfaktorer) næringen bruker og hva produksjonen brukes til (innsatsvarer i annen produksjon eller som et sluttprodukt ut til konsumentene). Tabellene gir en full oversikt over alle næringer, og hvordan de samhandler med hverandre. En underliggende og svært sentral forutsetning i denne typen modeller, er at økonomien initialt er i likevekt og at referanse-datasettet representerer en likevektssituasjon.

Tabell V.2.1: Detaljert liste over næringer i nasjonalregnskapet og i NOREG 2.2.

Næringskode A64	Forklaring	NOREG-sektor
R01	Jordbruk, jakt og viltstell; tjenester tilknyttet	LANDBRUK
R02	Skogbruk; tjenester tilknyttet	LANDBRUK
R03	Fiske og fangst, aquakultur	FISK
R10_12	Matvarer	MAT
R13_15	Klær, lær, sko	IND-ANNEN
R16	Trelast, trevarer	IND-KKI
R17	Papir, papirvare	IND-KKI
R18	Trykking mv	TJEN-ANNEN
R19	Raffinerte petroleumsprodukter	KJEMI-RAFF
R20	Kjemisk industri, basisplast	KJEMI-RAFF
R21	Farmasøytiske produkter	KJEMI-RAFF
R22	Gummi- og plastprodukter	IND-KKI
R23	Glass, keramikk, sement, ikke-metalliske mineraler	IND-KKI
R24	Metaller (jern, stål, ferrolegeringer, aluminium)	IND-KKI
R25	Produksjon av metallkonstruksjoner og metallvarer	IND-ANNEN
R26	Produksjon av datamaskiner, elektroniske og optiske produkter	IND-TEKN
R27	Produksjon av elektrisk utstyr	IND-TEKN
R28	Produksjon av maskiner og utstyr til generell bruk	IND-TEKN
R29	Produksjon av motorvogner, tilhengere, transportmidler	IND-ANNEN
R30	Bygging av skip og båter, oljeplattformer, moduler	IND-ANNEN
R31_32	Produksjon av møbler, annen industriproduksjon	IND-ANNEN
R33	Reparasjon og installasjon av metallprodukter, maskiner og utstyr	TJEN-ANNEN
R36	Vannforsyning mm	VANN
R37_39	Avløp, avfall, miljørydding, osv.	VANN
R45	Handel med og reparasjoner av motorvogner	HANDEL
R46	Agentur- og engroshandel, unntatt med motorvogner	HANDEL
R47	Detaljhandel, unntatt med motorvogner	HANDEL
R49	Passasjer- og godstransport på land (jernbane, drosje, annen på vei), rørtransport	TRANSP-LAND
R50	Sjøfart (innenriks og utenriks), supply-virksomhet	TRANSP-HAV
R51	Lufttransport	TRANSP-LUFT
R52	Tjenester tilknyttet transport (sjø, luft, ellers), lagring	TRANSP-TJEN
R53	Post og distribusjonsvirksomhet	TRANSP-TJEN
R58	Forlagsvirksomhet	TJEN-ANNEN
R59_60	Film-, video- og fjernsynsprogramproduksjon, utgivelse av musikk- og lydopptak; radio, fjernsyn	TJEN-ANNEN
R61	Telekommunikasjon	TJEN-TEKN
R62_63	Informasjonstjenester, tjenester tilknyttet informasjonsteknologi	TJEN-TEKN

Næringskode A64	Forklaring	NOREG-sektor
R64	Bankvirksomhet, finansiell tjenesteyting	FINANS
R65	Forsikring	FINANS
R66	Tjenester tilknyttet finansierings- og forsikringsvirksomhet	FINANS
R68A	Boligtjenester, egen bolig, borettslag og sameie	BYGG-TJEN
R68B	Omsetning og drift av fast eiendom; Boligtjenester, egen bolig, borettslag og sameie	BYGG-TJEN
R69_70	Juridisk og regnskapsmessig tjenesteyting, Hovedkontortjenester, administrativ rådgivning	TJEN-TEKN
R71	Arkitektvirksomhet og teknisk konsulentvirksomhet, og teknisk prøving og analyse	TJEN-TEKN
R72	Forskning og utviklingsarbeid	TJEN-TEKN
R73	Annonse- og reklamevirksomhet og markedsundersøkelser	TJEN-ANNEN
R74_75	Annen faglig, vitenskapelig og teknisk virksomhet; Veterinærtjenester	TJEN-ANNEN
R77	Utleie- og leasingvirksomhet	BYGG-TJEN
R78	Arbeidskrafttjenester	HANDEL
R79	Reisebyråvirksomhet, turistkontor samt tilknyttede tjenester; Reisearrangørvirksomhet og andre aktivitetsarrangører	REISE
R80_82	Vakttjeneste og etterforskning; tjenester tilknyttet eiendomsdrift; annen forretningsmessig tjenesteyting	BYGG-TJEN
R84	Offentlig administrasjon og forvaltning; Forsvaret	OFF-ADM
R86	Helsetjenester	HELSE
R87_88	Omsorgstjenester; barnehager, SFO	HELSE
R90_92	Kunstnerisk virksomhet og underholdningsvirksomhet; biblioteker, museer, annen kulturvirksomhet	TJEN-TEKN
R93	Sports- og fritidsaktiviteter	TJEN-ANNEN
R94	Aktiviteter i medlemsorganisasjoner + internasjonale organisasjoner	TJEN-ANNEN
R95	Reparasjon av datamaskiner, husholdningsvarer og varer til personlig bruk	TJEN-ANNEN
R96	Annen personlig tjenesteyting	TJEN-ANNEN
RB	Utvinning av råolje og naturgass, bergdrift	PETRO
RD	Elektrisitet, damp- og varmtvannsforsyning	ELE
RF	Bygg og anlegg; Oppføringer av bygninger; utvikling av byggeprosjekter	BYGG-ANLEGG
RI	Overnattingsvirksomhet; serveringsvirksomhet	REISE
RP	Undervisning	SKOLE
RT	Lønnet arbeid i private husholdninger	TJEN-ANNEN

I NOREG 2 regionaliseres det nasjonale referansedatasettet ved bruk av Menon sin regnskapsdatabase. Denne databasen inneholder regnskapet til alle norske bedrifter (unntatt enkeltmannsforetak), samt informasjon over hvor bedriften er lokalisert. Alle produksjonsstørrelsene i kryssløpstabellen (alle variable unntatt forbruk og investeringer fra private og offentlige aktører) fordeles ut per kommune ved hjelp av omsetningen til bedriftene i kommunen. Forbruk og investeringer fordeles basert på disponibel inntekt. Denne regionaliseringen gir oss fullverdige kryssløpstabeller for hver enkelt kommune, som er balanserte og som summerer seg opp til nasjonalregnskapet når de aggregeres.

Den geografiske soneinndelingen i NOREG 2 er også fleksibel med kommune som minste mulige geografiske enhet. Modellen benyttes imidlertid sjelden på kommunenivå – som regel er fylker, økonomiske soner eller bo- og arbeidsmarkedsregioner en mer relevant og håndterbar inndeling for en analyse. Da aggregeres de kommunevise kryssløpstabellene opp til det relevante geografiske nivået.

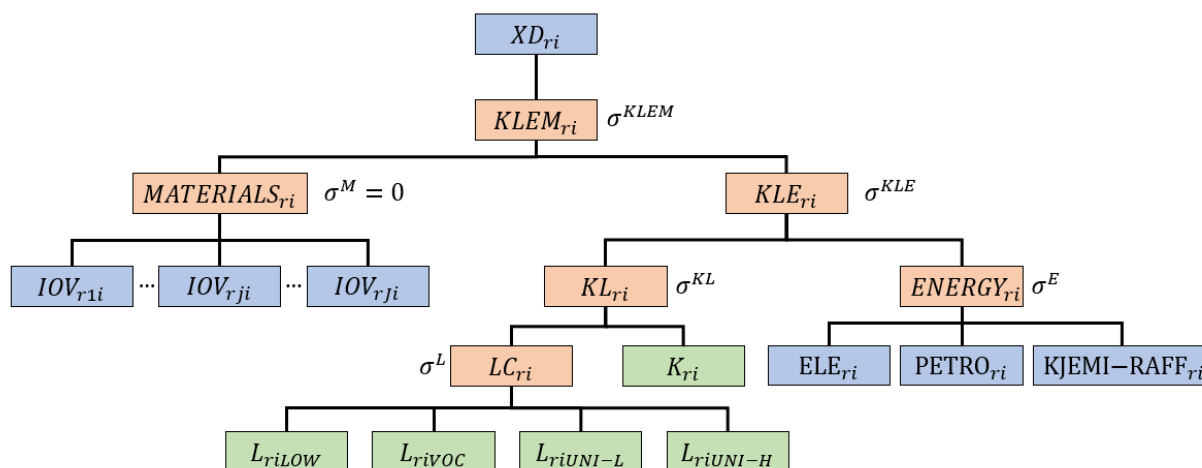
Produksjon og handel i NOREG 2

I hver geografisk sone i modellen er det én representativ bedrift i hver næring som minimerer kostnadene i hver periode og vi antar at hver næring produserer én varetype.

Det samme produksjonsnivået kan oppnås ved forskjellige kombinasjoner av innsatsfaktorer, og til hvert produksjonsnivå antar vi at bedriftene velger kombinasjoner av innsatsfaktorer på en slik måte at produksjonskostnaden minimeres. Dette gir den kostnadsminimerende mengden av kapital, arbeidskraft, innsatsvarer og energi som skal til for å produsere en enhet av varen. Hvor mange enheter som blir produsert blir deretter bestemt utfra profittbetingelsen til bedriftene.

Produksjonsteknologiene har konstant skalautbytte, og er modellert som CES-funksjoner der kapital, arbeidskraft og ulike innsatsvarer (inkl. energivarer) til en viss grad er substituerbare med hverandre. Det er mulig å spesifisere ulike substitusjonselastisiteter på alle nivåer i CES-funksjonen. Arbeidskraften er differensiert basert på utdanningsnivå, og vi antar at arbeidskraft med ulikt utdanningsnivå til en viss grad kan erstatte hverandre. Energivarene elektrisitet, petroleum og raffinerte petroleumsprodukter kan substitueres med hverandre, og den aggregerte energivarer (ENERGY) kan videre substitueres med aggregatet av kapital og arbeidskraft (KL).

Figuren under illustrerer produktfunksjonen til én representativ bedrift og viser hvordan bedriften kombinerer innsatsen av arbeidskraft, kapital, energi og andre innsatsvarer i produksjonen, og hvordan disse kan byttes ut med hverandre. Substitusjonselastisiteter (σ i figuren) angir hvor mye bedriftene vil endre den relative mengden av innsatsfaktorer som følge av en endring i den relative prisen.



Figur V.2.1: Illustrasjon av produktfunksjonen for én vare i én region i NOREG 2.2.

Produsenten tilbyr varen på markedet, hvor den enten selges på hjemmemarkedet i samme region, i andre regioner i Norge eller eksporteres til utlandet.

Handel i varer internt og mellom sonene i modellen blir fordelt på de ulike regionale kryssløpstabellene ved hjelp av matriser for regionale varestrømmer og transportkostnader, hentet fra Nasjonal Godsmodell. De estimerte relative andelene brukes til å fordele innsatsfaktorer til en gitt næring i en gitt kommune på andre kommuner. Tjenestehandel antas å følge det regionale mønstret til tjenestereiser hentet fra persontransportmodellsystemet.

Analysemuligheter med modellverktøyet

NOREG 2 er særlig egnet til å studere langsiktige økonomiske problemstillinger, for eksempel næringsutvikling og regional utvikling, fremveksten av økonomiske ubalanser mellom regioner, den langsiktige effekten av strukturpolitiske tiltak, demografi, teknologisk utvikling, klimapolitikk, og en rekke andre tema.

Det unike med modellen er at den kan studere de regionale implikasjonene av nasjonale trender og politikkområder, og dermed også virkningsfulle distriktspolitiske (mot)tiltak.

Blant de temaene som modellen fram til nå er benyttet til å belyse, finner vi blant annet: virkninger av høye strømpriser på norsk økonomi, regionale effekter av utdanningstiltak (styrking av yrkesfag, innføring av videreutdanning og opprettelsen av nye masterprogram på universitet) regionale konsekvenser av det grønne skiftet og regionaløkonomiske effekter av koronapandemien.

NOREG 2 er utviklet for å studere regional økonomi. Den har en fleksibel regional inndeling som gjør det mulig å studere for eksempel fylkesvis økonomisk utvikling, eller utviklingen på kommunenivå i ett fylke sammen med fylkesnivå ellers, eller andre regionale aggregeringskombinasjoner. Når den regionale inndelingen er bestemt, regner modellen ut den økonomiske utviklingen i hver region innenfor en makroøkonomisk ramme.

TØI er et anvendt forskningsinstitutt som mottar basisbevilgning fra Norges forskningsråd og gjennomfører forsknings- og utredningsoppdrag for næringsliv og offentlige etater. TØI ble opprettet i 1964 og er organisert som uavhengig stiftelse.

TØI utvikler og formidler kunnskap om samferdsel med vitenskapelig kvalitet og praktisk anvendelse. Instituttet har et tverrfaglig miljø med rundt 90 høyt spesialiserte forskere.

Instituttet driver forskningsformidling gjennom TØI-rapporter, artikler i vitenskapelige tidsskrifter, bøker, seminarer, samt innlegg og intervjuer i media. TØI-rapportene er gratis tilgjengelige på instituttets hjemmeside www.toi.no.

TØI er partner i CIENS Forskningscenter for miljø og samfunn, lokalisert i Forskningsparken nær Universitetet i Oslo (se www.ciens.no). Instituttet deltar aktivt i internasjonalt forskningssamarbeid, med særlig vekt på EUs rammeprogrammer.

TØI dekker alle transportmidler og temaområder innen samferdsel, inkludert trafiksikkerhet, kollektivtransport, klima og miljø, reiseliv, reisevaner og reiseetterspørsel, arealplanlegging, ITS, offentlige beslutningsprosesser, næringslivets transportbehov og generell transportøkonomi.

Transportøkonomisk institutt krever opphavsrett til egne arbeider og legger vekt på å opptre uavhengig av oppdragsgiverne i alle faglige analyser og vurderinger.

Postadresse:

Transportøkonomisk institutt
Gautstadalléen 21
0349 Oslo
Norge

E-post: toi@toi.no

Kontoradresse:

Forskningsparken
Gautstadalléen 21

Hjemmeside: www.toi.no

